



Corso di laurea magistrale in MEDICAL BIOINFORMATICS BIOINFORMATICA MEDICA Classe LM-18 Informatica

Documento Progettazione del CdS e Scheda SUA-CdS

Anno Accademico 2016/2017



Informazioni generali del Corso di Studio

Nome del Corso	<i>Medical Bioinformatics – Bioinformatica Medica</i>
Nome del Corso in inglese	<i>Medical Bioinformatics</i>
Classe	<i>LM 18 Informatica</i>
Struttura didattica di riferimento	<i>Dipartimento di Informatica</i>
Eventuali Dipartimenti associati	
Lingua in cui si tiene il Corso	<i>Inglese</i>
Titolo multiplo o congiunto	<i>NO</i>
Corso interateneo	<i>NO</i>
Modalità svolgimento didattica	<i>Convenzionale</i>
Nr. max crediti riconoscibili per attività non universitarie	<i>nessuno</i>
Corso con curriculum	<i>NO</i>
Sede e utenza sostenibile	<i>Sede: Verona – Utenza sostenibile: 60</i>
Programmazione accessi	<i>NO</i>
Docente Referente del progetto	<i>Prof. Vincenzo Manca</i>

Referenti e strutture

Presidente/Referente/Coordinatore del CdS	<i>Prof. Vincenzo Manca</i>
Organo Collegiale di gestione CdS	<i>Collegio Didattico di Informatica</i>
Rappresentanti Studenti	
Gruppo di gestione AQ	
Tutor	
Indirizzo internet del corso	



1. Documento Progettazione del CdS

1. Motivazioni

1.1 Una Laurea Magistrale in Medical Bioinformatics e le Politiche di Ateneo

La proposta di un corso di laurea magistrale in Medical Bioinformatics, dettagliata nel seguito di questo documento, è coerente con quanto contenuto nelle “Linee Strategiche per l’Offerta Formativa dell’Ateneo” (Approvate dal Consiglio di Amministrazione nella seduta del 27 maggio 2014 ed integrate nella seduta del 25 giugno 2015).

La laurea magistrale in Medical Bioinformatics, con tutti gli insegnamenti tenuti interamente in lingua inglese, conferma la vocazione internazionale dell’Ateneo Veronese e si fonda sulla capacità di coniugare ricerca di elevato livello e didattica di qualità. Più precisamente, la laurea magistrale proposta si fonda sull’intensa attività di ricerca scientifica del Dipartimento di Informatica nell’ambito della bioinformatica e dell’informatica medica.

Gli scopi di questa laurea magistrale sono ricondotti sia allo sviluppo culturale e professionale degli studenti, che andrebbero ad acquisire competenze su temi avanzati e in grado evoluzione, spendibili a livello locale, nazionale e internazionale, sia all’innovazione del territorio, a conferma del ruolo proattivo e di stimolo, che l’Ateneo si propone di ricoprire per Verona e il Veneto.

Tali scopi saranno raggiunti attraverso una costante verifica della qualità dei percorsi formativi e della struttura organizzativa, tenendo conto dei giudizi formulati dagli studenti, che saranno coinvolti attivamente in ogni ambito di loro competenza, e degli sbocchi occupazionali via via ottenuti.

Rispetto alle linee di sviluppo delineate nel documento “Linee Strategiche per l’Offerta Formativa dell’Ateneo” e agli obiettivi ad esse collegati, va sottolineato che tale proposta aderisce perfettamente allo *Sviluppo Internazionale dell’Offerta Formativa*, sia per la presenza di docenti di varia provenienza sia per l’attrattività di studenti stranieri, essendo tale laurea erogata in lingua inglese su temi avanzati di interesse internazionale, sia per la formazione degli studenti e delle studentesse italiani rispetto alla loro competitività anche in campo internazionale.

Per quanto riguarda la *Sostenibilità, Adeguatezza e Specializzazione dell’Offerta Formativa di Ateneo*, il corso di laurea magistrale in Medical Bioinformatics appare sostenibile rispetto sia alla disponibilità di strutture sia rispetto all’equilibrio fra corsi generalisti e corsi di “nicchia”, come nel seguito dettagliato. Tale corso di laurea magistrale, pur essendo specialistico rispetto ad una laurea magistrale generalista in Informatica, si configura di interesse ampio e, in un certo senso, complementare ad una laurea magistrale generalista. Il crescente numero degli studenti del corso di laurea triennale in Bioinformatica, l’apertura a studenti stranieri data dall’erogazione in lingua inglese, e l’unicità di tale laurea magistrale nel panorama nazionale rendono tale laurea magistrale potenzialmente non “di nicchia”, rispetto al numero di potenziali studenti. Per quanto riguarda l’*adeguatezza dell’offerta formativa*, tale proposta di laurea magistrale, come nel seguito illustrato, si fonda sul monitoraggio costante degli sviluppi della ricerca e dell’emersione di nuove figure professionali e si propone come strumento per lo sviluppo culturale, sociale ed economico del territorio.



Rispetto alla *Dimensione Territoriale e Rapporti con gli Altri Atenei*, il corso di laurea magistrale in Medical Bioinformatics sarà aperto alla collaborazione con Atenei Italiani e Stranieri, facilitata dall'erogazione degli insegnamenti in lingua inglese e dalla rete di collaborazioni scientifiche nell'ambito della bioinformatica e dell'informatica medica dei docenti coinvolti. Gli sbocchi occupazionali del territorio sono stati considerati, anche attraverso il confronto con realtà territoriali quali aziende, istituzioni in ambito sanitario, centri di ricerca biomedici. Allo stesso tempo, come già detto, il corso di laurea magistrale appare di interesse anche per studenti fuori regione e stranieri, vista l'unicità di tale corso di laurea magistrale.

1.2 Il contesto medico, scientifico e professionale

La medicina, ormai da tempo, fa un uso sempre più massiccio di tecnologie sofisticate, nella maggior parte dei casi fondate sull'informatica, a supporto delle principali attività cliniche di diagnosi, terapia e prognosi e ricerca medica. La tendenza verso una medicina personalizzata, in cui dati di biochimica e biologia molecolare clinica sono considerati insieme a dati di sequenziamento e di analisi dei genomi, assume un ruolo fondamentale che rende cruciale lo sviluppo e l'uso di piattaforme informatiche sempre più mirate ad elaborazioni specifiche di integrazione, confronto e presentazione di dati, per una efficace fruizione e sviluppo della conoscenza disponibile nelle banche dati di tipo medico e sanitario. Le competenze interdisciplinari fra gli ambiti medici, biologici e informatici sono, infine, una condizione essenziale nelle ricerche di genomica, sulle malattie genetiche, e sulle terapie geniche. In campo sanitario, i sistemi informativi sono sempre più un elemento chiave a supporto delle attività decisionali rivolte alla diagnosi, alla cura e alla prevenzione, al controllo della qualità dei servizi sanitari e alla pianificazione strategica delle attività decisionali nelle politiche sanitarie.

Ad ulteriore evidenza dell'opportunità di un corso di laurea magistrale come quello proposto si possono citare gli obiettivi prioritari del programma Horizon 2020 che esplicitamente considera centrali per l'attività scientifica e per l'avanzamento tecnologico il miglioramento del benessere (wellbeing) e della qualità della vita e dei servizi finalizzati alla diagnosi ed alla terapia (healthcare). Nelle varie iniziative della Comunità Europea legate a Horizon 2020 rivolte a ICT (Information and Communication Technology) e Sanità, è sottolineato e rimarcato il ruolo della medicina personalizzata integrata nell'organizzazione sanitaria dei vari paesi: l'attenzione all'analisi integrata di dati strutturati clinici e di dati biologici è esplicita, così come l'uso di tali dati nel supporto alle decisioni cliniche. Le competenze del laureato magistrale in Medical Bioinformatics si collocano esattamente in questa direzione. A conferma di quanto detto, si consideri ad esempio il documento (allegato) "DIGITAL PATIENT/ROADMAP" del progetto europeo DISCIPULUS (Coordination and Support Action funded by the European Union, 7th R&D Framework Programme (FP7) 2011-2013). Tale documento è uno dei documenti di indirizzo usati poi per le iniziative del programma Horizon 2020 e fa espressamente riferimento all'esigenza di raccolta ed analisi di informazioni biomediche, intese come l'integrazione di dati clinici e biologici a supporto dei processi medici e sanitari, e indica fra le varie direzioni di sviluppo del settore l'integrazione fra la bioinformatica e l'informatica medica, che corrisponde esattamente al contenuto della laurea magistrale proposta in Medical Bioinformatics.

Un ultimo esempio rispetto alle iniziative a livello europeo è tratto dall'intervento (allegato) *Personalised Medicine: an EU Perspective* di Irene Norstedt, Head of Unit Innovative and personalised medicine Unit, Research & Innovation DG, European Commission, a Berlino il 27 marzo 2014. Qui *clinical bioinformatics* appare fra le *key research challenges*. Questa può essere



considerata un'ulteriore esplicita conferma dell'interesse che avrà la figura professionale del laureato magistrale in Medical Bioinformatics.

Rispetto alla figura professionale del bioinformatico medico, numerosi sono gli indicatori che consentono di affermare l'importanza crescente di questa figura professionale. E' interessante, ad esempio, l'analisi fatta da Alaina G. Levine nell'articolo "An Explosion of Bioinformatics Careers" (DOI: 10.1126/science.opms.r1400143, giugno 2014, allegato) su Science Careers (from the journal Science), dove l'autrice afferma

" Big pharma, biotech, and software companies are clamoring to hire professionals with experience in bioinformatics and the identification, compilation, analysis, and visualization of huge amounts of biological and health care information. ... "

L'attenzione alla gestione di grandi moli di dati provenienti dall'ambito biologico e da quello sanitario è uno degli aspetti fondanti della laurea magistrale in Medical Bioinformatics.

Come ulteriore indicatore dell'interesse per questa nuova figura professionale a livello internazionale ricordiamo qui la presenza di siti web specializzati che raccolgono e orientano rispetto alle richieste del mondo industriale, con pagine web dedicate (ad esempio, <https://www.biostars.org/>, <http://www.europharmajobs.com/>).

Anche muovendosi a livello nazionale, ormai la professione del bioinformatico medico è considerata essenziale sia nei team di ricerca interdisciplinari sia in ambito industriale e produttivo. A questo proposito si fa riferimento, ad esempio, alla pagina di AIRC (Associazione italiana per la ricerca sul cancro) che introduce e discute la figura professionale del bioinformatico (<http://www.airc.it/finanziamenti/informazione/fondamentale/dicembre-2011/bioinformatico/>).

Un interessante rapporto di ISFOL (osservatorio del Ministero del lavoro e delle politiche sociali) del 2011, presentato alla Camera dei deputati, relativo a ICT, innovazione e nuove professioni, dice esplicitamente:

"... In tale contesto il settore sanitario rappresenta un elemento di forte impulso dell'innovazione tecnologica attraverso la presenza combinata dei seguenti elementi:

- *una rilevante attività di ricerca "sul campo" sia di tipo sperimentale che di tipo industriale;*
- *la creazione di un indotto di imprese ad alto contenuto innovativo che si rivolgono all'utilizzo e all'introduzione estensiva di nuove tecnologie sanitarie e di nuovi farmaci.*

Il conseguimento dell'introduzione di nuovi farmaci è reso possibile, tra l'altro, dall'applicazione di discipline alla base dell'innovazione quali le biotecnologie sanitarie. Le nuove conoscenze hanno originato nuove discipline scientifiche quali la genomica, la bioinformatica, l'applicazione delle quali ha un impatto profondo sulla società e sull'economia. ..."

I dati di AlmaLaurea (www.almalaurea.it), infine, confermano un panorama del mercato del lavoro di sicuro interesse. I laureati magistrali/specialistici in Informatica a un anno dalla laurea hanno un tasso di occupazione di oltre il 93%, che a 5 anni dalla laurea supera il 96% (i dati per i laureati dell'Ateneo Veronese sono analoghi anche se statisticamente poco significativi, dato la ridotta dimensione del campione che ha risposto). E' interessante osservare che, rispetto alle caratteristiche delle aziende presso le quali lavorano i laureati magistrali della classe di Informatica, la sanità occupa in media fra l'1% e il 2% dei laureati magistrali. A questo vanno poi aggiunte le aziende informatiche che rivolgono i loro servizi/prodotti al settore medico o sanitario.



L'area di Verona, e del Veneto in generale, presenta un buon numero di aziende con interesse nelle applicazioni in ambito medico e sanitario (e-health), come confermato dalle aziende e dagli enti coinvolti nel confronto con le parti sociali. Anche rispetto all'ambito locale, dunque, la figura del laureato in Medical Bioinformatics presenta elementi di attrattività e spendibilità.

Rispetto a questa situazione generale, non esistono in Italia lauree magistrali nella classe di Informatica, che considerino un curriculum informatico specificatamente e sistematicamente rivolto alle applicazioni negli ambiti biologico e medico.

Andando poi ad esaminare le realtà dell'Università di Verona, una laurea magistrale in Medical Bioinformatics si fonderebbe, sia per quanto riguarda gli sbocchi, sia per quanto riguarda le competenze dei docenti coinvolti, su una realtà scientifica e clinica di primaria importanza e di grande visibilità, come mostrano i dati sulla qualificazione dei docenti coinvolti nella laurea e come ha di recente certificato il Ministero con i dati ANVUR per le aree CUN 01 - Scienze Matematiche, 05 - Scienze Biologiche, 06 - Scienze Mediche, e 09 - Ingegneria Industriale e dell'Informazione. È opportuno rimarcare al riguardo che l'Università di Verona è l'unica Università italiana che ha già, dall'anno accademico 2006/2007, una laurea triennale in Bioinformatica nella classe L-31 Informatica.

La proposta qui presentata nasce da pluriennali collaborazioni di ricerca e di didattica tra il Dipartimento di Informatica, il Dipartimento di Biotecnologie e la Scuola di Medicina e Chirurgia, con il coinvolgimento, in particolare, dei Dipartimenti di Scienze della Vita e della Riproduzione, di Patologia e Diagnostica, di Scienze Neurologiche e del Movimento, di Sanità Pubblica e Medicina di Comunità. Il rapporto della nuova laurea magistrale con la Scuola di Medicina e con il Dipartimento di Biotecnologie è fondamentale, come dichiaratamente espresso nel suo titolo. Saranno di interesse per la nuova LM insegnamenti che fondino la preparazione degli studenti sia rispetto agli ambiti pre-clinici (settori scientifico disciplinari di area BIO) sia rispetto alle principali competenze negli ambiti clinici e sanitari (settori scientifico disciplinari di area MED). Inoltre, nei vari insegnamenti dei settori scientifico disciplinari INF/01 - Informatica e ING-INF/05 - Sistemi di Elaborazione delle Informazioni, specificatamente rivolti a temi cruciali nella ricerca e diagnostica medica, si prevede una interazione con biologi e medici che utilizzano i risultati della elaborazione informatica di dati biomolecolari (sequenziamento, analisi di reti biologiche, analisi di espressioni, analisi di varianti). Analogamente, per gli insegnamenti orientati alle metodologie e alle tecnologie di supporto alle attività cliniche e sanitarie, si prevede la collaborazione con i medici, direttamente coinvolti nella applicazione delle soluzioni informatiche introdotte.

Il piano didattico elaborato evidenzia tutti questi aspetti, che costituiscono uno degli obiettivi primari di questo progetto didattico.

Vi sono, infine, manifestazioni di interesse e disponibilità a partecipare alle attività didattiche da parte di alcuni docenti del Politecnico di Milano, dell'Università degli Studi di Milano e dell'Università degli Studi di Catania che ritengono la proposta molto interessante e sinergica con l'offerta formativa dei loro Atenei. Queste collaborazioni potrebbero evolvere nel tempo, se le possibilità di sostenibilità dei relativi corsi di studio lo consentiranno.

1.3 La consultazione con gli studenti e le parti sociali



Il 23 giugno 2015 si è tenuto, presso la Sala Vede di Ca' Vignal, un incontro con i rappresentanti degli studenti e, specificatamente, con gli studenti della laurea triennale in Bioinformatica per la presentazione del progetto di laurea magistrale in Bioinformatica Medica (L-18).

Gli studenti oltre a manifestare interesse per il progetto, presentato dai Proff.ri Combi, Fummi e Manca, hanno sottolineato l'importanza che la nuova laurea magistrale venga erogata in tutto o in parte in lingua inglese.

Il 1° luglio 2015 il progetto, con ipotesi di erogazione completamente in lingua inglese, è stato presentato alle Parti Sociali per raccogliere impressioni e soprattutto, suggerimenti in merito alle attuali e future esigenze del mondo del lavoro.

L'esito dell'incontro è riportato nel verbale che si allega.

E' intenzione del gruppo di lavoro che ha progettato e propone la nuova laurea magistrale di effettuare un altro incontro con le Parti Sociali possibilmente verso la fine del mese di settembre, per illustrare le ultime modifiche, anche a seguito delle osservazioni degli Organi accademici nel frattempo pronunciatisi, per ricevere le ultime osservazioni e indicazioni.

Gli incontri con le Parti Sociali si svolgeranno poi con cadenza annuale indicativamente nel mese di maggio e, comunque, in tempo utile per apportare eventuali modifiche per l'anno accademico successivo.

1.4 Relazioni con altre lauree dell'Ateneo di Verona

L'offerta formativa nel settore Bioinformatico dell'Ateneo di Verona presentava fino all'anno 2014/2015 una laurea triennale nella classe L-31 di Informatica e una laurea magistrale in Bioinformatica e Biotecnologie Mediche nella classe di laurea LM-9 (Classe delle lauree magistrali in biotecnologie mediche, veterinarie e farmaceutiche) con due indirizzi, di cui uno bioinformatico.

Sulla base dell'esperienza didattica, maturata in tre anni accademici, il Dipartimento di Informatica e il Dipartimento di Biotecnologie hanno identificato, di comune accordo, una linea strategica di evoluzione, separando l'offerta formativa magistrale in Bioinformatica, in due corsi di laurea magistrale che realizzassero una maggiore coerenza, sostenendosi e rafforzandosi a vicenda, pur nelle diversità di competenze. In tal modo, si è ritenuto opportuno optare per due lauree magistrali, che fossero la naturale estensione ed evoluzione dei due curricula della menzionata laurea magistrale della classe LM-9, complementando sinergicamente le rispettive prospettive, da una parte la progettazione di strumenti computazionali e dall'altra il loro uso e la loro validazione nei contesti delle scienze biologiche. A conferma di tale opzione e delle difficoltà del corso di laurea magistrale in Bioinformatica e Biotecnologie Mediche, si ricordano qui il Rapporto del Riesame per l'anno 2013/14 di tale corso di laurea magistrale (allegato), che evidenziava fra le criticità lo scarso livello di attrazione di tale laurea magistrale per gli studenti provenienti dalla laurea triennale in Biotecnologie. La commissione paritetica del Dipartimento di Biotecnologie aveva già segnalato nel 2013 la percezione da parte degli studenti di provenienza "biotecnologica" di un numero eccessivo di insegnamenti di ambito informatico nella laurea magistrale in Bioinformatica e Biotecnologie Mediche.

In questa direzione, il Dipartimento di Biotecnologie ha proposto la modifica del corso di Laurea Magistrale in Bioinformatica e Biotecnologie Mediche in un corso di Laurea Magistrale in "Molecular and Medical Biotechnology" (nella classe LM-9). Nell'anno 2015/2016, dunque, sarà



attiva la Laurea Magistrale in “Molecular and Medical Biotechnology”, che rinforza e identifica con coerenza il percorso biotecnologico della laurea magistrale in “Bioinformatica e Biotecnologie Mediche”, che nell’anno accademico 2015/2016 vedrà attivo solo il secondo e ultimo anno. Il Dipartimento di Informatica si trova ora a proporre una laurea magistrale che focalizzi e consolidi le competenze informatiche che erano in parte presenti nel percorso bioinformatico della laurea magistrale in Bioinformatica e Biotecnologie Mediche.

Lo scopo di questa nuova laurea magistrale in Medical Bioinformatics - Bioinformatica Medica (classe LM-18 Informatica), di orientamento prettamente informatico, si concentra su cammini professionali che permettano sbocchi efficaci sul mercato del lavoro della bioinformatica, dell’informatica medica, dei sistemi informativi sanitari, dei sistemi di supporto alla diagnosi e dei sistemi di analisi di dati biomolecolari e biomedici.

La presente proposta vuole quindi consolidare definitivamente il percorso formativo nel settore bioinformatico, che sarebbe quindi composto da:

- una **laurea scientifica in Bioinformatica** (classe L-31 Informatica) che aggiunga alle competenze tipiche di un informatico, le competenze di base delle scienze della vita e della salute. Questa laurea viene vista prevalentemente in preparazione ad una laurea magistrale professionalizzante;
- una **laurea magistrale professionalizzante in Medical Bioinformatics** (classe LM-18 Informatica) che fornisca elevate professionalità nel settore del trattamento delle informazioni in campo biologico e medico. Le professioni in questo ambito richiedono conoscenze di base delle scienze della vita e della salute e delle conoscenze informatiche orientate specificatamente a questi settori. Si creerebbe, come già detto, un cammino specifico formativo per l’alto numero di iscritti alla laurea in Bioinformatica, e la formazione professionalizzante proposta nella nuova laurea magistrale sarebbe chiara e di facile spendibilità nel mercato del lavoro.

In tal senso, il trend delle iscrizioni rilevate nell’ultimo biennio sembra molto positivo:

NUMERO ISCRITTI PER ANNO ISCRIZIONE				
A.A	1	2	3 (e f.c.)	TOTALE
2013/14	194	13	36	243
2014/15	219	55	32	306

Focalizzando l’attenzione sulle relazioni specifiche con il corso di laurea magistrale interclasse esistente in Ingegneria e Scienze Informatiche (classi LM-18 Informatica e LM-32 Ingegneria Informatica), la possibilità di creare un curriculum bioinformatico-medico nella laurea magistrale interclasse esistente è stata esclusa per alcune importanti ragioni:

- il profilo professionale è diverso. Da una parte è specificamente orientato al contesto biomedico, con competenze in ambito biologico e medico. Dall’altra parte, le competenze informatiche approfondite sono con un forte accento sulla gestione, elaborazione, analisi e visualizzazione di grandi moli di dati;
- gli esami comuni agli attuali curricula della laurea magistrale in Ingegneria e Scienze Informatiche sono profondamente diversi da quelli proposti per questa nuova laurea magistrale in Medical Bioinformatics. Questa diversità evidenzia le diverse competenze comuni necessarie



alle specializzazioni delle due lauree magistrali e questo motiva la necessità di lauree magistrali diverse;

- la laurea magistrale in Medical Bioinformatics prevede il coinvolgimento diretto di medici e biologi con insegnamenti di area MED e BIO. Tali insegnamenti sono difficilmente inseribili nei piani didattici della laurea interclasse esistente e motivano, insieme agli insegnamenti informatici specifici, la proposta di questa nuova laurea magistrale, caratterizzata da competenze e professionalità fortemente caratterizzate.

1.5 Relazioni con altre lauree di atenei italiani

La nuova laurea magistrale può contare su un consistente bacino di studenti provenienti dalla laurea in Bioinformatica e, a fronte della sua unicità in Italia, può essere capace di attrarre laureati anche da altre sedi. Al meglio della nostra conoscenza, infatti, non esistono lauree magistrali di questo genere nella classe LM-18 Informatica. Infatti, le lauree magistrali e i corsi di master esistenti presso atenei italiani possono essere riassunti come nel seguito:

- Università degli Studi di Milano: laurea magistrale in Biotecnologie molecolari e Bioinformatica, classe LM-8 Biotecnologie Industriali;
- Università degli Studi di Bologna: laurea magistrale in Bioinformatica, classe LM- 6 Biologia;
- Università degli Studi di Roma Tor Vergata: laurea magistrale in Bioinformatica, , classe LM-6 Biologia;
- Università degli Studi di Roma Sapienza: Master di II liv. in Bioinformatica: Applicazioni biomediche e farmaceutiche, presso il Dipartimento di Scienze Biochimiche (un solo anno);
- Università degli Studi di Cagliari: Master di II liv. in Bioinformatica, Centro Regionale di Formazione Professionale, Cagliari (un solo anno).

Come si può osservare tutte queste lauree magistrali sono in classi di laurea magistrale di ambito biologico o biotecnologico, e si caratterizzano dunque in modo completamente differente rispetto a competenze e professionalità sia in ingresso sia in uscita.

Rispetto poi ad altri atenei geograficamente vicini, alcuni insegnamenti in ambito bioinformatico o nell'ambito dell'informatica medica sono presenti in corsi di laurea magistrale dell'area dell'ingegneria industriale e dell'informazione:

- Politecnico di Milano: laurea magistrale in Ingegneria Biomedica, classe LM-21 Ingegneria Biomedica;
- Università degli Studi di Padova: laurea magistrale in Bioingegneria, classe LM-21 Ingegneria Biomedica;
- Interateneo Università degli Studi di Trieste e di Padova: laurea magistrale in Ingegneria Clinica, classe LM-21 Ingegneria Biomedica.

In questi casi è da osservare che tali lauree magistrali hanno un taglio ingegneristico che si focalizza su competenze e professionalità diverse, dove l'ambito informatico riveste un ruolo complementare e di supporto alle altre discipline.

Lo scenario di quanto presente negli atenei geograficamente vicini è completato dall'esplicita osservazione che nelle Università degli studi di Parma, di Brescia, di Trento, di Modena e Reggio



Emilia non sono presenti corsi di laurea magistrale in bioinformatica medica o con contenuti analoghi.

Si rimarca quindi la specificità della proposta presentata frutto di una forte sinergia tra il settore informatico e quello delle scienze della vita e della salute, sinergia non facilmente creabile in altri atenei e che rappresenta un punto di forza dell'Ateneo di Verona da sfruttare ed enfatizzare.

1.6 Relazioni con altre lauree di atenei esteri

Nel completare il panorama dell'offerta formativa a livello magistrale nell'ambito della bioinformatica medica, sono state considerate alcune prestigiose università americane (ad esempio, Stanford University, GeorgiaTech (Faculty of Sciences) e Columbia University, USA), e varie università europee quali: Copenaghen (Faculty of Sciences), ETH-Zurich (Dept. Comp. Sc. & Dept. Biosystems), ULB-Sorbonne (Faculty of Sciences), FU-Berlin (Dept. of Mathematics and Computer Science), Bielefeld (Faculty of Technology), Vienna (Dept. of Applied Life Sciences). La laurea magistrale qui proposta ha grandi punti di contatto con moltissime di queste lauree, sia a livello di motivazioni che a livello di specifici temi trattati. Tuttavia, in molte di queste lauree si notano difficoltà di omogeneità nei percorsi, per l'intrinseca difficoltà che nasce dal dovere permettere accessi con preparazioni molto diverse, seppure entro facoltà o aree scientifiche. Nei pochi casi di percorsi ad accessi fondamentalmente rivolti a bioinformatici triennali, si evidenzia una coerenza maggiore nei piani e nelle figure professionali intese. In alcuni casi le tematiche trattate in ambito biologico sono molto più ampie di quelle qui scelte, per il fatto che sono supportate da grossi gruppi di ricerca in cui sono ben rappresentati temi quali Population genetics, Phylogenetics, Proteomics, e Drug discovery. Rispetto ad alcuni corsi di livello magistrale in ambito internazionale, una caratteristica che distingue la proposta di laurea magistrale in Medical Bioinformatics riguarda il fatto che i contenuti di bioinformatica e di informatica medica, ovvero legati rispettivamente al trattamento dell'informazione biologica e di quella medica, sono entrambi presenti nella proposta delineata, a formare una figura professionale adeguata ai profondi cambiamenti che vanno verso la "cura personalizzata", dove dati clinici e biologici richiedono di essere trattati in modo integrato.

Essendo la laurea magistrale erogata in lingua inglese, essa si propone di essere potenzialmente attrattiva, anche per studenti provenienti dall'estero. Come detto, la laurea magistrale in Medical Bioinformatics sarebbe, a nostra conoscenza, una proposta originale del nostro Ateneo, come una delle poche lauree magistrali in bioinformatica orientata e proposta a informatici e a ingegneri dell'informazione.

In ogni caso, la proposta di una laurea magistrale con una focalizzazione netta su alcuni temi ben precisi ed integrati dà forza al progetto, senza escludere che in un futuro si possano ampliare le proposte didattiche in relazione ad un allargamento dei ricercatori in bioinformatica e informatica medica all'interno dell'ateneo.

1.7 Le strutture a disposizione per la laurea magistrale

Le strutture a disposizione per l'erogazione della laurea magistrale in Medical Bioinformatics consistono di aule, laboratori di ricerca informatici, laboratori di ricerca biologici e biomedici. Le aule sono quelle a disposizione dei Dipartimenti di Informatica e Biotecnologie (gestite in modo integrato), eventualmente integrate da aule messe a disposizione dalla Scuola di Medicina. I



laboratori presenti e disponibili ai docenti coinvolti negli insegnamenti della laurea magistrale sono significativi e permettono lo svolgimento di attività sperimentali avanzate, con strumenti aggiornati e sofisticati, e con il supporto di personale tecnico adeguato. E', inoltre, imminente la costruzione di un ulteriore edificio presso l'area di Scienze e Ingegneria (Ca Vignal 4), che dovrebbe ospitare laboratori e aule studio. Oltre ai laboratori informatici didattici (alfa, delta, e gamma) del Dipartimento di Informatica, vari laboratori di ricerca saranno disponibili per ospitare tesi ed esercitazioni, quali il laboratorio STARS (Semistructured Temporal clinicAl GeogRaphical Systems) ed il laboratorio ESD (Electronic Systems Design). Il Centro Interdipartimentale CBMC - Centro di BioMedicina Computazionale - è una ulteriore importante risorsa per lo svolgimento di attività sperimentali in bioinformatica.

Le attività sperimentali in ambito biologico e medico saranno svolte nei laboratori didattici del Dipartimento di Biotecnologie e della Scuola di Medicina. Oltre a questo, si prevede il coinvolgimento per le attività sperimentali di tesi e progetti del Centro di Genomica Funzionale - Grandi Attrezzature d'Ateneo. Rispetto alla Scuola di Medicina, si prevede, soprattutto per le attività di tesi, anche il possibile coinvolgimento del LURM Laboratorio Universitario di Ricerca Medica.

2. Definizione dei profili professionali

Il profilo professionale che si intende formare può essere descritto, come indicato anche dalle fonti citate alla Sezione 1.2 di questo documento, attraverso una serie di funzioni e competenze dettagliate nelle successive sezioni.

In generale il laureato magistrale in Medical Bioinformatics avrà un profilo professionale esplicitamente rivolto al trattamento (elaborazione, analisi, visualizzazione e gestione) di grandi moli di dati ("Data Scientist" è l'espressione per caratterizzare questa figura professionale - si veda ad esempio l'articolo su Harvard Business Review di Davenport e Patil - <https://hbr.org/2012/10/data-scientist-the-sexiest-job-of-the-21st-century/ar/1>) strutturati, semi-strutturati e non strutturati, al fine di estendere ed impiegare tecniche e strumenti informatici avanzati negli ambiti integrati della biologia e della medicina. A conferma dell'interesse diffuso di tale figura professionale si veda, ad esempio, il post su "Data Science and the Health Care Revolution" su Forbes -<http://www.forbes.com/sites/oreillymedia/2012/08/20/data-science-and-the-health-care-revolution/> o il profilo professionale per Bioinformatics (Health informatics) sul sito dedicato alle figure professionali per il sistema sanitario inglese, [http://www.nhs.uk/explore-by-career/healthcare-science/careers-in-healthcare-science/careers-in-bioinformatics/bioinformatics-\(health-informatics\)/](http://www.nhs.uk/explore-by-career/healthcare-science/careers-in-healthcare-science/careers-in-bioinformatics/bioinformatics-(health-informatics)/) o il già citato articolo di Alaina Levine su Science Careers (allegato).

2.1 Funzioni

Le competenze acquisite permetteranno loro di assumere ruoli e svolgere funzioni dei seguenti tipi:

- attività di sviluppo dell'innovazione scientifica e tecnologica a fini diagnostici e terapeutici;



- progettazione, organizzazione, gestione e manutenzione di sistemi informatici medici complessi per la gestione di basi di dati cliniche o bioinformatiche, per l'elaborazione di dati medici e bioinformatici nei sistemi di supporto alla decisione clinica, sia nei sistemi informativi sanitari, sia presso centri ospedalieri;
- supporto alle attività organizzative, cliniche e scientifiche inter- e intra-ospedaliere, sia presso laboratori di ricerca in ambito bioinformatico, sia presso aziende informatiche operanti nel settore medico;
- attività di docenza in scuole di diverso ordine e grado, una volta completati gli ulteriori specifici percorsi formativi.

2.2 Competenze

Le competenze professionali acquisite, direttamente desumibili dagli obiettivi formativi dettagliati alla Sezione 3 di questo documento, possono essere sintetizzate come nel seguito:

- competenze teoriche, metodologiche, sperimentali ed applicative nelle aree fondamentali dell'informatica, con particolare riguardo alle attività bioinformatiche di laboratori biomedici, a quelle più specificatamente cliniche, e a quelle prettamente rivolte all'organizzazione sanitaria;
- competenze tecniche e progettuali per la analisi di dati, e per la realizzazione di sistemi informatici in ambito genomico e medico;
- competenze nella progettazione, realizzazione, e gestione dei sistemi informativi, dei sistemi di elaborazione, e dei metodi di gestione di dati bioinformatici e medici;
- competenze sistemiche per le piattaforme software di uso comune in ambito bioinformatico;
- competenze metodologiche e tecniche relative all'uso e alla modifica delle principali basi di dati bioinformatici pubblici e degli standard utilizzati per la rappresentazione e la comunicazione di dati;
- competenze metodologiche e tecniche relative all'uso e alla modifica principali tecnologie di sequenziamento genomico e dei relativi formati;
- competenze metodologiche e tecniche di uso e realizzazione di strumenti di "data mining" di interesse bioinformatico e medico-clinico.
- competenze metodologiche e tecniche di uso e realizzazione di moduli software per la analisi dei genomi ed in generali dei dati biologici tipici dell'ambito bioinformatico;
- competenze metodologiche e tecniche di uso e realizzazione di moduli software per la strutturazione di servizi web nella gestione di dati biomedici;
- competenze metodologiche e tecniche di uso e realizzazione di strumenti software per l'analisi dei dati biomedici con tecniche di machine learning e per il mining di grosse moli di dati biomedici;
- competenze metodologiche e tecniche di uso e realizzazione di piattaforme distribuite per la gestione integrata di dati clinici e biologici a supporto delle attività cliniche;
- competenze scientifiche per soluzioni informatiche innovative nell'ambito di team di ricerca interdisciplinari in ambito biomedico;
- competenze metodologiche e tecniche per l'integrazione di soluzioni informatiche avanzate per il trattamento e l'elaborazione dei dati biomedici in sistemi informativi sanitari nell'ambito di complesse organizzazioni sanitarie.



2.3 Sbocchi occupazionali

Il corso prepara alle professioni tipiche dell'ICT ed in particolare alle figure professionali che rientrano nella classificazione ISTAT di Informatici e Telematici (codici ISTAT 2.1.1.4 - Analisti e progettisti di software e 2.1.1.5 - Progettisti e amministratori di sistemi).

Le professioni per i laureati magistrali in Medical Bioinformatics contribuiscono ad ampliare la conoscenza scientifica conducendo ricerche e sperimentazioni nei campi delle scienze dell'informazione e della telematica applicate alla medicina e alla biologia. Applicano e rendono disponibili tali conoscenze per le attività cliniche, sanitarie, biomediche, la ricerca scientifica bioinformatica.

I laureati magistrali potranno trovare occupazione presso enti/aziende informatiche operanti negli ambiti della produzione di software e hardware per applicazioni bioinformatiche o medico-cliniche, enti di ricerca - pubblici e privati - e di servizi genomici e sanitari, nella libera professione e nei settori del pubblico impiego.

Gli sbocchi per i laureati magistrali in Medical Bioinformatics vanno oltre il territorio di Verona e gli ambiti regionali: osservando la realtà italiana e internazionale, le competenze provenienti da una laurea magistrale del genere permettono di considerare professioni presso centri ospedalieri, in ambito bioinformatico, presso laboratori di ricerca, in ambito medico a supporto di attività cliniche e scientifiche di singole divisioni, e presso le aziende informatiche operanti nel settore medico.

A livello locale, poi, l'esistenza dei due grandi ospedali, sedi di cliniche universitarie in Borgo Roma e Borgo Trento, e di altre strutture di ricovero e cura a carattere scientifico di grande visibilità a Verona o nei pressi fa sì che esistano possibilità di impiego all'interno delle strutture ospedaliere stesse sia con ruoli di supporto alla ricerca medica sia con ruoli all'interno dei sistemi informativi sanitari di supporto alle attività cliniche dell'azienda ospedaliera e delle unità sanitarie locali presenti nel territorio; esiste, inoltre, un indotto legato al supporto informatico richiesto dal mondo sanitario ad aziende di varie dimensioni, per le quali sarebbe di grande interesse una laurea magistrale in Medical Bioinformatics.

Fra le aziende e gli enti legati al settore della bioinformatica medica, che hanno rapporti di collaborazione con il Dipartimento di Informatica, ricordiamo i seguenti.

- AIFA Agenzia Italiana del Farmaco (Roma)
- Arsenà.IT – Centro Veneto Ricerca e Innovazione per la Sanità Digitale (TV)
- Aptuit (Verona)
- AzaleaNet (Verona)
- BeDigital (Verona)
- Centre for Computational and Systems Biology (Rovereto)
- Centro di BioMedicina Computazionale (Verona)
- Centro Studi della Federazione Italiana Medici di Medicina Generale (VR)
- Dedalus Healthcare Systems Group (Firenze e Verona)
- Intesys (Verona)
- Istituto di Genomica Applicata (Udine)



- Istituto Don Calabria (Verona)
- Ospedale Sacro Cuore Don Calabria (Verona e Negrar)
- Osservatore Biomedicale Veneto (Padova)
- P-Lab (Verona)
- Solinfo – Soluzioni Informatiche per la Sanità (Vicenza)
- QR (Verona)

3. Obiettivi formativi qualificanti della classe LM-18 Informatica

Le lauree di questa classe forniscono vaste ed approfondite competenze teoriche, metodologiche, sperimentali ed applicative nelle aree fondamentali dell'informatica che costituiscono la base concettuale e tecnologica per l'approccio informatico allo studio dei problemi e per la progettazione, produzione ed utilizzazione della varietà di applicazioni richieste nella Società dell'Informazione per organizzare, gestire ed accedere ad informazioni e conoscenze. Il laureato magistrale in questa classe sarà quindi in grado di effettuare la pianificazione, la progettazione, lo sviluppo, la direzione lavori, la stima, il collaudo e la gestione di impianti e sistemi complessi o innovativi per la generazione, la trasmissione e l'elaborazione delle informazioni, anche quando implicino l'uso di metodologie avanzate, innovative o sperimentali. Questo obiettivo viene perseguito allargando ed approfondendo le conoscenze teoriche, metodologiche, sistemistiche e tecnologiche, in tutte le discipline che costituiscono elementi culturali fondamentali dell'informatica. Ciò rende possibile al laureato magistrale sia di individuare nuovi sviluppi teorici delle discipline informatiche e dei relativi campi di applicazione, sia di operare a livello progettuale e decisionale in tutte le aree dell'informatica. I laureati nei corsi di laurea magistrale della classe devono in particolare:

- possedere solide conoscenze sia dei fondamenti che degli aspetti applicativi dei vari settori dell'informatica;
- conoscere approfonditamente il metodo scientifico di indagine e comprendere e utilizzare gli strumenti di matematica discreta e del continuo, di matematica applicata e di fisica, che sono di supporto all'informatica ed alle sue applicazioni;
- conoscere in modo approfondito i principi, le strutture e l'utilizzo dei sistemi di elaborazione;
- conoscere fondamenti, tecniche e metodi di progettazione e realizzazione di sistemi informatici, sia di base sia applicativi;
- avere conoscenza di diversi settori di applicazione;
- possedere elementi di cultura aziendale e professionale;
- essere in grado di utilizzare fluentemente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'Unione Europea oltre l'italiano, con riferimento anche ai lessici disciplinari;
- essere in grado di lavorare con ampia autonomia, anche assumendo responsabilità di progetti e strutture.

Gli ambiti occupazionali e professionali di riferimento per i laureati magistrali della classe sono quelli della progettazione, organizzazione, gestione e manutenzione di sistemi informatici complessi o innovativi (con specifico riguardo ai requisiti di affidabilità, prestazioni e sicurezza), sia in imprese produttrici nelle aree dei sistemi informatici e delle reti, sia nelle imprese, nelle pubbliche amministrazioni e, più in generale, in tutte le organizzazioni che utilizzano sistemi informatici complessi. Si esemplificano come particolarmente rilevanti per lo sbocco occupazionale e



professionale:

- i sistemi informatici per i settori dell'industria, dei servizi, dell'ambiente e territorio, della sanità, della scienza, della cultura, dei beni culturali e della pubblica amministrazione;
- le applicazioni innovative nell'ambito dell'elaborazione di immagini e suoni, del riconoscimento e della visione artificiale, delle reti neurali, dell'intelligenza artificiale e del soft computing, della simulazione computazionale, della sicurezza e riservatezza dei dati e del loro accesso, della grafica computazionale, dell'interazione utente-elaboratore e dei sistemi multimediali.

Ai fini indicati, i curricula dei corsi di laurea magistrale della classe:

- prevedono lezioni ed esercitazioni di laboratorio oltre a congrue attività progettuali autonome e congrue attività individuali in laboratorio;
- prevedono, in relazione a obiettivi specifici, attività esterne come tirocini formativi presso aziende, strutture della pubblica amministrazione e laboratori, oltre a soggiorni di studio presso altre università italiane ed europee, anche nel quadro di accordi internazionali.

4. Obiettivi formativi specifici del corso e descrizione del percorso formativo

Sulla base di quanto emerso dall'analisi del quadro nazionale e internazionale relativo all'esigenza di una figura professionale nell'ambito della bioinformatica medica e dal confronto con le parti interessate rispetto alla figura professionale del Bioinformatico Medico, di interesse anche per il territorio veronese e veneto, l'obiettivo del Corso di Laurea Magistrale in Medical Bioinformatics è quello di formare laureati magistrali in grado di svolgere funzioni dirigenziali e di coordinamento negli ambiti di progettazione, sviluppo, gestione e manutenzione di sistemi informatici in medicina, in biologia ed in sanità, con particolare riguardo a software biomedico complesso orientato all'innovazione scientifica e tecnologica a fini diagnostici e terapeutici, a sistemi informatici complessi per la gestione di basi di dati cliniche e bioinformatiche, a software per l'elaborazione di dati medici e biologici nei sistemi di supporto alla decisione clinica, a sistemi informativi sanitari con architetture eterogenee e complesse, a interfacce visuali per la bioinformatica.

Rispetto a tale obiettivo, la Laurea Magistrale in Medical Bioinformatics - Bioinformatica Medica dovrà dunque fornire le basi teoriche, metodologiche e tecnologiche multi- e interdisciplinari che occorrono per affrontare i problemi legati alla progettazione, analisi e sviluppo di sistemi intelligenti complessi nell'ambito della bioinformatica e dell'informatica medica.

Gli obiettivi formativi specifici del corso di laurea magistrale possono quindi essere articolati come nel seguito:

- acquisizione di competenze teoriche, metodologiche, sperimentali ed applicative nelle aree fondamentali dell'informatica, con particolare riguardo alle attività bioinformatiche di laboratori biomedici, a quelle più specificatamente cliniche, e a quelle prettamente rivolte all'organizzazione sanitaria;
- conoscenza delle tecniche e dei metodi di progettazione di dati e processi, per la realizzazione di sistemi informatici in ambito bioinformatico genomico e in ambito medico;
- conoscenza dei sistemi informativi, dei sistemi di elaborazione e dei metodi di gestione dei dati bioinformatici e medici;



- conoscenza delle piattaforme software di uso comune in ambito bioinformatico;
- conoscenza delle principali basi di dati bioinformatici di uso pubblico e degli standard utilizzati per la rappresentazione e comunicazione dei dati;
- conoscenza delle principali tecnologie di sequenziamento genomico e dei relativi formati;
- capacità di progettare, implementare e integrare moduli software, per problemi tipici della analisi dei genomi e della strutturazione di servizi web orientati alla gestione di dati biologici e clinici;
- conoscenza di metodi di “data mining” e capacità di trasporli efficacemente in casi di reale interesse bioinformatico e medico-clinico;
- capacità di individuare le componenti e gli strumenti idonei nel trattamento di problemi complessi di bioinformatica e informatica medica, ove si debbano integrare competenze interdisciplinari.

Da quanto emerso, per la natura tipicamente internazionale del contesto scientifico, tecnico ed economico dell'informatica e delle sue applicazioni in medicina e sanità, il percorso formativo sarà offerto interamente in lingua inglese.

Il percorso formativo, coerentemente con gli obiettivi formativi indicati, è organizzato in modo da approfondire gli aspetti teorici, metodologici e tecnologici delle discipline informatiche per quanto riguarda le loro applicazioni agli ambiti biologico e medico, e da fornire le conoscenze biologiche e mediche adeguate per affrontare con consapevolezza questi complessi domini applicativi.

A tal fine, il percorso formativo prevede, al primo anno, insegnamenti nell'**area delle competenze di base** (settori scientifico disciplinari INF/01 Informatica e ING-INF/05 Sistemi di Elaborazione delle Informazioni), che forniscono agli studenti le competenze fondazionali e trasversali imprescindibili per un informatico magistrale e indispensabili per affrontare applicazioni specializzate per l'ambito biomedico. Le competenze di base specifiche per la bioinformatica medica riguardano le metodologie di analisi e sviluppo di algoritmi per applicazioni bioinformatiche, i linguaggi di programmazione e il loro uso nella soluzione di problemi bioinformatici complessi, la teoria e le tecniche avanzate per la gestione e interrogazione di dati biologici e biomedici, e le tecniche di analisi computazionale di dati biologici di natura complessa. Nel primo anno sono, inoltre, previsti gli insegnamenti dei settori scientifico disciplinari BIO e MED, che permettano agli studenti una comprensione approfondita delle conoscenze biologiche e mediche necessarie all'**area Bioinformatica** (BIO/11 Biologia Molecolare, , BIO/13 Biologia Applicata, BIO/18 Genetica, MED/03 Genetica Medica) e all'**area Informatica Medica** (MED/01 Statistica Medica, BIO/12 Biochimica e Biologia Molecolare Clinica).

Il secondo anno prevede quindi il completamento delle conoscenze e delle competenze nell'**area Bioinformatica** e nell'**area Informatica Medica** con insegnamenti specifici in ambito informatico (settori INF/01 e ING-INF-05) focalizzati su aspetti quali architetture per l'elaborazione di dati biologici, analisi di sequenze genomiche e modelli di calcolo naturale, e sistemi informativi sanitari, tecniche di analisi dei dati a supporto della decisione clinica ed elaborazione di immagini biomediche, rispettivamente.

Il percorso formativo è quindi completato dagli insegnamenti a scelta dello studente, da ulteriori attività formative inerenti abilità linguistiche e stage/tirocini. La prova finale consiste nello sviluppo di una tesi di laurea, che impegni lo studente in un lavoro di ricerca, formalizzazione, progettazione



o sviluppo: tale lavoro contribuirà sostanzialmente al completamento della sua formazione tecnico-scientifica.

Al termine di questo percorso formativo, con il conseguimento della laurea magistrale lo studente sarà in possesso di conoscenze, competenze, e tecniche nei diversi ambiti disciplinari legati alla bioinformatica medica che gli permetteranno di svolgere un ruolo attivo e di responsabilità nella progettazione, realizzazione e gestione di sistemi complessi e integrati orientati alla gestione di dati biologici e medici a supporto dei processi sanitari e clinici per la cura e la prevenzione delle patologie e a supporto della ricerca biomedica.

4.1 Descrittori di Dublino e obiettivi formativi specifici

Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding)

I laureati magistrali avranno dimostrato conoscenze e capacità di comprensione che estendono e/o rafforzano quelle tipicamente associate al primo ciclo e consentono di elaborare e/o applicare idee originali, spesso in un contesto di ricerca.

Aspetti specifici del corso di laurea magistrale rispetto a conoscenze e capacità di comprensione sono in particolare i seguenti:

- acquisizione di competenze teoriche, metodologiche, sperimentali ed applicative nelle aree fondamentali dell'informatica, con particolare riguardo alle attività bioinformatiche di laboratori biomedici, a quelle più specificatamente cliniche, e a quelle prettamente rivolte all'organizzazione sanitaria;
- conoscenza delle tecniche e dei metodi di progettazione per la analisi di dati, e per la realizzazione di sistemi informatici in ambito genomico e medico;
- conoscenza dei sistemi informativi, dei sistemi di elaborazione, e dei metodi di gestione di dati bioinformatici e medici;
- conoscenza delle piattaforme software di uso comune in ambito bioinformatico;
- conoscenza delle principali basi di dati bioinformatici di uso pubblico e degli standard utilizzati per la rappresentazione e la comunicazione di dati;
- conoscenza delle principali tecnologie di sequenziamento genomico e dei relativi formati;
- conoscenza di metodi di "data mining" di interesse bioinformatico e medico-clinico.

Conoscenza e capacità di comprensione applicate (applying knowledge and understanding);

I laureati magistrali sono capaci di applicare le loro conoscenze, capacità di comprensione e abilità nel risolvere problemi a tematiche nuove o non familiari, inserite in contesti più ampi (o interdisciplinari) connessi al proprio settore di studio.

I laureati magistrali, una volta acquisite le conoscenze di base ed avanzate proprie del settore, saranno in grado di individuare gli aspetti centrali di nuove problematiche e di ricondurli a schemi acquisiti o di proporre soluzioni innovative.

In particolare i laureati avranno le seguenti capacità di applicare le loro conoscenze e competenze:

- capacità di progettare, implementare, ed integrare moduli software, per la analisi dei genomi ed in generali dei dati biologici tipici dell'ambito bioinformatico;
- capacità di progettare, implementare, ed integrare moduli software per la strutturazione di servizi web nella gestione di dati biomedici;
- capacità di progettare algoritmi e relativi strumenti software per l'analisi dei dati biomedici con tecniche di machine learning e per il mining di grosse moli di dati biomedici;



- capacità di proporre e progettare piattaforme distribuite per la gestione integrata di dati clinici e biologici a supporto delle attività cliniche;
- capacità di proporre soluzioni informatiche innovative nell'ambito di team di ricerca interdisciplinari in ambito biomedico;
- capacità di integrare soluzioni informatiche avanzate per il trattamento e l'elaborazione dei dati biomedici in sistemi informativi sanitari complessi, di interesse regionale, nazionale e internazionale, sulla base di una solida conoscenza dell'organizzazione sanitaria.

Autonomia di giudizio (making judgements)

I laureati magistrali avranno la capacità di integrare le conoscenze acquisite e di gestirne la complessità; avranno inoltre la capacità di formulare giudizi sulla base di informazioni limitate o incomplete, includendo la riflessione sulle responsabilità sociali ed etiche collegate all'applicazione delle loro conoscenze e giudizi.

Fondamentale è la capacità di valutazione autonoma della complessità del dato e della sua valenza scientifica, della corretta interpretazione dei risultati, e dell'uso responsabile dei dati ottenuti.

Il laureato magistrale deve essere in grado di giustificare l'approccio metodologico seguito e di saperlo confrontare con approcci alternativi per validare la robustezza del metodo e l'attendibilità dei risultati in relazione agli standard correnti del dominio specifico di applicazione.

Il raggiungimento dell'obiettivo formativo sarà dimostrato dal superamento delle prove di valutazione (anche intermedie), dal livello di partecipazione alle attività caratterizzanti ciascuna disciplina, e dallo svolgimento adeguato della prova finale. L'autonomia di giudizio dei laureati magistrali del Corso di Studio viene inoltre stimolata e sviluppata dalle attività di laboratorio e dallo sviluppo di progetti relativi a temi specifici di applicazione.

Abilità comunicative (communication skills)

I laureati magistrali sapranno comunicare in modo chiaro e privo di ambiguità le loro conclusioni, nonché le conoscenze e la ratio ad esse sottese, a interlocutori specialisti e non specialisti.

Il laureato magistrale acquisirà adeguate abilità e strumenti di comunicazione scritta e orale, anche in lingua inglese, sviluppando le competenze necessarie per analizzare, proporre e discutere criticamente i dati della propria attività con interlocutori specialisti e non specialisti.

Le abilità comunicative sono sviluppate attraverso l'incoraggiamento alla discussione e interazione durante le attività formative delle varie discipline e sono verificate durante le valutazioni (anche intermedie) delle varie discipline e nel lavoro di tesi, attraverso l'esposizione e la discussione di quanto approfondito e proposto. La prova finale sarà il momento conclusivo di verifica di tali abilità.

Capacità di apprendere (learning skills)

I laureati magistrali avranno sviluppato quelle capacità di apprendimento che consentano loro di continuare a studiare per lo più in modo auto-diretto o autonomo.

I laureati magistrali avranno acquisito sufficienti capacità di apprendimento e approfondimento di tematiche di ricerca e di problemi attuali che riguardano il settore della bioinformatica medica essenzialmente applicata alla analisi genomica e all'informatica medica nei suoi aspetti di raccolta, integrazione e navigazione di dati complessi. La capacità di consultazione di materiale bibliografico, la capacità di utilizzazione di banche dati in campo medico e l'aggiornamento professionale continuo mediante la partecipazione a seminari tematici fa parte di un bagaglio di competenze che è necessario per mantenere efficace la competenza di interazione ed interpretazione



delle realtà scientifiche e professionali in continua e rapida evoluzione. La verifica di tale capacità di apprendimento culmina evidentemente nelle valutazioni intermedie e finali delle varie discipline ed in una attenta valutazione dello svolgimento della prova finale.

Università	Università degli Studi di VERONA
Classe	LM-18 - Informatica
Nome del corso	Bionformatica Medica
Nome inglese	Medical Bioinformatics
Lingua in cui si tiene il corso	inglese
Codice interno all'ateneo del corso	S79-16-16
Data di approvazione della struttura didattica	07/07/2015
Data di approvazione del senato accademico/consiglio di amministrazione	14/12/2015
Data della relazione tecnica del nucleo di valutazione	13/11/2015
Data della consultazione con le organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi, professioni	01/07/2015 - 13/10/2015
Data del parere favorevole del Comitato regionale di Coordinamento	11/12/2015
Modalità di svolgimento	convenzionale
Eventuale indirizzo internet del corso di laurea	
Dipartimento di riferimento ai fini amministrativi	Informatica
Massimo numero di crediti riconoscibili	DM 16/3/2007 Art 4 Nota 1063 del 29/04/2011

Obiettivi formativi qualificanti della classe: LM-18 Informatica

Le lauree di questa classe forniscono vaste ed approfondite competenze teoriche, metodologiche, sperimentali ed applicative nelle aree fondamentali dell'informatica che costituiscono la base concettuale e tecnologica per l'approccio informatico allo studio dei problemi e per la progettazione, produzione ed utilizzazione della varietà di applicazioni richieste nella Società dell'Informazione per organizzare, gestire ed accedere ad informazioni e conoscenze. Il laureato magistrale in questa classe sarà quindi in grado di effettuare la pianificazione, la progettazione, lo sviluppo, la direzione lavori, la stima, il collaudo e la gestione di impianti e sistemi complessi o innovativi per la generazione, la trasmissione e l'elaborazione delle informazioni, anche quando implicino l'uso di metodologie avanzate, innovative o sperimentali. Questo obiettivo viene perseguito allargando ed approfondendo le conoscenze teoriche, metodologiche, sistemistiche e tecnologiche, in tutte le discipline che costituiscono elementi culturali fondamentali dell'informatica. Ciò rende possibile al laureato magistrale sia di individuare nuovi sviluppi teorici delle discipline informatiche e dei relativi campi di applicazione, sia di operare a livello progettuale e decisionale in tutte le aree dell'informatica.

I laureati nei corsi di laurea magistrale della classe devono in particolare:

- possedere solide conoscenze sia dei fondamenti che degli aspetti applicativi dei vari settori dell'informatica;
- conoscere approfonditamente il metodo scientifico di indagine e comprendere e utilizzare gli strumenti di matematica discreta e del continuo, di matematica applicata e di fisica, che sono di supporto all'informatica ed alle sue applicazioni;
- conoscere in modo approfondito i principi, le strutture e l'utilizzo dei sistemi di elaborazione;
- conoscere fondamenti, tecniche e metodi di progettazione e realizzazione di sistemi informatici, sia di base sia applicativi;
- avere conoscenza di diversi settori di applicazione;
- possedere elementi di cultura aziendale e professionale;
- essere in grado di utilizzare fluentemente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'Unione Europea oltre l'italiano, con riferimento anche ai lessici disciplinari;
- essere in grado di lavorare con ampia autonomia, anche assumendo responsabilità di progetti e strutture.

Gli ambiti occupazionali e professionali di riferimento per i laureati magistrali della classe sono quelli della progettazione, organizzazione, gestione e manutenzione di sistemi informatici complessi o innovativi (con specifico riguardo ai requisiti di affidabilità, prestazioni e sicurezza), sia in imprese produttrici nelle aree dei sistemi informatici e delle reti, sia nelle imprese, nelle pubbliche amministrazioni e, più in generale, in tutte le organizzazioni che utilizzano sistemi informatici complessi. Si esemplificano come particolarmente rilevanti per lo sbocco occupazionale e professionale:

- i sistemi informatici per i settori dell'industria, dei servizi, dell'ambiente e territorio, della sanità, della scienza, della cultura, dei beni culturali e della pubblica amministrazione;
- le applicazioni innovative nell'ambito dell'elaborazione di immagini e suoni, del riconoscimento e della visione artificiale, delle reti neurali, dell'intelligenza artificiale e del soft computing, della simulazione computazionale, della sicurezza e riservatezza dei dati e del loro accesso, della grafica computazionale, dell'interazione utente-elaboratore e dei sistemi multimediali.

Ai fini indicati, i curricula dei corsi di laurea magistrale della classe:

- prevedono lezioni ed esercitazioni di laboratorio oltre a congrue attività progettuali autonome e congrue attività individuali in laboratorio;
- prevedono, in relazione a obiettivi specifici, attività esterne come tirocini formativi presso aziende, strutture della pubblica amministrazione e laboratori, oltre a soggiorni di studio presso altre università italiane ed europee, anche nel quadro di accordi internazionali.

Sintesi della relazione tecnica del nucleo di valutazione

Per quanto attiene al requisito di sostenibilità economico-finanziaria stimato a livello di Ateneo, il Nucleo rileva che tale indicatore è pienamente rispettato e, pertanto, l'Ateneo può procedere all'attivazione di nuovi CdS.

Per quanto riguarda il Corso di nuova attivazione Medical Bioinformatics I NdV, a conclusione di quanto contenuto nella relazione allegata, rileva che i limiti alla parcellizzazione, i requisiti strutturali e la presenza di un sistema per l'assicurazione della qualità sono verificati.

Per quanto riguarda il requisito di docenza a regime, si rileva che il requisito è soddisfatto grazie al ricorso ad un docente (PA in INF/01) che risulta dalla programmazione triennale del fabbisogno del perso-nale docente e ricercatore 2014-2016 approvata dal CdA del 29/04/2015, ma il cui posto non è ancora stato bandito.

Il NdV raccomanda che l'Ateneo affronti il problema dell'insufficienza di docenti di riferimento per quanto riguarda le lauree dell'area informatica legata all'aumento del numero di iscritti (fattore w), ad esempio attraverso l'utilizzo temporaneo dei docenti a contratto e l'introduzione eventuale dell'accesso a numero programmato. Il NdV sottolinea la necessità di identificare la soluzione, per l'a.a. 2016/17, entro maggio (scadenza della presentazione delle SUA-CdS dei CdS interessati).

Il NdV raccomanda di verificare ulteriormente la disponibilità delle strutture anche alla luce delle verifiche del Responsabile della Sicurezza.

Infine si consiglia di esplicitare il collegamento fra sistema di AQ predisposto a livello di CdS con il sistema di AQ definito a livello di Ateneo.

Sintesi della consultazione con le organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi, professioni

L'Organo o i soggetti accademici che hanno effettuato le consultazioni sono stati il Gruppo di Lavoro per la progettazione del nuovo corso di laurea magistrale in Medical Bioinformatics (LM-18) ed il Direttore del Dipartimento di Informatica.

Le Organizzazioni rappresentative a livello locale del mondo della produzione, dei servizi e delle professioni sono:

- LURM - Laboratorio Universitario di Ricerca Medica dell'Università di Verona
- AOUI - Azienda Sanitaria Ospedaliera Universitaria Integrata di Verona
- Centre Computational and Systems Biology dell'Università degli studi di Trento
- Azienda EBNeuro Spa - Firenze
- Centro Polifunzionale Don Calabria - Verona
- Aptuit
- Neuroscience Discovery and Translational Area, F. Hoffmann-La Roche Ltd, Basel
- Istituto di Genomica Applicata c/o Dip. di Matematica e Informatica dell'Università di Udine
- QR S.r.l.
- Osservatorio Biomedicale Veneto
- AzaleaNet
- Dedalus
- P-Lab
- Intesys
- Solinfo
- Arsenal
- ViiV Healthcare (GSK Group)
- Department of Pathology CRO Aviano and S. Maria degli Angeli di Pordenone
- Department of Experimental Oncology - Istituto Nazionale Tumori
- Coordinamento Regionale Unico sul Farmaco
- Ufficio di Farmacovigilanza, AIFA

Le consultazioni con le Organizzazioni rappresentative a livello locale del mondo della produzione, dei servizi e delle professioni si sono svolte in due distinti momenti: con una riunione il 1° luglio 2015 e, per via telematica, nel mese di ottobre 2015 con chiusura del verbale il 13 ottobre 2015.

In entrambe le consultazioni i rappresentanti delle Organizzazioni rappresentative a livello locale del mondo della produzione, dei servizi e delle professioni hanno presentato il loro contributo attraverso commenti, osservazioni e proposte che sono state ripotate nei rispettivi verbali allegati.

Sintesi del parere del comitato regionale di coordinamento

Obiettivi formativi specifici del corso e descrizione del percorso formativo

Sulla base di quanto emerso dall'analisi del quadro nazionale e internazionale relativo all'esigenza di una figura professionale nell'ambito della bioinformatica medica e dal confronto con le parti interessate rispetto alla figura professionale del Bioinformatico Medico, di interesse anche per il territorio veronese e veneto, l'obiettivo del Corso di Laurea Magistrale in Medical Bioinformatics è quello di formare laureati magistrali in grado di svolgere funzioni dirigenziali e di coordinamento negli ambiti di progettazione, sviluppo, gestione e manutenzione di sistemi informatici in medicina, in biologia ed in sanità, con particolare riguardo a software biomedico complesso orientato all'innovazione scientifica e tecnologica a fini diagnostici e terapeutici, a sistemi informatici complessi per la gestione di basi di dati cliniche e bioinformatiche, a software per l'elaborazione di dati medici e biologici nei sistemi di supporto alla decisione clinica, a sistemi informativi sanitari con architetture eterogenee e complesse, a interfacce visuali per la bioinformatica.

Rispetto a tale obiettivo, la Laurea Magistrale in Medical Bioinformatics - Bioinformatica Medica dovrà dunque fornire le basi teoriche, metodologiche e tecnologiche multi- e inter-disciplinari che occorrono per affrontare i problemi legati alla progettazione, analisi e sviluppo di sistemi intelligenti complessi nell'ambito della bioinformatica e dell'informatica medica.

Gli obiettivi formativi specifici del corso di laurea magistrale possono quindi essere articolati come nel seguito:

- acquisizione di competenze teoriche, metodologiche, sperimentali ed applicative nelle aree fondamentali dell'informatica, con particolare riguardo alle attività bioinformatiche di laboratori biomedici, a quelle più specificatamente cliniche, e a quelle prettamente rivolte all'organizzazione sanitaria;
- conoscenza delle tecniche e dei metodi di progettazione di dati e processi, per la realizzazione di sistemi informatici in ambito bioinformatico genomico e in ambito medico;
- conoscenza dei sistemi informativi, dei sistemi di elaborazione e dei metodi di gestione dei dati bioinformatici e medici;
- conoscenza delle piattaforme software di uso comune in ambito bioinformatico;
- conoscenza delle principali basi di dati bioinformatici di uso pubblico e degli standard utilizzati per la rappresentazione e comunicazione dei dati;
- conoscenza delle principali tecnologie di sequenziamento genomico e dei relativi formati;
- capacità di progettare, implementare e integrare moduli software, per problemi tipici della analisi dei genomi e della strutturazione di servizi web orientati alla gestione di dati biologici e clinici;
- conoscenza di metodi di data mining e capacità di trasporli efficacemente in casi di reale interesse bioinformatico e medico-clinico;
- capacità di individuare le componenti e gli strumenti idonei nel trattamento di problemi complessi di bioinformatica e informatica medica, ove si debbano integrare competenze interdisciplinari.

Da quanto emerso, per la natura tipicamente internazionale del contesto scientifico, tecnico ed economico dell'informatica e delle sue applicazioni in medicina e sanità, il percorso formativo sarà offerto interamente in lingua inglese.

Il percorso formativo, coerentemente con gli obiettivi formativi indicati, è organizzato in modo da approfondire gli aspetti teorici, metodologici e tecnologici delle discipline informatiche per quanto riguarda le loro applicazioni agli ambiti biologico e medico, e da fornire le conoscenze biologiche e mediche adeguate per affrontare con consapevolezza questi complessi domini applicativi.

A tal fine, il percorso formativo prevede, al primo anno, insegnamenti nell'area delle competenze di base (settori scientifico disciplinari INF/01 Informatica e ING-INF/05 Sistemi di Elaborazione delle Informazioni), che forniscono agli studenti le competenze fondazionali e trasversali imprescindibili per un informatico magistrale e indispensabili per affrontare applicazioni specializzate per l'ambito biomedico. Le competenze di base specifiche per la bioinformatica medica riguardano le metodologie di analisi e sviluppo di algoritmi per applicazioni bioinformatiche, i linguaggi di programmazione e il loro uso nella soluzione di problemi bioinformatici complessi, la teoria e le tecniche avanzate per la gestione e interrogazione di dati biologici e biomedici, e le tecniche di analisi computazionale di dati biologici di natura complessa. Nel primo anno sono, inoltre, previsti gli insegnamenti dei settori scientifico disciplinari BIO e MED, che permettano agli studenti una comprensione approfondita delle conoscenze biologiche e mediche necessarie all'area Bioinformatica (BIO/11 Biologia Molecolare, BIO/13 Biologia Applicata, BIO/18 Genetica, MED/03 Genetica Medica) e all'area Informatica Medica (MED/01 Statistica Medica, BIO/12 Biochimica Clinica e Biologia Molecolare Clinica).

Il secondo anno prevede quindi il completamento delle conoscenze e delle competenze nell'area Bioinformatica e nell'area Informatica Medica con insegnamenti specifici in ambito informatico (settori INF/01 e ING-INF-05) focalizzati su aspetti quali architetture per l'elaborazione di dati biologici, analisi di sequenze genomiche e modelli di calcolo naturale, e sistemi informativi sanitari, tecniche di analisi dei dati a supporto della decisione clinica ed elaborazione di immagini biomediche, rispettivamente.

Il percorso formativo è quindi completato dagli insegnamenti a scelta dello studente e da ulteriori attività formative inerenti abilità linguistiche e stage/tirocini. La prova finale consiste nello sviluppo di una tesi di laurea, che impegni lo studente in un lavoro di ricerca, formalizzazione, progettazione o sviluppo: tale lavoro contribuirà sostanzialmente al completamento della sua formazione tecnico-scientifica.

Al termine di questo percorso formativo, con il conseguimento della laurea magistrale lo studente sarà in possesso di conoscenze, competenze, e tecniche nei diversi ambiti disciplinari legati alla bioinformatica medica che gli permetteranno di svolgere un ruolo attivo e di responsabilità nella progettazione, realizzazione e gestione di sistemi complessi e integrati orientati alla gestione di dati biologici e medici a supporto dei processi sanitari e clinici per la cura e la prevenzione delle patologie e a supporto della ricerca biomedica.

Risultati di apprendimento attesi, espressi tramite i Descrittori europei del titolo di studio (DM 16/03/2007, art. 3, comma 7)

Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding)

Nella laurea magistrale in Medical Bioinformatics si distinguono tre aree di competenze: l'area delle competenze di base, l'area delle competenze di bioinformatica, e l'area delle competenze di informatica medica. Tali aree vanno considerate fra loro interconnesse e mutuamente dipendenti, al fine di offrire al laureato magistrale un insieme di competenze e capacità completo e solido.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione (applying knowledge and understanding)

I laureati magistrali sono capaci di applicare le loro conoscenze, capacità di comprensione e abilità nel risolvere problemi a tematiche nuove o non familiari, inserite in contesti più ampi (o interdisciplinari) connessi al proprio settore di studio.

I laureati magistrali, una volta acquisite le conoscenze di base ed avanzate proprie del settore, saranno in grado di individuare gli aspetti centrali di nuove problematiche e di ricondurli a schemi acquisiti o di proporre soluzioni innovative.

In particolare i laureati avranno le seguenti capacità di applicare le loro conoscenze e competenze:

- capacità di progettare, implementare, ed integrare moduli software, per la analisi dei genomi ed in generali dei dati biologici tipici dell'ambito bioinformatico;
- capacità di progettare, implementare, ed integrare moduli software per la strutturazione di servizi web nella gestione di dati biomedici;
- capacità di progettare algoritmi e relativi strumenti software per l'analisi dei dati biomedici con tecniche di machine learning e per il mining di grosse moli di dati biomedici;
- capacità di proporre e progettare piattaforme distribuite per la gestione integrata di dati clinici e biologici a supporto delle attività cliniche;
- capacità di proporre soluzioni informatiche innovative nell'ambito di team di ricerca interdisciplinari in ambito biomedico;
- capacità di integrare soluzioni informatiche avanzate per il trattamento e l'elaborazione dei dati biomedici in sistemi informativi sanitari complessi, di interesse regionale, nazionale e internazionale, sulla base di una solida conoscenza dell'organizzazione sanitaria.

Autonomia di giudizio (making judgements)

I laureati magistrali, una volta acquisite le conoscenze di base ed avanzate proprie del settore, saranno in grado di individuare gli aspetti centrali di nuove problematiche e di ricondurli a schemi acquisiti o di proporre soluzioni innovative. Fondamentale è la capacità di valutazione autonoma della complessità del dato e della sua valenza scientifica, della corretta interpretazione dei risultati, e dell'uso responsabile dei dati ottenuti.

Il laureato magistrale deve essere in grado di giustificare l'approccio metodologico seguito e di saperlo confrontare con approcci alternativi per validare la robustezza del metodo e l'attendibilità dei risultati in relazione agli standard correnti del dominio specifico di applicazione.

Il raggiungimento dell'obiettivo formativo sarà dimostrato dal superamento delle prove di valutazione (anche intermedie), dal livello di partecipazione alle attività caratterizzanti ciascuna disciplina, e dallo svolgimento adeguato della prova finale. L'autonomia di giudizio dei laureati magistrali del Corso di Studio viene inoltre stimolata e sviluppata dalle attività di laboratorio e dallo sviluppo di progetti relativi a temi specifici di applicazione.

Abilità comunicative (communication skills)

Il laureato magistrale acquisirà adeguate abilità e strumenti di comunicazione scritta e orale, anche in lingua inglese, sviluppando le competenze necessarie per analizzare, proporre e discutere criticamente i dati della propria attività con interlocutori specialisti e non specialisti.

Le abilità comunicative sono sviluppate attraverso l'incoraggiamento alla discussione e interazione durante le attività formative delle varie discipline e sono verificate durante le valutazioni (anche intermedie) delle varie discipline e nel lavoro di tesi, attraverso l'esposizione e la discussione di quanto approfondito e proposto. La prova finale sarà il momento conclusivo di verifica di tali abilità.

Capacità di apprendimento (learning skills)

I laureati magistrali avranno acquisito sufficienti capacità di apprendimento e approfondimento di tematiche di ricerca e di problemi attuali che riguardano il settore della bioinformatica medica essenzialmente applicata alla analisi genomica e all'informatica medica nei suoi aspetti di raccolta, integrazione e navigazione di dati complessi. La capacità di consultazione di materiale bibliografico, la capacità di utilizzazione di banche dati in campo medico e l'aggiornamento professionale continuo mediante la partecipazione a seminari tematici fanno parte di un bagaglio di competenze che è necessario per mantenere efficace la competenza di interpretazione delle realtà scientifiche e professionali in continua e rapida evoluzione. La verifica di tale capacità di apprendimento culmina evidentemente nelle valutazioni intermedie e finali delle varie discipline ed in una attenta valutazione dello svolgimento della prova finale.

Conoscenze richieste per l'accesso (DM 270/04, art 6, comma 1 e 2)

Per l'ammissione al Corso di Laurea Magistrale viene richiesto:

- il possesso di un diploma di laurea triennale nelle seguenti classi di laurea: L-31 (Scienze e Tecnologie informatiche), L-8 (Ingegneria dell'informazione) oppure il possesso di un diploma di laurea, diploma universitario triennale o altro titolo universitario conseguito all'estero riconosciuto idoneo secondo la normativa vigente, oppure
- il possesso dei seguenti requisiti curriculari: almeno 60 CFU in SSD del gruppo INF/01, ING-INF/05, BIO/*, CHIM/* o MED/*, di cui almeno 30 CFU cumulati tra i seguenti SSD: INF/01 o ING-INF/05.

È necessario inoltre il possesso della conoscenza della lingua inglese a livello B1.

È prevista, infine, la verifica della preparazione personale dello studente attraverso valutazione del corso di studio e del curriculum, secondo le modalità definite dal regolamento didattico.

Caratteristiche della prova finale (DM 270/04, art 11, comma 3-d)

Alla tesi di laurea sono dedicati 24 CFU, per un lavoro che non deve superare i 4-5 mesi a tempo pieno per lo studente. Scopo della tesi è quello di sviluppare uno studio quanto più originale che può culminare con un progetto applicativo o un risultato teorico connesso a specifici problemi di natura progettuale o una rassegna critica sullo stato dell'arte in un determinato ambito di studio. La tesi di laurea sarà compilata e discussa in lingua inglese.

Comunicazioni dell'ateneo al CUN

Sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati

Il corso prepara alle professioni tipiche dell'ICT ed in particolare alle figure professionali che rientrano nella classificazione ISTAT di Informatici e Telematici (codici ISTAT 2.1.1.4 - Analisti e progettisti di software e 2.1.1.5 - Progettisti e amministratori di sistemi).

funzione in un contesto di lavoro:

Il laureato magistrale in Medical Bioinformatics è in grado di svolgere funzioni dirigenziali e di coordinamento negli ambiti di progettazione, sviluppo, gestione e manutenzione di sistemi informatici in medicina, in biologia ed in sanità, con particolare riguardo a:

- progettazione di software biomedico complesso orientato all'innovazione scientifica e tecnologica a fini diagnostici e terapeutici;
- progettazione di sistemi informatici complessi per la gestione di basi di dati cliniche e bioinformatiche;
- progettazione di sistemi per l'elaborazione di dati medici e biologici nei sistemi di supporto alla decisione clinica;
- gestione di sistemi informativi sanitari con architetture eterogenee e complesse;
- progettazione di sistemi e di interfacce visuali per la bioinformatica.

competenze associate alla funzione:

Nello svolgimento delle sue funzioni, il laureato magistrale in Medical Bioinformatics sarà in grado di affrontare i problemi informatici in ambito biomedico da un punto di vista dirigenziale, di coordinare gruppi di lavoro e di definire approcci innovativi rispetto allo stato dell'arte.

Le competenze relative alle figure professionali che possono essere ricoperte dal laureato magistrale in Medical Bioinformatics sono pertanto legate ai seguenti aspetti:

- competenze teoriche, metodologiche, sperimentali ed applicative nelle aree fondamentali dell'informatica, con particolare riguardo alle attività bioinformatiche di laboratori biomedici, a quelle più specificatamente cliniche, e a quelle prettamente rivolte all'organizzazione sanitaria;
- capacità di affrontare e analizzare problemi complessi in ambito biologico, medico e sanitario e di coordinare lo sviluppo di sistemi informatici per la loro soluzione;
- conoscenza delle metodologie di indagine e capacità di saperle applicare in situazioni concrete, nella conduzione di un gruppo di lavoro in progetti che richiedano competenze in informatica medica e in bioinformatica;
- appropriata padronanza delle conoscenze in ambito biomedico di completamento e supporto alle competenze informatiche.

sbocchi professionali:

I laureati magistrali potranno trovare occupazione presso enti/aziende informatiche operanti negli ambiti della produzione di software e hardware per applicazioni bioinformatiche o medico-cliniche, enti di ricerca - pubblici e privati - e di servizi genomici e sanitari, nella libera professione e nei settori del pubblico impiego.

Le competenze acquisite permetteranno loro di assumere ruoli e svolgere compiti dei seguenti tipi:

- attività di sviluppo dell'innovazione scientifica e tecnologica a fini diagnostici e terapeutici;
- progettazione, organizzazione, gestione e manutenzione di sistemi informatici medici complessi per la gestione di basi di dati cliniche o bioinformatiche, per l'elaborazione di dati medici e bioinformatici nei sistemi di supporto alla decisione clinica, sia nei sistemi informativi sanitari, sia presso centri ospedalieri;
- supporto alle attività organizzative, cliniche e scientifiche inter- e intra-ospedaliere, sia presso laboratori di ricerca in ambito bioinformatico, sia presso aziende informatiche operanti nel settore medico;
- attività di docenza in scuole di diverso ordine e grado, una volta completati gli ulteriori specifici percorsi formativi.

Gli sbocchi per i laureati magistrali in Medical Bioinformatics vanno oltre il territorio di Verona e gli ambiti regionali: osservando la realtà italiana e internazionale, le competenze provenienti da una laurea magistrale del genere permettono di considerare professioni presso le aziende informatiche operanti nel settore medico, presso centri ospedalieri, in ambito bioinformatico, presso laboratori di ricerca, in ambito medico a supporto di attività cliniche e scientifiche di singole divisioni.

Il corso prepara alla professione di (codifiche ISTAT)

- Analisti e progettisti di software - (2.1.1.4.1)
- Analisti di sistema - (2.1.1.4.2)
- Analisti e progettisti di applicazioni web - (2.1.1.4.3)
- Analisti e progettisti di basi dati - (2.1.1.5.2)
- Amministratori di sistemi - (2.1.1.5.3)

Il corso consente di conseguire l'abilitazione alle seguenti professioni regolamentate:

- ingegnere dell'informazione

Il rettore dichiara che nella stesura dei regolamenti didattici dei corsi di studio il presente corso ed i suoi eventuali curricula differiranno di almeno 30 crediti dagli altri corsi e curriculum della medesima classe, ai sensi del DM 16/3/2007, art. 1 §2.

Attività caratterizzanti

ambito disciplinare	settore	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
		min	max	
Discipline Informatiche	INF/01 Informatica ING-INF/05 Sistemi di elaborazione delle informazioni	48	66	48
Minimo di crediti riservati dall'ateneo minimo da D.M. 48:		48		

Totale Attività Caratterizzanti	48 - 66
--	---------

Attività affini

ambito disciplinare	settore	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
		min	max	
Attività formative affini o integrative	BIO/10 - Biochimica BIO/11 - Biologia molecolare BIO/12 - Biochimica clinica e biologia molecolare clinica BIO/13 - Biologia applicata BIO/18 - Genetica MED/01 - Statistica medica MED/03 - Genetica medica MED/04 - Patologia generale MED/08 - Anatomia patologica	12	24	12

Totale Attività Affini	12 - 24
-------------------------------	---------

Altre attività

ambito disciplinare		CFU min	CFU max
A scelta dello studente		12	12
Per la prova finale		24	24
Ulteriori attività formative (art. 10, comma 5, lettera d)	Ulteriori conoscenze linguistiche	0	4
	Abilità informatiche e telematiche	0	0
	Tirocini formativi e di orientamento	0	0
	Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	0	4
Minimo di crediti riservati dall'ateneo alle Attività art. 10, comma 5 lett. d		6	
Per stages e tirocini presso imprese, enti pubblici o privati, ordini professionali		0	0

Totale Altre Attività	42 - 44
------------------------------	---------

Riepilogo CFU

CFU totali per il conseguimento del titolo	120
Range CFU totali del corso	102 - 134

Motivazioni dell'inserimento nelle attività affini di settori previsti dalla classe o Note attività affini

()

Note relative alle altre attività

Note relative alle attività caratterizzanti

MASTER DEGREE IN MEDICAL BIOINFORMATICS (LM-18)

		CLASSE									ORDINAMENTO			
TAF	AMBITO	MIN TAF	MIN AMB	SSD (in rosso tutti SSD previsti da ordinamento)	N.	ANNO	INSEGNAMENTI	CFU INS	CFU TOT	MIN	MAX			
B	Informatics courses	48	48							48	66			
				INF/01	1	1	Programming laboratory for bioinformatics	12	12					
				ING-INF/05	1		Biomedicine and bioinformatics databases	12	12					
				INF/01	1		Fundamental algorithms for bioinformatics	12	12					
				ING-INF/05	1		Computational analysis of biological structures and networks	6	6					
							A scelta tre insegnamenti tra							
				INF/01	3	2	Healthcare information systems	6	18					
				INF/01			Biomedical decision support systems	6						
				INF/01			Biomedical image processing	6						
				ING-INF/05			Architectures and systems for biological data processing	6						
				INF/01			Computational analysis of genomic sequences	6						
				INF/01			Natural computing	6						
C	BIO courses		6		2	1	A scelta due insegnamenti tra		12	6	12			
				BIO/11			Molecular Biology	6						
				BIO/18			Genetics	6						
				MED/03 - BIO/13			Medical Genetics	6						
				BIO/12			Information processes and systems for clinical lab	6						
C	MED courses		6		1	1	A scelta un insegnamento tra		6	6	12			
				MED/04			Systems Biology	6						
				MED/01			Epidemiological methods and clinical epidemiology	6						
D	Free choice		8		1	2		6	6	12	12			
					1			6	6					
E	Master thesis					2	Prova finale	24	24	24	24			
F	Other activities			Further linguistic competencies, B2 Level		2		4						
				ITC Skills										
				Stages			2							
				Other Knowledges										
													6	6