

**IL RETTORE**

- VISTO** lo Statuto di Ateneo
- VISTO** il Decreto del M.U.R. 22 ottobre 2004 n. 270, ed in particolare l'art. 12 che detta norme in ordine ai Regolamenti didattici dei Corsi di studio ed alla loro approvazione;
- VISTO** il D.M. 16 marzo 2007 relativo alla determinazione delle classi delle lauree magistrali universitarie ai sensi del D.M. n. 270/04;
- VISTO** il vigente Regolamento Didattico di Ateneo, emanato con D.R. n. 2240 del 16.07.2008;
- VISTO** il D.R. n. 2599 del 24.07.2008, con il quale è stato emanato il Regolamento didattico del Corso di laurea magistrale in *Biotecnologie Molecolari e Industriali*, classe LM-8, della Facoltà di Scienze Biotecnologiche, a valere dall'anno accademico 2008/09;
- VISTA** la delibera n. 25 del 09.03.2009 con la quale il Consiglio della Facoltà di Scienze Biotecnologiche ha approvato modifiche al Regolamento didattico del corso di laurea magistrale in *Biotecnologie Molecolari e Industriali* e pertanto una nuova stesura dello stesso a valere dall'anno accademico 2009/2010;
- CONSIDERATO** che sul citato Regolamento didattico ha espresso parere la Commissione didattica paritetica prevista dal comma 3 dell'art. 12 del citato D.M. 270/2004;
- VISTA** la delibera del Senato Accademico n. 13 del 27.04.2009 che ha approvato la nuova stesura del Regolamento didattico del corso di laurea magistrale di cui sopra,
- RITENUTO** apportare d'ufficio al testo del Regolamento didattico di cui trattasi alcune correzioni e precisazioni di carattere formale per conformarlo a quello emanato con il D.R. n. 2599 del 24.07.2008,

**DECRETA**

Il Regolamento didattico del Corso di laurea magistrale in *Biotecnologie Molecolari e Industriali*, classe LM-8, della Facoltà di Scienze Biotecnologiche, emanato con D.R. n. 2599 del 24.07.2008, è modificato secondo la stesura allegata al presente decreto che a decorrere dall'anno accademico 2009/2010 sostituisce quella allegata al citato D.R. di emanazione.

**Napoli, li 18 maggio 2009**

**IL RETTORE**  
**Guido TROMBETTI**

AdP

|   |
|---|
| Ripartizione <i>Affari Generali</i><br>Il Dirigente <i>dott. Francesco Bello</i><br>Unità organizzativa responsabile del procedimento:<br><i>Ufficio Statuto, Regolamenti e Organi universitari</i><br>Responsabile del procedimento:<br>Il Capo dell'Ufficio <i>dott. Mario Mannelli</i> |
|---|

# **UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI *FEDERICO II***

## **FACOLTÀ DI SCIENZE BIOTECNOLOGICHE**

### **REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN**

### **BIOTECNOLOGIE MOLECOLARI E INDUSTRIALI**

### **Classe delle Lauree Magistrali in Biotecnologie Industriali, Classe LM-8**

#### **Art.1. Definizioni**

Ai sensi del presente regolamento si intendono:

- a) per Facoltà, la Facoltà di Scienze Biotecnologiche dell'Università degli studi di Napoli Federico II;
- b) per Regolamento sull'Autonomia didattica (RAD), il Regolamento recante norme concernenti l'Autonomia Didattica degli Atenei, di cui al D.M. del 3 novembre 1999, n.509 come modificato e sostituito dal D.M. del 22 ottobre 2004, n. 270;
- c) per Regolamento Didattico di Ateneo (RDA), il Regolamento didattico approvato dall'Università degli studi di Napoli Federico II ai sensi dell'Art.11 del D.M del 22 ottobre 2004, n. 270;
- d) per Decreto ministeriale, di seguito denominato DCL, il D.M. del 16 marzo 2007 di determinazione delle classi delle lauree universitarie magistrali;
- e) per Corso di Laurea magistrale, il Corso di Laurea magistrale in Biotecnologie Molecolari e Industriali, come individuato dall'Art.2 del presente regolamento;
- f) per titolo di studio, la Laurea magistrale in Biotecnologie Molecolari e Industriali, come individuata dall'Art.2 del presente regolamento;

nonché tutte le altre definizioni di cui all'Art.1 del RDA.

#### **Art.2. Titolo e Corso di Laurea magistrale**

Il presente regolamento disciplina il Corso di Laurea magistrale in Biotecnologie Molecolari e Industriali, appartenente alla Classe delle lauree magistrali in Biotecnologie Industriali, Classe LM-8, di cui alla tabella allegata al DCL e al relativo Ordinamento didattico inserito nel RDA, afferente alla Facoltà di Scienze Biotecnologiche.

Gli obiettivi formativi qualificanti del Corso di Laurea Magistrale sono quelli fissati nell'Ordinamento Didattico.

I requisiti di ammissione a Corsi di Laurea magistrale sono quelli previsti dalle norme vigenti in materia. Altri requisiti formativi e culturali richiesti per l'accesso al Corso di Laurea magistrale in Biotecnologie Molecolari e Industriali, sono regolati dal successivo Art.4.

La Laurea Magistrale si consegue al termine del Corso di Laurea e comporta l'acquisizione di 120 Crediti Formativi Universitari.

#### **Art.3. Struttura didattica**

Il Corso di laurea magistrale è retto dal Consiglio del Corso di Laurea in Biotecnologie Biomolecolari e Industriali che assorbe le competenze del Consiglio di Corso di Laurea Magistrale in Biotecnologie Molecolari e Industriali.

Il Consiglio del Corso di Studio in Biotecnologie Biomolecolari e Industriali è costituito come previsto dallo Statuto e dal RDA, ed ha le competenze previste dal RDA.

#### **Art.4. Requisiti per l'ammissione**

I requisiti di ammissione alla laurea magistrale in Biotecnologie Molecolari e Industriali e le attività formative propedeutiche ed integrative sono indicati nell'allegato A al presente regolamento.

#### **Art.5. Articolazione degli studi**

##### **5.1. Laurea magistrale**

L'impegno orario riservato allo studio personale e ad altre attività formative di tipo individuale non deve essere inferiore al 50% dell'impegno orario complessivo.

Il Corso di Laurea magistrale in Biotecnologie Molecolari e Industriali si articola nei curricula riportati nell'allegato B.1 al presente regolamento. L'allegato riporta, per ciascun curriculum di cui sopra, l'elenco degli insegnamenti, con l'eventuale articolazione in moduli, l'indicazione dei settori scientifico - disciplinari di riferimento, l'elenco delle altre attività formative e degli ambiti disciplinari, i crediti assegnati a ciascuna attività formativa.

##### **5.2. Attività formative e relative tipologie**

L'allegato B.2 specifica, per ciascun insegnamento, i moduli da cui esso è costituito e, per ciascun modulo:

- a) il settore scientifico - disciplinare di riferimento,
- b) i Crediti Formativi Universitari (CFU),
- c) le tipologie didattiche previste (Lezioni, Esercitazioni, ecc.),
- d) gli obiettivi formativi specifici,
- e) i contenuti,

#### **Art.6. Organizzazione didattica**

##### **6.1. Tipo di organizzazione**

Le attività formative si articolano in periodi didattici fissati dal Manifesto degli studi. Esse si svolgono in tempi differenti da quelli dedicati agli esami.

##### **6.2. Manifesto degli studi**

Il Consiglio dei Corsi di Studio in Biotecnologie Biomolecolari e Industriali predispone entro il 30 Maggio di ogni anno il Manifesto degli studi relativo all'Anno Accademico successivo, e ne propone l'approvazione al Consiglio di Facoltà. Il Manifesto degli Studi indica quali dei curricula, di cui all'Art.5 comma 1 del presente regolamento, saranno attivati nel successivo anno accademico e specifica:

- a) il calendario e le modalità di svolgimento delle attività formative propedeutiche e integrative di cui all'allegato A.;
- b) l'elenco dei moduli e degli insegnamenti che vengono attivati e la loro collocazione nei periodi didattici previsti dal precedente comma 1;
- c) il calendario delle attività formative, definite in accordo con la programmazione didattica annuale della Facoltà;
- d) il calendario delle sessioni di esame ordinarie, da collocare alla fine di ciascun periodo didattico;
- e) il calendario della sessione di esame di recupero, da tenersi nel mese di settembre, prima dell'inizio delle attività formative del successivo anno accademico;
- f) le norme che regolano la sostituzione di insegnamenti impartiti negli anni precedenti e che siano stati soppressi;
- g) le regole per la compilazione di Piani di studio.

##### **6.3. Piani di studio**

Gli studenti devono esprimere l'opzione per il curriculum all'atto dell'iscrizione al II anno di corso.

Ogni anno gli studenti possono presentare il Piano di studio per il successivo Anno Accademico. La presentazione ha luogo nei tempi e con le modalità definite dal Manifesto degli Studi.

Il Piano di studio può essere presentato anche prima dell'iscrizione all'anno accademico successivo e prima del versamento del bollettino di iscrizione. L'approvazione sarà comunque subordinata all'avvenuta iscrizione entro i termini previsti e alla conformità dei dati di iscrizione con quelli di presentazione del Piano di studio.

Ogni anno gli studenti possono presentare il Piano di studio per il successivo Anno Accademico. La presentazione ha luogo nei tempi e con le modalità definite dal Manifesto degli Studi.

I Piani di studio sono esaminati dal Consiglio dei Corsi di Studio in Biotecnologie Molecolari e Industriali entro 30 giorni dalla data di scadenza per la presentazione.

Qualora lo studente non perfezioni, nelle forme e nei tempi previsti per questo adempimento, l'iscrizione all'anno accademico cui il Piano di studio si riferisce, esso non avrà efficacia.

Esclusivamente allo studente che intenda presentare domanda di passaggio è consentito di presentare contestualmente il Piano di studio in deroga alle scadenze previste.

#### **6.4. Frequenza**

In considerazione del tipo di organizzazione didattica prevista nel presente regolamento può essere richiesta la frequenza obbligatoria a tutte le attività formative. In particolare, per gli insegnamenti che comprendono attività di Laboratorio, la frequenza ad almeno il 70% di esse è prerequisite per poter accedere alla valutazione.

Per gli insegnamenti nei quali la verifica del profitto include gli accertamenti in itinere, con prove da svolgersi durante lo svolgimento del corso, il prerequisite per accedere alla valutazione è l'aver svolto almeno il 70% delle prove.

#### **Art.7. Tutorato**

Nell'ambito della programmazione didattica, il Consiglio dei Corsi di Studio organizza le attività di orientamento e tutorato secondo quanto indicato nell'apposito Regolamento previsto dall'Art.12 comma 1 del RDA.

#### **Art.8. Ulteriori iniziative didattiche**

In conformità agli artt. 2, comma 8, 18 e 19 del RDA, il Consiglio dei Corsi di Studio può proporre all'Università l'istituzione di iniziative didattiche di perfezionamento, corsi di preparazione agli Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio delle professioni e dei concorsi pubblici e per la formazione permanente, corsi per l'aggiornamento e la formazione degli insegnanti di Scuola Superiore, Master, ecc. Tali iniziative possono anche essere promosse attraverso convenzioni dell'Ateneo con Enti pubblici o privati.

#### **Art.9. Passaggi e trasferimenti**

Il riconoscimento dei crediti acquisiti è deliberato dal Consiglio dei Corsi di Studio. A questo fine, esso può istituire un'apposita commissione istruttoria, che, sentiti i docenti del settore scientifico - disciplinare cui l'insegnamento/modulo afferisce, formuli proposte per il Consiglio dei Corsi di Studio. Quest'ultimo decide anche in merito ai crediti acquisiti in settori scientifico-disciplinari che non compaiono nei curricula del Corso di Laurea magistrale in Biotecnologie Molecolari e Industriali.

#### **Art.10. Esami e altre verifiche del profitto**

##### **10.1. Ammissione all'esame di profitto**

L'ammissione all'esame di profitto è subordinata alla verifica del rispetto delle propedeuticità tra gli insegnamenti. In particolare, per essere ammesso a sostenere l'esame relativo a un insegnamento che preveda

propedeuticità lo studente deve avere già superato gli esami degli insegnamenti a esso propedeutici, come attestato dalla documentazione relativa alla sua carriera.

## **10.2. Modalità dell'esame di profitto**

L'esame di profitto ha luogo per ogni insegnamento, nel limite del numero massimo di esami previsto dal RDA. Esso deve tenere conto dei risultati conseguiti in eventuali prove di verifica sostenute durante lo svolgimento del corso (prove in itinere).

Le prove di verifica effettuate in itinere sono inserite nell'orario delle attività formative; le loro modalità sono stabilite dal docente e comunicate agli allievi all'inizio del corso.

L'esame e/o le prove effettuate in itinere possono consistere in:

- verifica mediante questionario/esercizio numerico;
- relazione scritta;
- relazione sulle attività svolte in laboratorio;
- colloqui programmati;
- verifiche di tipo automatico in aula informatica.

Alla fine di ogni periodo didattico, lo studente viene valutato sulla base dell'esito dell'esame e delle eventuali prove in itinere. In caso di valutazione negativa, lo studente avrà l'accesso a ulteriori prove di esame nei successivi periodi previsti.

In tutti i casi, il superamento dell'esame determina l'acquisizione dei corrispondenti CFU.

## **Art.11. Tempi**

### **11.1. Percorso normale**

La durata normale del Corso di Laurea magistrale in Biotecnologie Molecolari e Industriali è di 2 anni.

### **11.2. Studenti a contratto**

Il Consiglio determina, anno per anno, forme di contratto offerte agli studenti che chiedano di seguire gli studi in tempi più lunghi di quelli normali.

## **Art.12. Esame di laurea magistrale**

L'esame di laurea magistrale si riferisce alla prova finale prescritta per il conseguimento del relativo titolo accademico.

Per essere ammesso all'esame di laurea magistrale, lo studente deve avere acquisito tutti i crediti formativi previsti dal suo Piano di studio, tranne quelli relativi all'esame finale. Inoltre, è necessario che lo studente abbia adempiuto ai relativi obblighi amministrativi.

Entro scadenze periodiche fissate dalla Facoltà, gli studenti sottopongono all'approvazione del Consiglio di Corso di Studio l'assegnazione dell'argomento della tesi e il nominativo di un relatore universitario, allo scopo di consentire di valutare:

- a) la coerenza dell'argomento della tesi con gli obiettivi formativi del corso di studio;
- b) la verifica dell'equa distribuzione dell'impegno didattico fra i docenti di un medesimo Consiglio dei Corsi di Studio;
- c) la lunghezza dei tempi di realizzazione e l'obsolescenza di talune assegnazioni;

Le attività formative relative alla preparazione della prova finale consistono in un periodo di internato effettuato sia nell'ambito delle strutture universitarie, sia presso centri di ricerca, aziende o enti esterni, secondo modalità stabilite dal Consiglio di Corso di Studio e sotto la guida di un relatore universitario ed, eventualmente, di uno o più correlatori. La prova finale consiste nella discussione di una tesi scritta redatta in modo originale dallo studente sotto la guida del relatore e di eventuali correlatori.

La tesi di laurea può anche essere redatta in lingua inglese. In tal caso ad esso deve essere allegato un esteso riassunto in lingua italiana.

La Commissione dell'esame di laurea magistrale è costituita secondo quanto previsto all'Art. 28 del RDA.

La discussione della tesi è pubblica. Il giudizio finale, espresso secondo quanto previsto dal comma 8 dell'Art. 28 del RDA, terrà in opportuno conto la carriera dello studente e la qualità del lavoro di tesi, dell'esposizione e della discussione.

**Art. 13. Opzioni dai preesistenti Ordinamenti all'Ordinamento ex D.M. 270/04**

Gli studenti iscritti al Corso di Laurea specialistica in Biotecnologie Molecolari e Industriali dell'ordinamento preesistente possono optare per l'iscrizione al Corso di Laurea magistrale in Biotecnologie Molecolari e Industriali dell'ordinamento ex D.M. 270/04 secondo quanto disposto dall'Art. 35 comma 2 del RDA. Il riconoscimento degli studi compiuti sarà deliberato dal Consiglio dei Corsi di Studio, previa la valutazione in crediti degli insegnamenti dell'ordinamento di provenienza e la definizione delle corrispondenze fra gli insegnamenti/moduli dell'ordinamento ex D.M. 270/04 e di quello di provenienza.

Le transizioni di studenti iscritti a Corsi di Studio diversi dal Corso di laurea in Biotecnologie Molecolari e Industriali sono considerate come richieste di passaggio, secondo quanto disposto dall'Art.35 comma 3 del RDA.

Allo studente possono essere riconosciuti anche CFU relativi ad insegnamenti/moduli collocati in anni successivi a quello a cui è stato iscritto.

**Napoli, 18 maggio 2009**

**IL RETTORE**  
**Guido TROMBETTI**

## **Allegato A**

### **Requisiti di ammissione e attività formative propedeutiche e integrative**

Per essere ammessi al corso di laurea magistrale in Biotecnologie Molecolari e Industriali occorre essere in possesso di una laurea di cui alla tabella allegata al D.M. del 16 marzo 2007, purché si sia in possesso di conoscenze sufficienti nelle discipline di seguito elencate:

- a) discipline matematiche, chimiche e fisiche;
- b) discipline biologiche (biochimica, biologia molecolare, genetica);
- c) discipline del settore fermentativo (microbiologia e chimica delle fermentazioni);
- d) discipline di tecnologie di processo (termodinamica e fenomeni di trasporto, fondamenti di operazioni unitarie per le biotecnologie);
- e) lingua inglese soprattutto con riferimento ai lessici disciplinari.

In particolare è necessario che abbiano, all'atto dell'immatricolazione, già conseguito CFU nei SSD come di seguito riportato:

- a) 15 CFU nel SSD BIO/10
- b) 8 CFU nel SSD BIO/11
- c) 8 CFU nel SSD BIO/13
- d) 3 CFU nel SSD BIO/18
- e) 6 CFU nell'ambito dei SSD MAT/03-MAT/07
- f) 6 CFU nell'ambito dei SSD FIS/01-FIS/07
- g) 15 CFU nell'ambito dei SSD CHIM/01-CHIM/06

Lo studente che intende immatricolarsi al corso di Laurea Magistrale in Biotecnologie Molecolari e Industriali deve fornire in allegato alla domanda i dettagli della sua formazione pregressa, ossia la lista di tutte le attività formative effettuate per il conseguimento della laurea.

La verifica delle conoscenze pregresse e della personale preparazione è affidata dal Consiglio ad una Commissione deliberante, che valuta la carriera dello studente anche attraverso eventuali colloqui individuali. Qualora la Commissione ritenga sufficiente il livello delle conoscenze e competenze del Laureato, esprime un giudizio di idoneità, che consente l'immatricolazione al Corso di Laurea Magistrale in Biotecnologie Molecolari e Industriali. Qualora la preparazione del Laureato venga valutata non idonea, la Commissione indica le attività formative propedeutiche e integrative che lo studente deve assolvere prima dell'immatricolazione.

## Allegato B1

### *Elenco degli insegnamenti*

#### CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN BIOTECNOLOGIE MOLECOLARI E INDUSTRIALI

| INSEGNAMENTO | CFU | Moduli (se previsto) | CFU/<br>modulo | SSD | Attività (*) | Ambito<br>disciplinare<br>(**) |
|--------------|-----|----------------------|----------------|-----|--------------|--------------------------------|
|--------------|-----|----------------------|----------------|-----|--------------|--------------------------------|

#### I ANNO

|   |    |   |   |            |   |     |
|---|----|---|---|------------|---|-----|
| Metodi Matematici e Fisici per le Biotecnologie | 8  | Matematica applicata                      | 4 | MAT/05     | 2 | 2.3 |
|   |    | Fisica applicata                          | 4 | FIS/01     | 2 | 2.3 |
| Biotecnologie microbiche industriali            | 8  | Biotecnologie delle fermentazioni         | 4 | CHIM/11    | 2 | 2.1 |
|   |    | Microbiologia Industriale                 | 4 | CHIM/11    | 2 | 2.1 |
| Metodi analitici per le biotecnologie           | 6  |   | 6 | BIO/10     | 2 | 2.2 |
| Biotecnologie agrarie e farmaceutiche           | 12 | Biotecnologie agrarie                     | 4 | AGR/07     | 4 |     |
|   |    | Biotecnologie farmaceutiche               | 4 | CHIM/08    | 2 | 2.1 |
|   |    | Sintesi di biomolecole                    | 4 | CHIM/06    | 2 | 2.1 |
| Ingegneria delle Reazioni Biotecnologiche       | 10 | Termodinamica dei processi biotecnologici | 4 | ING-IND/24 | 2 | 2.1 |
|   |    | Bioreattori                               | 6 | ING-IND/25 | 2 | 2.1 |
| Biotecnologie biochimiche                       | 9  | Biotecnologie ricombinanti                | 3 | BIO/10     | 2 | 2.2 |
|   |    | Ingegneria proteica                       | 3 | BIO/10     | 2 | 2.2 |
|   |    | Ingegneria metabolica                     | 3 | BIO/10     | 2 | 2.2 |
| Scienze omiche nelle biotecnologie              | 7  | Genomica e trascrittomica                 | 4 | BIO/18     | 2 | 2.2 |
|   |    | Proteomica                                | 3 | BIO/10     | 2 | 2.2 |

#### II ANNO

|  |    |                                    |   |        |   |  |
|--|----|------------------------------------|---|--------|---|--|
| Aspetti di igiene e di diritto nelle biotecnologie | 8  | Igiene Generale e Applicata        | 4 | MED/42 | 4 |  |
|  |    | Aspetti giuridici in biotecnologie | 4 | IUS/10 | 4 |  |
| Insegnamenti curriculari                           | 20 | Moduli curriculari                 |   |        |   |  |
| A scelta autonoma dello studente                   | 8  |                                    |   |        | 3 |  |
| Tirocinio formativo                                | 6  |                                    |   |        | 6 |  |
| Prova finale                                       | 18 |                                    |   |        | 5 |  |

#### Curriculum Molecolare

|                          |    |                        |   |         |   |     |
|--------------------------|----|------------------------|---|---------|---|-----|
| Biologia strutturale     | 10 | Biostrutturistica      | 4 | CHIM/03 | 2 | 2.1 |
|                          |    | Biocristallografia     | 6 | CHIM/02 | 2 | 2.1 |
| Biotecnologie molecolari | 10 | Bioinformatica         | 4 | BIO/10  | 2 | 2.2 |
|                          |    | Proteomica strutturale | 6 | BIO/10  | 2 | 2.2 |

#### Curriculum Processistico

|   |    |  |   |            |   |     |
|---|----|--|---|------------|---|-----|
| Processi biotecnologici                         | 10 | Fenomeni di trasporto in sistemi biologici | 4 | ING-IND/24 | 2 | 2.1 |
|   |    | Impianti e processi biotecnologici         | 6 | ING-IND/25 | 2 | 2.1 |
| Economia e gestione dei processi biotecnologici | 10 | Economia ed organizzazione aziendale       | 5 | ING-IND/35 | 2 | 2.3 |
|   |    | Controllo statistico della qualità         | 5 | SECS-S/02  | 2 | 2.3 |



**(\*) Legenda delle tipologie delle attività formative ai sensi del D.M. 270/04**

| <b>Attività formativa</b> | <b>1</b>           | <b>2</b>           | <b>3</b>           | <b>4</b>           | <b>5</b>           | <b>6</b>           | <b>7</b>           |
|---------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| <b>Rif. D.M. 270/04</b>   | Art.10 comma 1, a) | Art.10 comma 1, b) | Art.10 comma 5, a) | Art.10 comma 5, b) | Art.10 comma 5, c) | Art.10 comma 5, d) | Art.10 comma 5, e) |

**(\*\*) Legenda degli ambiti disciplinari**

| <b>Ambiti disciplinari</b> | <b>2.1</b>          | <b>2.2</b>            | <b>2.3</b>                                 |
|----------------------------|---------------------|-----------------------|--|
| <b>rif. DCL</b>            | Discipline chimiche | Discipline biologiche | Discipline per le competenze professionali |

Per quanto riguarda le attività a scelta autonoma, il Consiglio di Corso di Studio propone, nell'ambito del Manifesto degli Studi, una lista di insegnamenti che permettono di approfondire particolari aspetti delle discipline che costituiscono il bagaglio culturale irrinunciabile per ciascuno studente. Se lo ritiene opportuno, lo studente può scegliere uno o più di tali insegnamenti, nel rispetto dei 8 CFU assegnatigli. La lista di insegnamenti da attivare dovrà comprendere gli insegnamenti elencati di seguito.

**Elenco degli insegnamenti a scelta**

| <b><i>Insegnamento</i></b>                          | <b><i>CFU</i></b> | <b><i>S.S.D.</i></b> |
|---|-------------------|----------------------|
| Ingegneria dei tessuti                              | 4                 | ING-IND/34           |
| Biotecnologie ambientali                            | 4                 | CHIM/11              |
| Laboratorio di bioinformatica                       | 4                 | BIO/10               |
| Introduzione ai biosensori e biochip a stato solido | 4                 | ING-IND/24           |

## Allegato B.2

Attività formative del Corso di Laurea Magistrale in Biotecnologie Molecolari e Industriali

|   |                              |
|---|------------------------------|
| <b>Insegnamento: Metodi Matematici e Fisici per le Biotecnologie</b>  |                              |
| <b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli): Matematica applicata</b>   |                              |
| <b>CFU: 4</b>   | <b>SSD: MAT/05</b>           |
| <b>Ore di lezione: 32</b>   | <b>Ore di esercitazione:</b> |
| <b>Anno di corso: I</b>   |                              |
| <b>Obiettivi formativi:</b><br>Fornire gli strumenti matematici necessari per la elaborazione e la valutazione dei dati sperimentali  |                              |
| <b>Contenuti:</b><br><b>Elementi di teoria degli insiemi:</b> nozioni preliminari, operazioni sugli insiemi (unione, intersezione, differenza, complementazione, prodotto cartesiano), insieme delle parti, funzioni e relazioni binarie, relazioni di equivalenza e di ordine, massimo minimo estremo superiore ed inferiore di un insieme.<br><b>Richiami di teoria delle funzioni reali di una variabile reale:</b> funzioni elementari, funzione modulo di un numero reale, funzione potenza n-esima di un numero reale, funzione potenza con esponente un numero reale, funzione esponenziale; limite di una funzione, proprietà dei limiti; funzioni monotone; funzioni continue; derivate, il significato geometrico della derivata prima; integrale indefinito, metodi di integrazione, area di un rettangoloide e integrale definito, proprietà degli integrali; sommabilità e integrali impropri. Alcuni cenni sulla teoria delle funzioni reali di più variabili reali.<br><b>Raccolta e organizzazione dei dati (la statistica descrittiva):</b> grandezze che sintetizzano i dati, media, mediana e moda, varianza e deviazione standard campionarie, percentili campionari, box-plot e disuguaglianza di Chebyshev, campioni bivariati; correlazione e regressione, indice di correlazione, retta di regressione.<br><b>Calcolo delle Probabilità:</b> diverse interpretazioni del concetto di probabilità di un evento, spazio degli esiti e degli eventi, teoria assiomatica della probabilità, spazio di probabilità, probabilità condizionata, fattorizzazione di un evento e formula di Bayes, eventi indipendenti.<br><b>Variabili aleatorie:</b> variabili aleatorie discrete e continue, funzione distribuzione di probabilità, funzione di ripartizione, massa e densità di probabilità, valore atteso, varianza di una variabile aleatoria, proprietà, il caso della variabile aleatoria normale o Gaussiana. |                              |

|   |                              |
|---|------------------------------|
| <b>Insegnamento: Metodi Matematici e Fisici per le Biotecnologie</b>  |                              |
| <b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli): Fisica applicata</b>   |                              |
| <b>CFU: 4</b>   | <b>SSD: FIS/01</b>           |
| <b>Ore di lezione: 32</b>   | <b>Ore di esercitazione:</b> |
| <b>Anno di corso: I</b>   |                              |
| <b>Obiettivi formativi:</b><br>Fornire gli strumenti della fisica necessari al biotecnologo per la progettazione e la attuazione di un progetto di interesse biotecnologico   |                              |
| <b>Contenuti:</b><br><b>Magnetismo.</b> Campo magnetico, forza magnetica su un conduttore percorso da corrente, momento agente su una spira in un campo magnetico, legge di Biot-Savart, forza magnetica tra conduttori percorsi da corrente, teorema di Ampère, campo magnetico di un solenoide.<br><b>Induzione elettro-magnetica.</b> Legge di Faraday-Lenz, forze elettromotrici indotte e campi elettrici, energia immagazzinata in un campo magnetico.<br><b>Onde elettromagnetiche.</b> Corrente di spostamento, teorema di Ampère generalizzato, equazioni di Maxwell in forma integrale, onde elettromagnetiche piane, scoperta di Hertz, energia trasportata dalle onde elettromagnetiche, quantità di moto e pressione di radiazione, spettro elettromagnetico, polarizzazione. Cenni alla teoria del laser.<br><b>Interazione DNA-Proteine e Proteine-Proteine indotta la luce UV.</b> Cenni ad esperimenti e teorie riguardanti reazioni di crosslinking DNA-proteine e proteine-proteine indotte da radiazione UV continua e impulsata, sia <i>in vitro</i> che <i>in vivo</i> . Partecipazione ad esperienze di laboratorio laser e di analisi biochimica dei campioni irraggiati. |                              |

|   |                              |
|---|------------------------------|
| <b>Insegnamento: Biotecnologie Microbiche Industriali</b>   |                              |
| <b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli): Biotecnologie delle Fermentazioni</b>  |                              |
| <b>CFU: 4</b>   | <b>SSD: CHIM/11</b>          |
| <b>Ore di lezione: 32</b>   | <b>Ore di esercitazione:</b> |
| <b>Anno di corso: I</b>   |                              |
| <b>Obiettivi formativi:</b><br>Obiettivo del corso di Biotecnologia delle fermentazioni è fornire e coordinare le principali informazioni che consentono di utilizzare i lieviti come microrganismi nelle produzioni industriali.   |                              |
| <b>Contenuti:</b><br>Introduzione alla tecnologia dei lieviti.<br>Gli strumenti per la manipolazione genetica dei lieviti ed il loro impiego per lo sviluppo di organismi geneticamente modificati impiegati nelle produzioni industriali<br>Cenni di ultrastruttura della cellula di lievito ed implicazioni nel controllo del processo industriale<br>Cenni sulla nutrizione dei lieviti: impatto dell'ottimizzazione dei terreni di coltura sull'esito del processo industriale. Accenno ai metodi statistici innovativi per lo sviluppo di terreni industriali.<br>Cenni sui caratteri metabolici peculiari dei lieviti: effetto Crabtree e metabolismo respiro-fermentativo; catabolismo degli acidi grassi; metabolismo del metanolo nel genere <i>Pichia/Hansenula</i> .<br>Cenni sulle modalità di crescita, riproduzione e morte delle cellule di lievito: crescita di una popolazione di lieviti (coltura in continuo, in <i>batch</i> , in <i>feed-batch</i> ) |                              |

|  |                              |
|--|------------------------------|
| <b>Insegnamento: Biotecnologie Microbiche Industriali</b>  |                              |
| <b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli): Microbiologia Industriale</b>   |                              |
| <b>CFU: 4</b>  | <b>SSD: CHIM/11</b>          |
| <b>Ore di lezione: 32</b>  | <b>Ore di esercitazione:</b> |
| <b>Anno di corso: I</b>  |                              |
| <b>Obiettivi formativi:</b><br>Il corso si prefigge di fornire delle competenze teoriche e pratiche sui processi industriali legati all'impiego di microrganismi. In particolare si valuteranno le fasi di processo dei principali processi biotecnologici.  |                              |
| <b>Contenuti:</b><br>Richiami alle caratteristiche morfologiche e strutturali delle cellule batteriche. Fisiologia batterica: nutrizione, respirazione e moltiplicazione.<br>I microrganismi di interesse industriale: inquadramento tassonomico.<br>Enzimi e microrganismi estremofili di interesse industriale.<br>Metabolismo microbico e processi fermentativi.<br>La selezione dei microrganismi per la produzione di metaboliti di interesse industriale. Lo screening ed il miglioramento genetico dei ceppi mediante la genetica classica e l'impiego del DNA ricombinante.<br>Terreni colturali e materie prime. Metaboliti primari e secondari di interesse industriale.<br>Il fermentatore.<br>Immobilizzazione di enzimi e cellule microbiche e loro applicazione industriale.<br>Aspetti cinetici dei processi microbiologici e valutazione dello sviluppo microbico. Isolamento dei prodotti di fermentazione; il processo di downstream.<br>Trattamento microbiologico delle acque reflue.<br>I microrganismi nei processi industriali: la produzione di enzimi, antibiotici e biomasse microbiche. |                              |

|   |                              |
|---|------------------------------|
| <b>Insegnamento: Metodi Analitici per le Biotecnologie</b>  |                              |
| <b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>  |                              |
| <b>CFU: 6</b>   | <b>SSD: BIO/10</b>           |
| <b>Ore di lezione: 48</b>   | <b>Ore di esercitazione:</b> |
| <b>Anno di corso: I</b>   |                              |
| <b>Obiettivi formativi:</b>   |                              |
| <p>Obiettivo di questo corso è fornire la manualità necessaria per affrontare una caratterizzazione strutturale di proteine e consentire allo studente con simulazioni in aula ed in laboratorio di affrontare e gestire problematiche ad impatto biotecnologico.</p>   |                              |
| <b>Contenuti:</b>   |                              |
| <p>Il corso parte da una panoramica delle metodologie necessarie ad affrontare le esercitazioni di laboratorio previste, compresa una introduzione pratica all'utilizzo delle banche dati.</p> <p>In questa prima fase del corso è previsto che lo studente sviluppi la capacità critica per impostare esperimenti nell'ambito di progetti di ricerca in ambito biotecnologico. Sarà dato ampio spazio alla lettura critica di articoli scientifici e relativa ricerca, nonché alla consultazione di banche dati tipo SWISS-PROT e NCBI.</p> <p>La seconda fase del corso ha come obiettivo esercitazioni virtuali e pratiche per la purificazione e la caratterizzazione di proteine.</p> <p>Argomenti principali saranno:</p> <p>Isolamento di proteine da fonti biologiche. Purificazione di proteine ricombinanti.</p> <p>Determinazione di parametri chimico-fisici delle macromolecole proteiche.</p> <p>Metodi per la determinazione della struttura di proteine a bassa risoluzione ed analisi conformazionale.</p> <p>Sono previste esercitazioni pratiche per:</p> <p>Consultazione banche dati</p> <p>Separazioni cromatografiche su apparecchiature ad alte prestazioni (FPLC)</p> <p>Determinazione dello stato oligomerico di proteine (Confronto di determinazione del peso molecolare accurato, in condizioni native ed in condizioni denaturanti).</p> <p>Identificazione di proteine mediante tecniche di spettrometria di massa.</p> <p>Analisi spettroscopiche di proteine (Utilizzo di tecniche di fluorescenza e di dicroismo circolare per l'analisi conformazionale di proteine).</p> |                              |

|  |                                 |
|--|---------------------------------|
| <b>Insegnamento: Biotecnologie Agrarie e Farmaceutiche</b>   |                                 |
| <b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli): Biotecnologie Agrarie</b>   |                                 |
| <b>CFU: 4</b>  | <b>SSD: AGR/07</b>              |
| <b>Ore di lezione: 22</b>  | <b>Ore di esercitazione: 10</b> |
| <b>Anno di corso: I</b>  |                                 |
| <b>Obiettivi formativi:</b><br>Al fine di far acquisire allo studente le nozioni necessarie per il biotecnologo industriale nel campo delle applicazioni delle biotecnologie agrarie per l'ottenimento di prodotti di interesse per l'industria e per l'ambiente, le lezioni illustreranno le principali metodologie di miglioramento genetico avanzato e l'impiego delle piante come bioreattori per l'ottenimento di farmaci, fibre, bioplastica, etc. e per il risanamento dell'ambiente, con o senza interventi di transgenesi. Le esercitazioni di laboratorio introdurranno lo studente alle tecniche di base di analisi di vegetali geneticamente migliorati e manipolati.  |                                 |
| <b>Contenuti:</b><br>Cenni sulla produzione agricola mondiale. Sostenibilità della produzione agroindustriale. Struttura della pianta ai fini della produzioni di beni. La rizosfera e le interazioni tra piante e microrganismi. Le risorse genetiche vegetali. Base genetica delle popolazioni vegetali di interesse agroindustriale. Principali schemi di miglioramento genetico. Marcatori molecolari applicati al miglioramento genetico ed all'identificazione di geni. Metodi innovativi per l'ottenimento di PGM. Piante e biomasse per la produzione di energia. La pianta come bioreattore: l'ingegneria metabolica. Piante per la produzione di biofarmaci. Piante per la produzione di plastiche. Piante per la produzione di fibre e per materiali biocompositi. Piante per il risanamento dell'ambiente. |                                 |

|   |                              |
|---|------------------------------|
| <b>Insegnamento: Biotecnologie Agrarie e Farmaceutiche</b>  |                              |
| <b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli): Biotecnologie Farmaceutiche</b>  |                              |
| <b>CFU: 4</b>   | <b>SSD: CHIM/08</b>          |
| <b>Ore di lezione: 32</b>   | <b>Ore di esercitazione:</b> |
| <b>Anno di corso: I</b>   |                              |
| <b>Obiettivi formativi:</b><br>L'obiettivo formativo del corso è l'acquisizione delle basi concettuali e tecniche della progettazione e della produzione di farmaci biotecnologici, partendo dalla conoscenza delle prime esperienze di produzione su scala industriale di penicillina di oltre cinquant'anni fa, a quella relativa ai sofisticati sistemi di produzione dei più recenti farmaci ottenuti per ricombinazione genetica. Più di 250 farmaci biotecnologici sono già sul mercato e hanno generato vendite per oltre 63 miliardi di dollari nel 2005; altre 800 nuove molecole biotecnologiche sono in fase di sperimentazione. Il corso intende fornire allo studente le nozioni necessarie per comprendere i problemi principali e le prospettive di questo settore in rapida crescita. |                              |
| <b>Contenuti:</b><br><i>Tematiche generali:</i> Sviluppo storico delle biotecnologie applicate al settore farmaceutico, Prodotti, Processi, Società leader.<br><i>Tematiche di Processo:</i> sistemi di espressione, fermentazione di ceppi microbici modificati geneticamente, controllo di processo, downstream processing, tecnologie di separazione e purificazione, forme farmaceutiche convenzionali, rilascio controllato e sistemi innovativi di "delivery".<br><i>Esempi di Processi Industriali:</i> penicilline, vaccini, anticorpi monoclonali, ormoni<br><i>Aspetti Normativi:</i> Legislazione farmaceutica, brevetti biotecnologici, Certificazione e Validazione (Installation Qualification, Operational Qualification, Performance Qualification)                                   |                              |

|  |                              |
|--|------------------------------|
| <b>Insegnamento: Biotecnologie Agrarie e Farmaceutiche</b>   |                              |
| <b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli): Sintesi di Biomolecole</b>  |                              |
| <b>CFU: 4</b>  | <b>SSD: CHIM/06</b>          |
| <b>Ore di lezione: 32</b>  | <b>Ore di esercitazione:</b> |
| <b>Anno di corso: I</b>  |                              |
| <b>Obiettivi formativi:</b> Comprensione delle sintesi delle molecole della Chimica Organica presenti nel mondo biologico.   |                              |
| <p><b>Contenuti:</b><br/>         Approccio alla sintesi di biomolecole. Criteri di valutazione dell'efficienza di una sintesi di biomolecole. Gruppi protettori. Le biomolecole come composti multifunzionali. Richiami alla struttura dei biopolimeri. Tecniche di sintesi di biomolecole. Sintesi ed applicazioni di biomolecole. Tecniche di analisi e purificazione di biomolecole. Cromatografia e spettroscopia. Purificazione e determinazione della struttura: L'uso delle proprietà fisiche per determinare la struttura: Purificazione dei composti. Determinazione della struttura. Cromatografia: Ripartizione ed estrazione. Cromatografia liquida su colonna. Rivelatore. Cromatografia su carta e su strato sottile. Cromatografia a fase inversa. Gel elettroforesi. Gas cromatografia. Spettroscopia. Spettroscopia di risonanza magnetica nucleare (NMR). Spettroscopia <sup>13</sup>C NMR. Spettroscopia <sup>1</sup>H NMR. Spettroscopia infrarossa (IR). Spettroscopia visibile e ultravioletta (UV). Spettrometria di massa. Materiali polimerici: Monomeri e polimeri. Polimeri lineari e ramificati. Tipi di polimerizzazione. Polimeri di addizione. Polimeri di condensazione. Polimeri con alto grado di reticolazione. Strutture tridimensionali dei polimeri. Basi molecolari per l'azione dei farmaci: Antibiotici: Struttura della parete cellulare batterica. Distruzione della parete batterica: Scoperta e struttura delle penicilline. Meccanismo di azione delle penicilline. Stabilità degli antibiotici <i>in vivo</i>. Chimica combinatoriale: Processo di drug discovery. Librerie chimiche: primarie (pool libraries) e secondarie (discrete libraries). Generazione di una pool library. Tecnica mix and split. Processi di deconvoluzione.</p> |                              |

|   |                              |
|---|------------------------------|
| <b>Insegnamento: Ingegneria delle Reazioni Biotecnologiche</b>  |                              |
| <b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli): Termodinamica dei Processi Biotecnologici</b>  |                              |
| <b>CFU: 4</b>   | <b>SSD: ING-IND/24</b>       |
| <b>Ore di lezione: 32</b>   | <b>Ore di esercitazione:</b> |
| <b>Anno di corso: I</b>   |                              |
| <b>Obiettivi formativi:</b><br>Fornire allo studente le metodologie utili per analizzare trasformazioni di interesse biotecnologico con particolare attenzione alla condizioni di equilibrio.   |                              |
| <b>Contenuti:</b><br><p><b>Primo principio della termodinamica in presenza di reazioni chimiche.</b> Forme di energia. Lavoro e calore. Richiami su bilanci di energia senza reazione: mescolamenti, passaggi di stato. Bilanci di energia con reazione. Calori di reazione: calori di formazione e di combustione. Legge di Hess. Reattore isoterma e reattore adiabatico. Bilanci di energia in reattori con crescita di biomassa: caso aerobico e caso anaerobico.</p> <p><b>Controllo della temperatura in fermentatori.</b> Trasporto di calore. Trasporto per conduzione in parete piana. Legge di Fourier. Trasporto per convezione. Convezione forzata (in tubi e recipienti agitati) e convezione naturale da pareti verticali. Coefficienti di trasmissione termica. Meccanismi di trasporto in serie. Coefficiente globale di trasporto. Esempi vari di controllo temperatura in reattori.</p> <p><b>Sterilizzazione termica.</b> Sterilizzazione termica attraverso gorgogliamento di vapore di acqua. Sterilizzazione batch. Sterilizzazione continua. Calcoli di progetto e di verifica. Flash cooler.</p> <p><b>Secondo principio della termodinamica ed equilibri di fase.</b> Entropia. Energia libera. L'equilibrio di fase in miscele. Equilibri liquido-liquido. Energia libera di miscelazione. Termodinamica dei processi di estrazione. Proprietà colligative. Pressione osmotica. Determinazione di pesi molecolari attraverso misure di pressione osmotica. Cenni alla termodinamica delle superfici.</p> <p><b>Equilibri di reazione.</b> La condizione di equilibrio chimico. Il calcolo della costante di equilibrio: energie libere di formazione. Reazioni esoergoniche e endoergoniche. Equilibri di reazione in fase gas. Equilibri in fase liquida. Equilibri in soluzioni acquose diluite. Equilibri eterogenei. L'esempio del "fissaggio" dell'ossigeno all'emoglobina. Equilibri simultanei. Reazioni a tandem. Esempi biologici. Fissaggio di leganti a macromolecole. Dialisi di equilibrio.</p> <p><b>Equilibri elettrochimici.</b> Soluzioni elettrolitiche. Elettroliti forti ed elettroliti deboli. Attività di ioni in soluzione. La legge di Debye-Huckel. Forza ionica. Effetto della forza ionica sulla solubilità: salting in e salting out. La pressione osmotica in soluzioni elettrolitiche. L'effetto Donnan. Potenziale chimico in presenza di potenziali elettrici. Trasporto di ioni attraverso membrane.</p> |                              |



|   |                              |
|---|------------------------------|
| <b>Insegnamento: Ingegneria delle Reazioni Biotecnologiche</b>  |                              |
| <b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli): Bioreattori</b>  |                              |
| <b>CFU: 6</b>   | <b>SSD: ING-IND/25</b>       |
| <b>Ore di lezione: 48</b>   | <b>Ore di esercitazione:</b> |
| <b>Anno di corso: I</b>   |                              |
| <b>Obiettivi formativi:</b><br>Fornire allo studente le metodologie di analisi, sviluppo e gestione di bioreattori.   |                              |
| <b>Contenuti:</b><br>Reattoristica<br>Richiami di cinetiche enzimatiche e modelli non strutturati di cinetiche microbiche. Definizione di fattore di conversione di substrato in prodotto/biomassa<br>Reattori ideali continui e discontinui e configurazioni basate sulla combinazione di questi. Ottimizzazione di sistemi di reazione per cinetiche diverse. Applicazioni a sistemi di interesse e sviluppo di case studies.<br>Sistemi reagenti in presenza di reti di reazioni. Definizioni di resa e selettività globale ed impiego. Analisi di semplici reti di reazioni.<br>Ottimizzazione delle condizioni di processo (flusso miscelato/segregato, temperatura, composizione della corrente reagente) in relazione alla resa ed alla selettività<br>Cenni ai principali aspetti funzionali dei reattori chimici. Cenni alle problematiche legate alla miscelazione/segregazione di fasi omogenee.<br>Trasferimento di materia liquido-gas e liquido-solido in bioreattori. Cenni alle principali problematiche di accoppiamento tra velocità di trasporto e cinetica chimica<br>Rassegna delle tipologie di reattori impiegate nella bioprocessistica: sterilizzazione, fermentazione, bioreattori enzimatici.<br>Cenni sulle normative della sicurezza dei processi industriali. |                              |

|  |                              |
|--|------------------------------|
| <b>Insegnamento: Biotecnologie Biochimiche</b>   |                              |
| <b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli): Biotecnologie Ricombinanti</b>  |                              |
| <b>CFU: 3</b>  | <b>SSD: BIO/10</b>           |
| <b>Ore di lezione: 24</b>  | <b>Ore di esercitazione:</b> |
| <b>Anno di corso: I</b>  |                              |
| <b>Obiettivi formativi:</b> approfondimento delle conoscenze teorico-metodologiche necessarie per progettare e condurre produzioni di proteine ricombinanti in diversi ospiti  |                              |
| <p><b>Contenuti:</b></p> <p><u>Espressione di proteine ricombinanti in procarioti.</u> Vettori di espressione procariotici di ultima generazione. Fattori che influenzano l'efficienza di espressione in ospiti batterici: caratteristiche del ceppo selezionato, temperatura, mezzo di coltura, induttori, <i>codon usage</i>.</p> <p><u>Espressione di proteine ricombinanti in eucarioti.</u> Vettori di espressione eucariotici di ultima generazione. Vettori virus-derivati: i vettori adenovirali come strumento efficiente per l'espressione di geni sia in cellule in coltura sia <i>in vivo</i>. Espressione in cellule CHO (<i>Chinese Hamster Ovary cells</i>). Espressione inducibile in cellule di mammifero: i sistemi tet-on e tet-off. Espressione in cellule di insetto mediata da infezione da Baculovirus. Espressione in lievito: <i>Pichia Pastoris</i> come ospite ideale per l'espressione ad alta efficienza di proteine ricombinanti.</p> <p><u>Analisi <i>in silico</i> di sequenze proteiche per la scelta del sistema di espressione ottimale:</u> <i>softwares</i> per predizioni di solubilità, stabilità, sensibilità alle proteasi, presenza di domini transmembrana, destino cellulare.</p> <p><u>Diversi sistemi di produzione di proteine ricombinanti a confronto:</u> vantaggi e svantaggi dell'utilizzo di batteri, lieviti, baculovirus e cellule di mammifero.</p> <p><u>Gateway recombinant cloning technology:</u> una tecnologia innovativa che consente l'accesso simultaneo a molteplici sistemi di espressione.</p> <p><u>Strategie di isolamento di proteine ricombinanti.</u></p> <p><u>Vettori fagmidici e <i>phage display</i>:</u> un sistema di espressione di archivi peptidici e proteici.</p> <p><u>Produzione di proteine di interesse biotecnologico con tecnologie ricombinanti:</u> esempi con riferimenti alla letteratura più recente.</p> |                              |

|  |                              |
|--|------------------------------|
| <b>Insegnamento: Biotecnologie Biochimiche</b>   |                              |
| <b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli): Ingegneria Proteica</b>   |                              |
| <b>CFU: 3</b>  | <b>SSD: BIO/10</b>           |
| <b>Ore di lezione: 24</b>  | <b>Ore di esercitazione:</b> |
| <b>Anno di corso: I</b>  |                              |
| <b>Obiettivi formativi:</b><br>Strategie e metodologie per la costruzione e produzione di proteine ricombinanti ingegnerizzate dotate di nuove funzionalità di interesse biotecnologico  |                              |
| <b>Contenuti:</b><br><b>L'ingegneria proteica:</b> la modifica mirata della struttura delle proteine per la costruzione di proteine ricombinanti di interesse biotecnologico. Le potenzialità dell'ingegneria proteica per la costruzione e l'impiego enzimi ingegnerizzati, e per lo studio del meccanismo d'azione degli enzimi. La progettazione di nuove funzionalità per le proteine ricombinanti (alterazione dei parametri cinetici, della stabilità, della specificità di reazione, della sensibilità ad inibitori, dell'affinità per ligandi, etc.)<br><b>La mutagenesi mirata:</b> la modifica chimica di specifici residui di una proteina; la modifica chimica di residui a sito attivo di un enzima; la mutagenesi sito-diretta per manipolazione del gene codificante la proteina di interesse; i più comuni sistemi sperimentali utilizzati per la mutagenesi sito-diretta; la mutagenesi a cassetta; "shuffling" mutagenesi e mutagenesi combinatoriale; l'inserimento di amminoacidi inusuali; l'inserimento di sequenze amminoacidiche utili per l'isolamento.<br><b>Costruzione di nuovi sistemi:</b> la progettazione e costruzione di proteine chimeriche e multifunzionali; gli anticorpi catalitici; il <i>protein design</i> .<br><b>Esperienze di laboratorio:</b> durante il corso saranno organizzate esercitazioni di laboratorio riguardanti i seguenti argomenti:<br><b>La modifica chimica del sito attivo di un enzima:</b> attraverso l'uso di uno specifico reattivo lo studente potrà effettuare un esperimento di modifica chimica di residui al sito attivo di un enzima, valutando l'effetto di tale modifica sulla attività enzimatica<br><b>Protein design:</b> esperienze di ingegneria proteica su proteine chimeriche utilizzando le più diffuse tecniche per la costruzione di nuove proteine ricombinanti |                              |

|   |                              |
|---|------------------------------|
| <b>Insegnamento: Biotecnologie Biochimiche</b>  |                              |
| <b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli): Ingegneria Metabolica</b>  |                              |
| <b>CFU: 3</b>   | <b>SSD: BIO/10</b>           |
| <b>Ore di lezione: 24</b>   | <b>Ore di esercitazione:</b> |
| <b>Anno di corso: I</b>   |                              |
| <p><b>Obiettivi formativi:</b><br/> Fornire i principali strumenti culturali e metodologici alla base della ingegneria metabolica in modo da inquadrare la tematica nel contesto delle moderne Biotecnologie Molecolari ed Industriali.<br/> Agli studenti saranno illustrate metodologie per la progettazione ed applicazione di tale tecnologia a casi pratici di rilievo per le produzioni biotecnologiche.</p>  |                              |
| <p><b>Contenuti:</b><br/> Nel corso verranno approfonditi i principi generali dell'ingegneria metabolica, le metodologie utilizzate per determinare e analizzare i flussi metabolici, l'identificazione dei "punti di controllo" dei flussi, le strategie per alterare i flussi metabolici. Verranno inoltre analizzati in dettaglio alcuni fra i più recenti e significativi esempi applicativi in settori di particolare interesse biotecnologico .<br/> Tematiche principali trattate durante lo svolgimento del corso:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cenni generali di metabolismo cellulare e introduzione all'ingegneria metabolica</li> <li>- Regolazione di enzimi e network metabolici</li> <li>- Analisi del flusso e del controllo metabolico. Il caso della produzione di amminoacidi in <i>C.glutamicum</i>.</li> <li>- Esempi di manipolazione metabolica: incremento di resa e produttività, ampliamento della specificità di substrato, miglioramento delle caratteristiche cellulari, biosintesi di nuovi prodotti, degradazione di xenobiotici.</li> <li>-Ingegneria metabolica nelle piante superiori: utilizzo di anticorpi e di fattori di trascrizione per la manipolazione dei pathway metabolici.</li> </ul> |                              |

|   |                              |
|---|------------------------------|
| <b>Insegnamento: Scienze Omiche nelle Biotecnologie</b>   |                              |
| <b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli): Genomica e Trascrittomica</b>  |                              |
| <b>CFU: 4</b>   | <b>SSD: BIO/18</b>           |
| <b>Ore di lezione: 32</b>   | <b>Ore di esercitazione:</b> |
| <b>Anno di corso: I</b>   |                              |
| <b>Obiettivi formativi:</b><br>Fornire al biotecnologo la conoscenza delle tecniche avanzate per l'analisi del genoma e del trascrittoma  |                              |
| <b>Contenuti:</b><br>Struttura, evoluzione ed analisi dei genomi complessi: Approcci alla mappatura fisica, genetica e citologica. Identificazione ed uso delle sequenze STS. Sequenze ripetute, trasposoni ed evoluzione del genoma. Le famiglie geniche. I "data base" genomici disponibili on-line: accesso ed applicazioni.<br>Gli SNP: tecniche diagnostiche ed applicazioni. I polimorfismi genetici ed i loci ipervariabili: applicazioni in campo diagnostico, legale e biotecnologico. Tipizzazioni genomiche e possibili applicazioni. I DNA chips e loro applicazioni nell'analisi genotipica dei polimorfismi e nello studio dell'espressione genica globale.<br>Analisi e composizione del Trascrittoma: le banche di ESTs. I microarrays. I "Non coding RNA genes" ed il loro ruolo nella regolazione dell'espressione genica. I meccanismi di editing dello RNA. La regolazione della stabilità degli mRNA; non sense-mediated decay<br>Metodiche di trasformazione e di transgenesi: Assunzione e destino del DNA esogeno. Trasformazione stabile e transiente. Sistemi di selezione e sistemi reporter. L'uso della GFP in vivo Metodologie per la produzione di organismi transgenici. Sistemi d'espressione controllata dei transgeni. L'uso degli organismi transgenici come bioreattori. Transgenesi e possibili applicazioni<br>La genomica funzionale: Le tecniche di trapping-mutagenesi. L'inserimento mirato del DNA mediante ricombinazione omologa o sito specifica: caratteristiche dei sistemi Cre-lox, R-RS; FLP/FRT e loro applicazioni. La genomica comparata: informazioni dall'analisi degli organismi modello. Le tecniche di silenziamento genico. La dsRNA interference: applicazioni.<br>Il trasferimento nucleare: stato dell'arte, metodiche e possibili applicazioni. Manipolazione delle cellule staminali e possibili applicazioni. |                              |
| <b>Modalità di esame:</b> esame finale orale con eventuali prove in itinere   |                              |

|   |                              |
|---|------------------------------|
| <b>Insegnamento: Scienze Omiche nelle Biotecnologie</b>   |                              |
| <b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli): Proteomica</b>   |                              |
| <b>CFU: 3</b>   | <b>SSD: BIO/10</b>           |
| <b>Ore di lezione: 24</b>   | <b>Ore di esercitazione:</b> |
| <b>Anno di corso: I</b>   |                              |
| <b>Obiettivi formativi:</b><br>Lo scopo del corso è di fornire le basi teoriche e pratiche delle tecniche utilizzate in laboratorio per la preparazione di un campione per analisi bidimensionale e successivo trattamento del campione prima delle analisi mediante spettrometria di massa. Si provvederà a fornire la conoscenza delle principali tecniche di spettrometria di massa utilizzate in proteomica e dei programmi in genere usati per l'identificazione di proteine.  |                              |
| <b>Contenuti:</b><br>La proteomica. Chimica delle proteine. Reattività dei gruppi funzionali delle proteine<br>Reattivi specifici ed aspecifici. Impiego delle proteasi in chimica delle proteine. Modifiche post-traduzionali e loro reattività. Gli strumenti della proteomica: Massa nominale e massa media. Gli isotopi.<br>La spettrometria di massa. Sorgenti ad electrospray e MALDI. Elettroforesi bidimensionale. Metodi cromatografici. Identificazione di proteine mediante "fingerprint". Identificazione di proteine mediante analisi di spettrometria di massa tandem. Algoritmi per l'interrogazione di banche dati. Proteomica di espressione. Proteomica quantitativa. Proteomica funzionale. Fosfoproteomica e glicoproteomica. |                              |

|  |                              |
|--|------------------------------|
| <b>Insegnamento: Aspetti di Igiene e di Diritto nelle Biotecnologie</b>  |                              |
| <b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli): Igiene Generale e Applicata</b>   |                              |
| <b>CFU: 4</b>  | <b>SSD: MED/42</b>           |
| <b>Ore di lezione: 32</b>  | <b>Ore di esercitazione:</b> |
| <b>Anno di corso: II</b>   |                              |
| <b>Obiettivi formativi:</b><br>Fornire al biotecnologo gli elementi basilari della disciplina igienistica e della tutela della salute mediante l'individuazione, l'analisi e la gestione del rischio sanitario e ambientale con particolare riferimento alle applicazioni biotecnologiche.   |                              |
| <b>Contenuti:</b><br><b>Definizione e contenuti dell'Igiene generale ed applicata</b><br>Definizione di salute. Fattori che condizionano il passaggio dallo stato di salute alla malattia<br>Nozioni di epidemiologia generale. Definizione e finalità della epidemiologia. Metodologie comuni ai vari studi epidemiologici. Fonti di dati. Principali misure in epidemiologia. Epidemiologia descrittiva. Epidemiologia analitica o investigativa: indagini retrospettive, trasversali e prospettive. Epidemiologia sperimentale. Epidemiologia e prevenzione delle malattie.<br>Fattori in grado di esercitare effetti sulla salute umana. Fattori dipendenti dall'ambiente fisico: aria, acqua, suolo e clima. Fattori dipendenti dall'ambiente biologico: microrganismi ed alimenti; il monitoraggio igienistico delle filiere produttive. Fattori dipendenti dalla manipolazione biotecnologia: vaccini, reflui, alimenti. Fattori dipendenti dall'ambiente sociale: inurbamento, abitazioni ed ambienti di vita confinati. Fattori dipendenti dal comportamento personale: abitudini alimentari. Nozioni di generali di prevenzione.<br>Biotecnologie in sanità pubblica.<br>Ecotossicologia. Saggi di ecotossicologia. Bioindicatori utilizzati per le acque marine e per le acque dolci. Applicazioni ecotossicologiche.<br>Attività di laboratorio. |                              |

|   |                              |
|---|------------------------------|
| <b>Insegnamento: Aspetti di Igiene e di Diritto nelle Biotecnologie</b>   |                              |
| <b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli): Aspetti Giuridici in Biotecnologie</b>   |                              |
| <b>CFU: 4</b>   | <b>SSD: IUS/10</b>           |
| <b>Ore di lezione: 32</b>   | <b>Ore di esercitazione:</b> |
| <b>Anno di corso: II</b>  |                              |
| <b>Obiettivi formativi:</b><br>Fornire al biotecnologo la conoscenza degli aspetti giuridici di regolamentazione, responsabilità e bioetica.  |                              |
| <b>Contenuti:</b><br>L'organizzazione sociale ed il diritto. Distinzione tra le varie branche del diritto.<br>Il diritto comunitario. Il danno Biologico.<br>L'evoluzione della legislazione<br>Il Principio di prevenzione. Valutazione dell'impatto ambientale<br>Uno sviluppo ambientale compatibile. Biotecnologia ed agricoltura. Da Rio de Janiero a Kioto.<br>La problematica dei brevetti. L'etichettatura.<br>Prime codificazioni in materia di biotecnologie in Europa.<br>Impiego confinato nell'ambiente degli OGM.<br>Emissione nell'ambiente degli OGM.<br>Cenni di bioetica - problematiche connesse. Fecondazioni artificiale. Aspetti particolari. |                              |

|   |                              |
|---|------------------------------|
| <b>Insegnamento: Biologia Strutturale</b>   |                              |
| <b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli): Biostrutturistica</b>  |                              |
| <b>CFU: 4</b>   | <b>SSD: CHIM/03</b>          |
| <b>Ore di lezione: 32</b>   | <b>Ore di esercitazione:</b> |
| <b>Anno di corso: II</b>  |                              |
| <b>Obiettivi formativi:</b><br>Fornire al biotecnologo gli strumenti per l'analisi strutturale delle biomolecole attraverso la descrizione delle tecnologie e delle metodiche utilizzate nello studio della proteomica strutturale, con particolare riguardo ai principi e alle applicazioni della risonanza magnetica nucleare.  |                              |
| <b>Contenuti:</b><br>Risonanza magnetica nucleare: principi generali. Risonanza magnetica nucleare nD di proteine: requisiti e applicazioni. Principali parametri sperimentali dall'NMR e loro determinazione. Calcoli strutturali. Analisi delle strutture. Studio di interazioni fra biomolecole mediante NMR. Proprietà dinamiche di biomolecole. Flessibilità e movimenti di respiro.<br>Risonanza paramagnetica dell'elettrone: principi generali e applicazioni.<br>Deposito dei dati sperimentali in banche dati e loro accessibilità. Uso delle banche dati. Informazioni dalla struttura atomica.<br>Applicazioni a: Aggregazione di subunità, misfolding e fibrille amiloidi. Interazioni proteine-acidi nucleici. Organizzazione strutturale dei ribosomi. Proteine di membrana. |                              |

|  |                              |
|--|------------------------------|
| <b>Insegnamento: Biologia Strutturale</b>  |                              |
| <b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli): Biocristallografia</b>  |                              |
| <b>CFU: 6</b>  | <b>SSD: CHIM/02</b>          |
| <b>Ore di lezione: 48</b>  | <b>Ore di esercitazione:</b> |
| <b>Anno di corso: II</b>   |                              |
| <b>Obiettivi formativi:</b><br>Fornire al biotecnologo gli strumenti per l'analisi strutturale delle biomolecole attraverso la descrizione delle tecnologie e delle metodiche utilizzate nello studio della proteomica strutturale, con particolare riguardo ai principi e alle applicazioni dei metodi cristallografici.  |                              |
| <b>Contenuti:</b><br>Gerarchia delle forze che determinano la forma spaziale di una proteina: le coordinate cartesiane e le coordinate interne. Classificazione delle interazioni e costruzione dei campi di forza. Organizzazione strutturale delle proteine. Classificazione. Struttura degli acidi nucleici.<br>Principali metodologie sperimentali allo stato solido e in soluzione: applicazioni e limiti.<br>Interazione luce-materia: i fenomeni di assorbimento e di diffusione. La diffrazione dei raggi X.<br>Formazione della figura di diffrazione e sua relazione con la struttura atomica. Problema della fase.<br>Diffrazioni da fasi ordinate. Diffrazione da cristallo singolo. Sorgenti di radiazione X e la luce di sincrotrone. Le simmetrie dei cristalli e del diagramma di diffrazione. Processi di cristallizzazione di proteine: metodi sperimentali ed analisi ottica dei cristalli. Caratteristiche e proprietà dei cristalli di proteine. Problema della fase e metodi sperimentali per la risoluzione delle strutture cristalline: metodo della sostituzione isomorfa, metodo della sostituzione molecolare, la diffusione anomala. Diffrazione da materiali fibrosi. |                              |

|   |                              |
|---|------------------------------|
| <b>Insegnamento: Biotecnologie Molecolari</b>   |                              |
| <b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli): Bioinformatica</b>   |                              |
| <b>CFU: 4</b>   | <b>SSD: BIO/10</b>           |
| <b>Ore di lezione: 32</b>   | <b>Ore di esercitazione:</b> |
| <b>Anno di corso: II</b>  |                              |
| <b>Obiettivi formativi:</b><br>Fornire al biotecnologo la conoscenza degli approcci informatici per l'analisi di biomolecole.   |                              |
| <b>Contenuti:</b><br><ul style="list-style-type: none"> <li>- La bioinformatica: introduzione, applicazioni.</li> <li>- Banche dati biologiche: descrizione delle banche dati di sequenze di nucleotidi e di proteine, di strutture proteiche, di "patterns", di pathways metabolici, di informazioni su malattie, di letteratura scientifica con cenni di text mining e dei sistemi di interrogazione utilizzabili per estrarre informazioni utili (SRS, Entrez).</li> <li>- La bioinformatica applicata allo studio degli acidi nucleici: sequenziamento del DNA, analisi di genomi, cenni di genomica comparata, allineamenti di sequenze, analisi filogenetica, costruzione di alberi filogenetici, analisi di SNP e microsatelliti, predizione di strutture secondarie di RNA, analisi di microarray.</li> <li>- La bioinformatica applicata allo studio delle proteine: analisi di una sequenza aminoacidica, allineamenti di sequenze proteiche, allineamenti multipli, predizione della struttura secondaria delle proteine, ricerche di pattern e motivi funzionali, analisi e predizioni della struttura terziaria delle proteine, confronto e classificazione di strutture proteiche, modellamento per omologia, modellamento per riconoscimento di fold, modellamento <i>ab initio</i>, valutazione della qualità della predizione di struttura, l'esperimento CASP, strumenti bioinformatici per studi di proteomica.</li> <li>- Chimica computazionale: uso di tecniche computazionali per descrivere il comportamento di sistemi complessi, i force fields, la minimizzazione energetica, la dinamica molecolare, studio delle interazioni proteina-proteina, proteina-ligandi, proteina-DNA, simulazioni quantomeccaniche e miste QM/MM.</li> </ul> |                              |

|   |                              |
|---|------------------------------|
| <b>Insegnamento: Biotecnologie Molecolari</b>   |                              |
| <b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli): Proteomica Strutturale</b>   |                              |
| <b>CFU: 6</b>   | <b>SSD: BIO/10</b>           |
| <b>Ore di lezione: 48</b>   | <b>Ore di esercitazione:</b> |
| <b>Anno di corso: II</b>  |                              |
| <b>Obiettivi formativi:</b><br>Obiettivo del corso è introdurre lo studente alle strategie attualmente utilizzate per affrontare il problema della determinazione su scala genomica delle strutture tridimensionali di proteine.  |                              |
| <b>Contenuti:</b><br>Panoramica delle strategie attualmente adottate per progetti di proteomica strutturale che consentano di associare prodotti genici a funzioni biologiche e di comprendere le relazioni tra sequenza, struttura e funzione.<br>Tecniche per la determinazione della struttura di proteine a bassa risoluzione: analisi conformazionale di proteine mediante tecniche spettroscopiche, modifiche chimiche selettive, proteolisi limitata, cross-linking chimico, scambio idrogeno/deuterio.<br>Introduzione all'analisi di complessi non covalenti di proteine.<br>Verranno analizzati esempi di progetti di proteomica strutturale dalla letteratura più recente. |                              |



|  |                              |
|--|------------------------------|
| <b>Insegnamento: Processi Biotecnologici</b>   |                              |
| <b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli): Fenomeni di Trasporto in Sistemi Biologici</b>  |                              |
| <b>CFU: 4</b>  | <b>SSD: ING-IND/24</b>       |
| <b>Ore di lezione: 32</b>  | <b>Ore di esercitazione:</b> |
| <b>Anno di corso: II</b>   |                              |
| <b>Obiettivi formativi:</b><br>Fornire allo studente conoscenze utili per affrontare problemi di trasporto di materia, di energia e di quantità di moto di interesse biologico.  |                              |
| <b>Contenuti:</b><br>Introduzione al corso. Importanza dei fenomeni di trasporto di materia nei sistemi biologici. Trasporto per diffusione e trasporto per convezione.<br>Diffusione in soluzioni diluite<br>Legge di Fick. Validazione sperimentale. Diffusione attraverso film stagnante. Bilanci di materia in stazionario su volume di controllo differenziale. Brevi richiami su equazioni differenziali a variabili separabili. Diffusione in geometrie a sezione variabile. Diffusione in geometria tronco-conica. La media logaritmica (analogie con reattore batch e scambiatori di calore). Confronto con dati sperimentali. Diffusione attraverso membrane porose e non porose. L'ipotesi di equilibrio all'interfaccia. Coefficiente di partizione. Determinazione sperimentale del coefficiente di diffusione. Cella a diaframma. Approccio pseudo-stazionario. Bilanci di materia in transitorio. Diffusività dipendente dalla concentrazione. Diffusione in serie. Il concetto di meccanismo controllante. La permeabilità effettiva. Diffusione in parallelo. Diffusione in geometria sferica. Il caso di curvatura trascurabile. Dissoluzione di particella sferica.<br>Diffusione con reazione<br>Introduzione. Diffusione in lastra con reazione superficiale. Meccanismo controllante. Catalizzatori porosi ed enzimi immobilizzati. Analisi dimensionale. Il fattore di efficienza ed il modulo di Thiele. Comportamenti asintotici. Determinazione del fattore di efficienza. Bilancio di materia con reazione. Cinetica di ordine zero e cinetica di ordine uno. Cinetica di Michaelis-Menten. Geometria piana e geometria sferica. Esercizi vari. Catalizzatori con zone non catalitiche. CSTR con particelle di catalizzatore. Il problema del trasporto esterno.<br>Diffusione in membrane biologiche<br>Diffusione facilitata. Il caso di reazioni veloci. Diffusione di elettroliti forti attraverso membrane. Equazione di trasporto di Nernst-Planck. Potenziale di diffusione. Trasporto in presenza di campo elettrico.<br>Trasporto per convezione<br>Equazione di trasporto. Coefficiente di trasporto. Determinazione del coefficiente di trasporto attraverso uso di correlazioni adimensionali. Determinazione sperimentale del coefficiente di trasporto. Trasporto da una bolla di ossigeno. Il problema dell'interfaccia non nota. Trasporto in una colonna di aerazione. Oxygen-Balance Method e Dynamic Method. Meccanismi di trasporto in serie. Resistenza controllante. Trasporto convettivo con reazione. Concentrazione critica di ossigeno nei processi di fermentazione. Meccanismo controllante la fermentazione. Minimo coefficiente di trasporto necessario a sostenere una determinata coltura. Esempi vari. |                              |

|  |                              |
|--|------------------------------|
| <b>Insegnamento: Processi Biotecnologici</b>   |                              |
| <b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli): Impianti e Processi Biotecnologici</b>  |                              |
| <b>CFU: 6</b>  | <b>SSD: ING-IND/25</b>       |
| <b>Ore di lezione: 48</b>  | <b>Ore di esercitazione:</b> |
| <b>Anno di corso: II</b>   |                              |
| <b>Obiettivi formativi:</b><br>Fornire allo studente le metodologie di analisi, sviluppo e gestione di impianti biotecnologici.  |                              |
| <b>Contenuti:</b><br>Estrazione liquido-liquido<br>Equilibrio di ripartizione - Stadio teorico di contatto –Grado di recupero di un'operazione di estrazione - Estrazione con stadi in sequenza – Estrazione in controcorrente – Efficienza di un modulo di estrazione reale – Tipologie di impianti di estrazione – Estrattrice Podbielniak – Torre Schiebel.<br>Ultrafiltrazione<br>Operazione di ultrafiltrazione con moduli in parallelo e in serie – Calcolo del numero degli stadi – Fenomeni di Trasporto di materia in un modulo di ultrafiltrazione – Calcolo del coefficiente di trasferimento di materia.<br>Adsorbimento.<br>Equilibrio termodinamico – Modello Freundlich e Modello Langmuir di equilibrio – Torre di adsorbimento - Condizioni operative industriali – Curva di breakthrough – Altezza efficiente della torre – Grado di recupero – Modello di equilibrio – Modello funzione degli errori (erf) – Modello di trasporto di materia.<br>Cromatografia<br>Tipologie di operazioni cromatografiche – Confronto operazione analitica-preparativa-industriale - Coefficiente di ripartizione e tempo di ritenzione - Resa di purificazione – Produttività - Fattore di risoluzione tra due analiti – Altezza e numeri di piatti teorici in colonna – Modellazione mediante la curva di Gauss - Perdite di carico – <i>Scale-up</i> operazione cromatografica.<br>Cristallizzazione e precipitazione<br>Impianti di cristallizzazione – Meccanismo di precipitazione e formazione dei cristalli – Velocità di nucleazione e velocità di accrescimento – Bilancio di popolazione sull'impianto.<br>Analisi di processi biotecnologici. <i>Case study</i> relativi, in generale, a: produzione di biocarburanti; produzione di farmaci; biorisanamento.<br>Analisi economica di processi biotecnologici: funzioni obiettivo, costi di impianti e costi di esercizio, criteri di ottimizzazione economica. |                              |

|   |                              |
|---|------------------------------|
| <b>Insegnamento: Economia e Gestione dei Processi Biotecnologici</b>  |                              |
| <b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli): Economia ed Organizzazione Aziendale</b>   |                              |
| <b>CFU: 5</b>   | <b>SSD: ING-IND/35</b>       |
| <b>Ore di lezione: 40</b>   | <b>Ore di esercitazione:</b> |
| <b>Anno di corso: II</b>  |                              |
| <b>Obiettivi formativi:</b><br>Il corso ha un'impostazione seminariale ed è integrato da un programma di visite aziendali, testimonianze di imprenditori e manager e di esercitazioni e simulazioni, al fine di acquisire conoscenze sia teoriche sia pratiche in merito all'evoluzione delle tecniche di gestione ed organizzazione dei processi produttivi adottate dalle imprese industriali con particolare riferimento al settore delle biotecnologie.   |                              |
| <b>Contenuti:</b><br>PARTE GENERALE<br>La gestione dei processi produttivi - Le previsioni per la gestione della produzione - Dimensionamento e gestione della capacità produttiva - La programmazione della produzione - La gestione del fabbisogno dei materiali - La gestione delle scorte - La gestione delle risorse strutturali - La gestione in outsourcing della logistica - Il controllo della qualità nella produzione.<br><br>PARTE SPECIALE ( <i>Approfondimenti</i> )<br>Materiale didattico, costituito da letture scientifiche integrative sugli argomenti trattati, distribuito durante il corso. |                              |

|   |                              |
|---|------------------------------|
| <b>Insegnamento: Economia e Gestione dei Processi Biotecnologici</b>  |                              |
| <b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli): Controllo Statistico della Qualità</b>   |                              |
| <b>CFU: 5</b>   | <b>SSD: SECS-S/02</b>        |
| <b>Ore di lezione: 40</b>   | <b>Ore di esercitazione:</b> |
| <b>Anno di corso: II</b>  |                              |
| <b>Obiettivi formativi:</b><br>Il corso è volto alla acquisizione della capacità d'impiegare i metodi statistici per la valutazione, il controllo ed il miglioramento della qualità dei processi produttivi.  |                              |
| <b>Contenuti:</b><br>Gestione della qualità e controllo statistico di processo.<br>Carte di controllo per variabili e per attributi.<br>Numero di campioni e frequenza di prelievo.<br>Efficacia del controllo.<br>Capacità di processo.<br>Collaudo in accettazione.<br>Curve operative. |                              |

|   |                              |
|---|------------------------------|
| <b>Insegnamento: Introduzione ai Biosensori e ai Biochips a Stato Solido</b>  |                              |
| <b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>  |                              |
| <b>CFU: 4</b>   | <b>SSD: ING-IND/24</b>       |
| <b>Ore di lezione: 32</b>   | <b>Ore di esercitazione:</b> |
| <b>Anno di corso: II</b>  |                              |
| <b>Obiettivi formativi:</b><br>Il corso ha lo scopo di introdurre gli studenti della laurea specialistica in Biotecnologie alle micro e nanotecnologie con applicazioni rilevanti nel campo delle biotecnologie industriali, medicali e biomolecolari. Saranno presentate le principali metodiche di rivelazione e misura integrabili su chip. Saranno approfonditi aspetti riguardanti lo sviluppo della genomica e proteomica in relazione all'utilizzo dei biochip e dei lab-on-chip.                          |                              |
| <b>Contenuti:</b><br>Introduzione ai sistemi micro-elettro-meccanici per applicazioni biomedicali (BioMEMS)<br>I materiali impiegati nelle tecnologie dei circuiti integrati: silicio, vetro, polimeri.<br>Le principali tecnologie di micro e nano-fabbricazione.<br>Principi di microfluidica.<br>Sensori e microsensori.<br>I microsistemi di analisi totale (MTAS): i lab-on-chip.<br>Le tecnologie BioMEMS emergenti: dalla chirurgia endoscopica al <i>drug delivery</i> .<br>Elementi di biocompatibilità. |                              |

|   |                              |
|---|------------------------------|
| <b>Insegnamento: Biotecnologie Ambientali</b>   |                              |
| <b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>  |                              |
| <b>CFU: 4</b>   | <b>SSD: CHIM/11</b>          |
| <b>Ore di lezione: 32</b>   | <b>Ore di esercitazione:</b> |
| <b>Anno di corso: II</b>  |                              |
| <b>Obiettivi formativi:</b><br>L'insegnamento ha lo scopo di fornire i fondamenti di biochimica, microbiologia, chimica e tecnologia necessari per comprendere il destino degli inquinanti nell'ambiente e le potenzialità e le modalità di impiego delle attuali tecniche biologiche di monitoraggio e di decontaminazione di siti ed affluenti acquosi inquinati.   |                              |
| <b>Contenuti:</b><br>Origine e destino biologico dei principali composti xenobiotici in suoli, sedimenti ed acque contaminate. Origine degli inquinanti, quantità rilasciate e microrganismi maggiormente coinvolti nella loro demolizione in comparti ambientali aerobici ed anaerobici. Meccanismi biologici alla base dell'evoluzione di vie biodegradative in batteri e meccanismi biochimici di demolizione di idrocarburi alifatici ed aromatici, clorurati e non, in batteri aerobici ed anaerobici specializzati.<br>Biotecnologie per il monitoraggio e la decontaminazione dei siti contaminati. Generalità sulle tecniche di biomonitoraggio (ecotossicologico, via biosensori e tecniche di biologia molecolare delle popolazioni) dei siti contaminati e loro ruolo nella stima del rischio. Generalità ed aspetti specifici relativi tecnologie convenzionali ed innovative di bioremediation ex-situ ed in situ di siti contaminati da inquinanti organici. Problematiche annesse alla loro applicazione in campo e dimensionamento dei processi. Problematiche annesse alla gestione dei siti contaminati da metalli pesanti. Cenno alle tecniche di Phytoremediation e Mycoremediation ed alle potenzialità e prospettive di Natural Attenuation, Monitored Natural Attenuation e Enhanced Natural Attenuation.<br>Trattamento biotecnologico delle acque reflue contaminate. Tecnologia biologica convenzionale per la decontaminazione di acque reflue civili. Limiti di detta tecnologia nella depurazione delle acque reflue industriali e di falda contaminate da composti xenobiotici e biotecnologie innovative (non convenzionali e/o integrate -ibride) per il trattamento di queste ultime. Digestione anaerobica e biotrasformazioni dedicate per lo smaltimento e valorizzazione delle acque reflue e surplus dell'agro-industria. |                              |

|  |                              |
|--|------------------------------|
| <b>Insegnamento: Laboratorio di Bioinformatica</b>   |                              |
| <b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>   |                              |
| <b>CFU: 4</b>  | <b>SSD: BIO/10</b>           |
| <b>Ore di lezione: 32</b>  | <b>Ore di esercitazione:</b> |
| <b>Anno di corso: II</b>   |                              |
| <b>Obiettivi formativi:</b><br>Acquisizione della capacità di utilizzare strumenti bioinformatici di base quali consultazione di banche dati di DNA e proteine, analisi filogenetica, analisi e predizione di strutture proteiche.   |                              |
| <b>Contenuti:</b><br>Il corso sarà organizzato in lezioni nelle quali sarà mostrato in laboratorio agli studenti l'insieme di strumenti bioinformatici (banche dati ed algoritmi) che sono disponibili in rete ed in esercitazioni pratiche nelle quali ciascuno studente dovrà usare i programmi a disposizione per analizzare sequenze e strutture di acidi nucleici e proteine.<br><u>Le lezioni in laboratorio riguarderanno i seguenti argomenti:</u><br>Interrogazione di banche dati biologiche usando Entrez, SRS etc.<br>Studio ed utilizzo di banche dati di geni e trascrittomi.<br>Ricerca in banche dati di sequenze nucleotidiche.<br>Ricerca in banche dati di sequenze e strutture proteiche.<br>Allineamento di sequenze di acidi nucleici e di proteine mediante i programmi BLAST e FASTA.<br>Utilizzo di algoritmi per allineamenti multipli globali e locali e per la costruzione di alberi filogenetici (ad es. i programmi CLUSTAL e PHYLIPS).<br>Predizione della struttura secondaria di RNA.<br>Ricerca di motivi e pattern funzionali in proteine.<br>Programmi per la predizione della struttura secondaria (metodi statistici e neural network).<br>Programmi per la visualizzazione grafica di strutture proteiche.<br>Programmi per la predizione di struttura tridimensionale delle proteine.<br>Banche dati di interazioni proteiche e programmi di docking.<br><u>Esercitazioni:</u><br>- Localizzazione di un gene sul genoma umano mediante Ensembl.<br>- Predizione di geni codificanti proteine in sequenze genomiche.<br>- Determinazione della struttura di un gene mediante il confronto tra la sequenza genomica e l'mRNA maturo.<br>- Analisi di sequenze proteiche (peso molecolare, punto isoelettrico) utilizzando i tools sul sito Expasy.<br>- Predizione della struttura secondaria di una proteina di cui è nota la sequenza mediante i programmi JPred e PsiPred.<br>- Modellamento per omologia della struttura tridimensionale di una proteina a partire dalla sola sequenza usando SwissModel. |                              |

|  |                              |
|--|------------------------------|
| <b>Insegnamento: Ingegneria dei Tessuti</b>  |                              |
| <b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>   |                              |
| <b>CFU: 4</b>  | <b>SSD: ING-IND/34</b>       |
| <b>Ore di lezione: 32</b>  | <b>Ore di esercitazione:</b> |
| <b>Anno di corso: II</b>   |                              |
| <b>Obiettivi formativi:</b><br>Introduzione alla implementazione dell'approccio biotecnologico di rigenerazione di tessuti attraverso la realizzazione di bioibridi tessutali in vitro.  |                              |
| <b>Contenuti:</b><br>Definizione delle diverse tipologie di approccio rigenerativo basate sull'ingegnerizzazione in vitro dei tessuti umani.<br>Le matrici. Tecnologie e requisiti delle matrici polimeriche idonee per la ricrescita cellulare in tre dimensioni. Biofunzionalità e riconoscimento biologico di matrici bioattive. Matrici multifunzionali e biomimetiche. Meccanismi di crescita 'guidata' <i>in vitro</i> .<br>Costrutti cellulari bioibridi mono e pluricellulari. Segnali cellula-matrice e cellula-cellula in costrutti tridimensionali. Bioreattori per la realizzazione di bioibridi tessutali. Controllo del microambiente cellulare in matrici tridimensionali. Condizionamento biofisico dei costrutti cellulari.<br>Implementazione delle tecniche di ingegnerizzazione dei tessuti nella medicina rigenerativa. Esempi di rigenerazione epiteliale, rigenerazione articolare e vascolare. |                              |

|  |                              |
|--|------------------------------|
| <b>Insegnamento: Tirocinio Formativo</b>   |                              |
| <b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>   |                              |
| <b>CFU: 6</b>  | <b>SSD:</b>                  |
| <b>Ore di lezione:</b>   | <b>Ore di esercitazione:</b> |
| <b>Anno di corso: II</b>   |                              |
| <b>Obiettivi formativi:</b><br>Acquisizione delle metodiche di analisi strumentale finalizzate alle attività di tesi nell'ambito delle biotecnologie molecolari e industriali. |                              |
| <b>Contenuti:</b><br>Basi teoriche e pratiche per l'utilizzo delle tecnologie finalizzate alle attività di tesi.   |                              |

|   |                              |
|---|------------------------------|
| <b>Insegnamento: Prova Finale</b>   |                              |
| <b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>  |                              |
| <b>CFU: 18</b>  | <b>SSD:</b>                  |
| <b>Ore di lezione:</b>  | <b>Ore di esercitazione:</b> |
| <b>Anno di corso: II</b>  |                              |
| <b>Obiettivi formativi:</b><br>Svolgimento di lavoro sperimentale su un tema di ricerca nell'ambito biotecnologico, che prevede l'applicazione di strumenti biotecnologici con riferimento al settore molecolare e industriale. |                              |
| <b>Contenuti:</b><br>Sviluppo di un'attività di ricerca, svolta sotto la guida di un docente dell'Ateneo, presso strutture universitarie o enti di ricerca pubblici o privati.  |                              |