



Università degli Studi di Verona

Dipartimento di Informatica

Ca' Vignal 2
Strada le Grazie 15
37134 Verona - Italia
Tel. +39 045 802 7069
Fax +39 045 802 7068

PROT. N° 62 472
Tit. III/2

22 SET. 2015

Al Magnifico Rettore
Chiar.mo Prof. Nicola Sartor

Al Direttore Generale
Preg.mo Dott. Giulio Coggiola
Pittoni

Alla Presidente Presidio per
l'Assicurazione della Qualità
Chiar.ma Prof.ssa Laura Calafà

OGGETTO: Corso di laurea magistrale in Medical Bioinformatics (LM-18) – riscontro alle osservazioni del Presidio per la Qualità

Con riferimento al Verbale n° 10 del 16 settembre 2015 (prot. 60255 del 17 settembre 2015) del Presidio per la Qualità, relativo alla proposta di attivazione del CdLM di Medical Bioinformatics (LM-18 Informatica), vorrei aggiungere alcuni commenti, che permettano agli Organi preposti di avere una visione quanto più completa possibile del contesto all'interno del quale la proposta del CdLM si è sviluppata.

Innanzitutto vorrei ringraziare il Presidio per l'Assicurazione della Qualità tutto, e in particolare nella persona della sua Presidente, Prof.ssa Laura Calafà, e gli uffici centrali preposti, per i dettagliati commenti che hanno permesso di costruire una proposta completa e solida negli aspetti che saranno oggetto di valutazione a livello nazionale. Proprio rispetto a questo importante spirito di collaborazione, mi sembra importante dare risposte puntuali, concordate con i docenti attivamente coinvolti in questa proposta di CdLM, alle varie osservazioni contenute nel documento del Presidio per l'Assicurazione della Qualità. Per chiarezza ogni risposta verrà preceduta dalla corrispondente osservazione contenuta nel verbale citato.

“il CdS ha presentato correttamente e in maniera completa l'intera documentazione richiesta, che risulta in linea con le Linee Guida AQ dei processi dell'offerta formativa”

Come già detto, quanto fatto è il risultato di una proficua collaborazione dei vari organi e uffici di Ateneo. Di questo il Dipartimento di Informatica è profondamente consapevole.



“rispetto alla pre-compilazione dei Quadri SUA-CdS, si consiglia di verificare la sufficiente ampiezza e significatività rappresentativa delle Parti Sociali consultate per l'attivazione del CdS; ad esempio, sembra mancare una rappresentanza della realtà ospedaliera locale, nonché una consultazione delle parti sociali a livello più ampio, nazionale ed internazionale, rispetto al target a cui il CdS sembra ambire”

Questa importante osservazione da parte del Presidio era già stata considerata nei mesi scorsi.

A questo proposito nel documento presentato di proposta del CdLM in Medical Bioinformatics già era stato affermato *“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.”*

Più in dettaglio, come si evince dalla scheda SUA (Quadro A1) della proposta, rappresentanti delle realtà ospedaliere locali e degli enti regionali dedicati alla sanità digitale erano stati invitati, ma non hanno potuto partecipare. D'altro canto il parere della Scuola di Medicina del nostro Ateneo proviene da un contesto che tiene senz'altro conto della realtà dell'Azienda Ospedaliera Universitaria Integrata di Verona, importante realtà non solo a livello locale. Nella prossima riunione, in ogni caso, ripeteremo ed estenderemo gli inviti a rappresentanze delle realtà ospedaliere.

Rispetto alla consultazione di parti sociali a livello più ampio, nazionale ed internazionale, considereremo ed estenderemo gli inviti a partecipare in tale direzione. Già ora va comunque considerato che alcune delle aziende invitate (e presenti con i loro rappresentanti, quali Solinfo e Dedalus) possono essere considerate rappresentanti a livello nazionale, dal momento che sono sì presenti anche sul territorio veronese, ma fanno parte di aziende con sedi principali anche in altre regioni. Rispetto a rappresentanze del contesto internazionale, già comunque presenti fra gli enti invitati, estenderemo gli inviti per la prossima riunione. Si tenga comunque presente che già nella riunione avvenuta erano presenti rappresentanti di enti di ricerca di Udine e Trento, esplicitamente attivi in un contesto internazionale (ad esempio, il centro COSBI di Trento coinvolto è un consorzio no-profit dove Microsoft Research è presente con una quota del 50%).

“altresì, è opportuno verificare che vi siano linee di ricerca specifiche (progetti, produzione scientifica) sviluppate dai Docenti del CdS rispetto agli ambiti specifici in cui si focalizzano i contenuti del CdS”

Vorrei ringraziare il Presidio per l'osservazione. Questo è uno dei punti di forza della proposta del CdLM in Medical Bioinformatics e dovrebbe essere inserita esplicitamente nel documento di proposta (in questo chiediamo aiuto agli uffici su dove inserire tali informazioni, dal momento che non



erano esplicitamente richieste). Uno dei punti di forza di tale proposta, infatti, sta nella presenza a Verona di un consistente gruppo di docenti con esperienza di ricerca e di didattica negli specifici ambiti del CdLM proposto e con una riconosciuta visibilità scientifica a livello internazionale.

Considerando i soli docenti di informatica, vorrei indicare alcuni dati riassuntivi a testimonianza della precedente affermazione; dati che riporto in calce alla presente lettera come Allegato 1.

“pare opportuno segnalare il carico di docenza aggiuntiva che tale CdS richiederebbe ai Docenti già incardinati e che, in prima battuta, sembra, in parte, assorbito dal ricorso a “mutuazioni” di insegnamenti; tale pratica non sembra, però, una soluzione adeguata per un CdS di nuova attivazione. La sofferenza, in termini di carico didattico, rispetto ad alcuni SSD caratterizzanti del CdS, che nel progetto risultano coperti da RU e contratti comporterà un sicuro impatto nella programmazione dell’organico di personale docente di Ateneo, che pare opportuno attentamente valutare in sede di parere politico di attivazione del CdS”

In questa direzione il Dipartimento di Informatica ha già modificato, in accordo con gli Organi centrali di Ateneo, l’offerta formativa. Nel ringraziare il Presidio per l’Assicurazione della Qualità per l’osservazione, vorrei far presente che:

- è stato ridotto il numero degli insegnamenti a scelta nel CdLM in Ingegneria e Scienze Informatiche, proprio per limitare la docenza aggiuntiva;
- numerosi docenti coinvolti negli insegnamenti fondamentali e specialistici del CdLM in Medical Bioinformatics non avranno docenza aggiuntiva, perché i nuovi insegnamenti verrebbero attivati dopo la terminazione del CdLM in Bioinformatica e Biotecnologie Mediche, che prevedeva insegnamenti tenuti dagli stessi docenti (è questo il caso di Basi di dati Biomediche e Bioinformatiche, Sistemi Informativi Sanitari, Algoritmi e Linguaggi per Bioinformatica, Bioimmagini ed elaborazione di dati biomedici, Modelli di calcolo naturale, ed altri in area medica e biologica);
- gli insegnamenti a scelta in ambito informatico presenti nel documento attuale di proposta del CdLM sono stati diminuiti rispetto alla proposta iniziale, in accordo con i rappresentanti degli Organi centrali di Ateneo, proprio per non avere carico di docenza aggiuntiva. A tale proposito, il gruppo di lavoro ha deciso di apportare un’ulteriore modifica al piano didattico (Allegato 2), attribuendo il carico didattico relativo al laboratorio dell’insegnamento di “Programming laboratory for bioinformatics” al PA già in programmazione, anziché ad un professore a contratto. Non ci sono quindi docenti a contratto previsti nei settori ING-INF/05 e INF/01;
- le mutuazioni previste nei settori INF-01 e ING-INF/05 sono due, e relative a insegnamenti a scelta e legate a competenze e insegnamenti presenti nel CdLM in Ingegneria e Scienze Informatiche.



Questo conferma, insieme a quanto osservato precedentemente, che le competenze di ricerca e didattiche sono già consolidate in Dipartimento e permettono interazioni e complementarietà con gli altri CdLM presenti. Si noti che è prassi in vari CdLM proporre insegnamenti a scelta presenti in altri CdLM nello stesso Ateneo della stessa classe o di classi affini;

- per quanto riguarda l'impatto sulla programmazione, voglio sottolineare che quanto proposto è "fortemente" in linea con la programmazione proposta dal Dipartimento di Informatica e recepitata dal CdA. Infatti, i due nuovi ruoli previsti sono già stati approvati dal CdA e avranno un ruolo attivo, già dichiarato nei documenti, nel proposto CdLM. La programmazione proposta dal Dipartimento si fonda, inoltre, su un cospicuo numero di ricercatori già in possesso della abilitazione a docente di seconda fascia, che lavorano su temi di interesse per la bioinformatica medica. Colgo l'occasione per rimarcare in questo ambito che la sofferenza dei settori scientifico disciplinari INF/01 e ING-INF/05 per il carico didattico è in buona parte legata al non risolto problema della didattica trasversale, che sempre più richiede di essere risolto in un contesto sovradipartimentale.

Sul punto si sottolinea infine che l'impegno assunto dal Dipartimento di Informatica, ancora in sede di progettazione del precedente corso di laurea magistrale nella Classe LM-32 poi non approvato dal CUN, di non aumentare le ore complessivamente erogate dai docenti del Dipartimento (stimate all'epoca in 6448 ore di MAT/* FIS/* e *INF/*) è stato mantenuto anche in questo nuovo progetto come da conteggio ore che si riporta nell'Allegato 3. Focalizzando infatti anche solamente sui SSD INF/01 e ING-INF/05, ritenuti più critici, il risultato finale è una riduzione di 8 ore. Riduzione ancora più ampia se si considerano tutti i SSD afferenti al dipartimento, come garantito ad inizio progetto.

"il CdS viene presentato come specialistico dal punto di vista dei contenuti, ma allo stesso tempo di ampio interesse rispetto al numero di potenziali studenti. Risulta, pertanto, fondamentale, in sede di attivazione, verificare l'attrattività di tutti i CdS dell'Area di Scienze e Ingegneria per il mantenimento dell'equilibrio fra CdS di nicchia e generalisti, così come previsto nelle Linee strategiche sulla didattica di Ateneo"

Questa osservazione conclusiva è fondamentale ed è già considerata preliminarmente dai proponenti del nuovo CdLM e dal Dipartimento nel suo complesso. Anche in questo caso espongo alcuni sintetici commenti:

- il CdLM in Medical Bioinformatics è senz'altro specialistico, ma rivolto a un elevato numero di potenziali studenti, dall'Italia e dall'estero. E' l'unico CdLM di questo genere, a nostra conoscenza, nel panorama italiano della classe LM-18 Informatica. Da questo punto di vista non dovrebbe essere considerato di nicchia o, perlomeno, non completamente. E non dovrebbe avere problemi di



concorrenza con il CdLM attuale in Ingegneria e Scienze Informatiche, visto anche il (nuovo) pubblico internazionale a cui si rivolge;

- una netta distinzione fra CdLM (o CdL) di nicchia o generalisti in questo ambito non è sempre facile. Valga per tutti l'esempio della laurea in Bioinformatica rispetto alla laurea in Informatica. La prima dovrebbe essere di nicchia, ma ha raggiunto numeri di immatricolazioni analoghi a quella della laurea generalista in informatica (circa 200 matricole per ogni CdL) e conferma negli anni successivi un consolidamento del numero di studenti che continuano fino alla laurea;
- ad aumentare la difficoltà nel definire di nicchia il proposto CdLM, va anche considerato il fatto che in questo caso il Dipartimento, come fece anni fa per la laurea in Bioinformatica, propone un CdLM che vuole avere un ruolo trainante per il territorio e nello scenario nazionale. La bioinformatica medica, come evidenziato nelle analisi fatte anche a livello internazionale, sta diventando fondamentale sia per la ricerca medica sia per il contesto clinico-sanitario e le competenze di "data scientist" nell'ambito biomedico diverranno verosimilmente decisamente appetibili sul mercato del lavoro;
- vorrei terminare con una nota "storica". In Italia e nel mondo si sono visti spesso ambiti considerati di nicchia divenire trainanti in pochi anni: L'Informatica è nata come "nicchia" da Matematica e da Fisica, l'Ingegneria informatica era "nicchia" di Ingegneria elettronica (che era "nicchia" di Ingegneria Elettrica). Forse non nella misura degli esempi appena citati, ma la "scommessa" di questo CdLM è che la bioinformatica medica diventerà una delle figure professionali necessarie e irrinunciabili nell'ambito medico, clinico e sanitario;
- la promozione e la diffusione mediatica di questo CdLM (nel caso, che tutti si augurano, in cui l'iter di approvazione termini con esito positivo) sarà un'operazione da pensare e pianificare con cura con gli uffici preposti;
- *"l'attrattività di tutti i CdS dell'Area di Scienze e Ingegneria per il mantenimento dell'equilibrio fra CdS di nicchia e generalisti"* è una costante dei CdS dell'Area, come dimostrano i dati relativi alle immatricolazioni che negli ultimi anni sono sempre state in continuo aumento. A tal fine, riporto nell'Allegato 4 l'andamento delle immatricolazioni ai CdS dell'Area negli ultimi 4 anni.

Mi scuso per la prolissità di questa mia e ringrazio ancora il Presidio per l'Assicurazione della Qualità per i preziosi commenti e per il dettagliato lavoro di analisi della proposta del CdLM in Medical Bioinformatics.

Cordiali Saluti

IL DIRETTORE
(Prof. Franco Fummi)

Presenza in comitati editoriali di riviste internazionali del settore e in società scientifiche internazionali

Comitati editoriali

- journal Artificial Intelligence in Medicine
- journal International Journal of Computers in Healthcare
- journal of Bioinformatics and Proteomics

Società scientifiche

- AIME - Artificial Intelligence in Medicine Society
- TC-20 Pattern Recognition for Bioinformatics - International Association for Pattern Recognition (IAPR)

Responsabilità scientifica di convegni internazionali e di numeri speciali di riviste internazionali

Numeri speciali di riviste internazionali:

- ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology
- Artificial Intelligence in Medicine
- Methods of Information in Medicine
- Journal of Intelligent Information Systems(1999).
- Computers in Biology and Medicine (1997).
- IEEE/OSA Journal of Display Technology on Medical Displays

Convegni internazionali:

- AIME – Artificial Intelligence in MEDicine Conference
- IEEE-ICHI - International Conference on Healthcare Informatics

Progetti di ricerca (dalle pagine web istituzionali – parziale)

- Progetto Burundi al Dipartimento di Informatica (telemedicina) 2/1/13
- Strumenti di analisi dei dati della Rete nazionale di Farmacovigilanza (RNFV) 9/1/11
- Modellazione, gestione e analisi intelligente di processi clinici temporali (PRIN 2009) 7/15/11
- IPPARCO - Cartella clinica informatica Solinfo 1/26/11
- A new bioinformatics platform for temporal knowledge discovery: application to a model of cardiomyocyte differentiation for understanding the role of dioxin in cardiovascular diseases 12/29/09
- DW-SAN: Data warehousing, OLAP, data mining e analisi what-if su dati clinico-sanitari con sistemi open source 10/8/09
- Modellazione e gestione di aspetti temporali in workflow clinici (PRIN 2007) 9/22/08
- Progettazione e sviluppo di un prototipo relativo al Portale per il Distretto VITA 12/7/05
- Supporting user-defined multiple granularities for the management and querying of temporal clinical information 11/30/04
- Modelli simbolici di dinamiche cellulari: algoritmi biomolecolari e sistemi dinamici a membrana - Rinnovo (PRIN 2006) 09/02/07
- Algoritmi e automi biomolecolari 01/10/05
- Modelli simbolici di dinamiche cellulari 01/12/04
- Modelli simbolici di dinamiche cellulari: algoritmi biomolecolari e sistemi a membrana. (PRIN 2004) 30/11/04
- Calcoli e dinamiche biomolecolari 01/06/04
- Algoritmi bio-molecolari per problemi NP completi 21/02/03
- Modelli di calcolo, algoritmi e dinamiche bio-molecolari 30/06/02

- Costruzione e adattamento di sistemi evolutivi 30/06/02
- DNA Computing e modelli di interazione intracellulare 10/05/02
- Investigation of structural and functional brain connectivity from multimodal data - Joint Projects 2014 01/01/15
- AHeAD - Automatic Human behavior Analysis in neurological Diseases: the case of epilepsy - Joint Projects 2012 18/09/13
- Fusione e quality assesment di immagini da TC volumetrica "cone beam" 01/07/13
- Elaborazione di dati volumetrici per applicazioni CBCT NewTom 01/12/11
- BrainFit: Trattografia da risonanza in diffusione per la pianificazione radioterapica e chirurgica (PRIN 2009) 17/10/11
- Studio della regione infiltrativa tumorale in modelli murini di glioma: sviluppo di tecniche di processamento dati ed analisi d'immagini ad hoc per tecniche avanzate di Risonanza Magnetica - Joint Project 2010

Produzione scientifica (estratto dalle pubblicazioni presenti su PubMed, nota base di dati bibliografica internazionale della comunità biomedica internazionale)

- 1: Combi C, Cucchi G, Pinciroli F. Applying object-oriented technologies in modeling and querying temporally oriented clinical databases dealing with temporal granularity and indeterminacy. *IEEE Trans Inf Technol Biomed.* 1997 Jun;1(2):100-27. PubMed PMID: 11020814.
- 2: Portoni L, Combi C, Pozzi G, Pinciroli F, Fritsch JP, Brennecke R. Angiocardiographic digital still images compressed via irreversible methods: concepts and experiments. *Int J Med Inform.* 1997 Oct;46(3):185-204. PubMed PMID: 9373780.
- 3: Peek N, Combi C, Marin R, Bellazzi R. Thirty years of artificial intelligence in medicine (AIME) conferences: A review of research themes. *Artif Intell Med.* 2015 Jul 29. pii: S0933-3657(15)00087-1. doi: 10.1016/j.artmed.2015.07.003. [Epub ahead of print] PubMed PMID: 26265491.
- 4: Juarez JM, Ochotorena JM, Campos M, Combi C. Spatiotemporal data visualisation for homecare monitoring of elderly people. *Artif Intell Med.* 2015 Jun 14. pii: S0933-3657(15)00079-2. doi: 10.1016/j.artmed.2015.05.008. [Epub ahead of print] PubMed PMID: 26129627.
- 5: Combi C, Mantovani M, Sabaini A, Sala P, Amaddeo F, Moretti U, Pozzi G. Mining approximate temporal functional dependencies with pure temporal grouping in clinical databases. *Comput Biol Med.* 2015 Jul 1;62:306-24. doi:10.1016/j.compbimed.2014.08.004. Epub 2014 Aug 21. PubMed PMID: 25220098.
- 6: Peleg M, Combi C. Artificial intelligence in medicine AIME 2011. *Artif Intell Med.* 2013 Feb;57(2):87-9. doi: 10.1016/j.artmed.2013.01.001. Epub 2013 Feb 8. PubMed PMID: 23498723.
- 7: Combi C, Oliboni B. Visually defining and querying consistent multi-granular clinical temporal abstractions. *Artif Intell Med.* 2012 Feb;54(2):75-101. doi:10.1016/j.artmed.2011.10.004. Epub 2011 Dec 15. PubMed PMID: 22177662.
- 8: Combi C, Pozzi G, Rossato R. Querying temporal clinical databases on granular trends. *J Biomed Inform.* 2012 Apr;45(2):273-91. doi: 10.1016/j.jbi.2011.11.005. Epub 2011 Dec 2. PubMed PMID: 22155334.
- 9: Shahar Y, Combi C. Artificial Intelligence in Medicine AIME 2009. *Artif Intell Med.* 2011 Jun;52(2):57-8. doi: 10.1016/j.artmed.2011.04.006. Epub 2011 Jun 8. PubMed PMID: 21645999.
- 10: Combi C, Gozzi M, Oliboni B, Juarez JM, Marin R. Temporal similarity measures for querying clinical workflows. *Artif Intell Med.* 2009 May;46(1):37-54. doi:10.1016/j.artmed.2008.07.013. Epub 2008 Sep 11. PubMed PMID: 18789660.
- 11: Castellani U, Cristani M, Combi C, Murino V, Sbarbati A, Marzola P. Visual MRI: merging information visualization and non-parametric clustering techniques for MRI dataset

analysis. *Artif Intell Med.* 2008 Nov;44(3):183-99. doi:10.1016/j.artmed.2008.06.006. Epub 2008 Sep 4. PubMed PMID: 18775655.

- 12: Adlassnig KP, Combi C, Das AK, Keravnou ET, Pozzi G. Temporal representation and reasoning in medicine: Research directions and challenges. *Artif Intell Med.* 2006 Oct;38(2):101-13. Epub 2006 Nov 1. PubMed PMID: 17081736.
- 13: Combi C, Oliboni B, Rossato R. Merging multimedia presentations and semistructured temporal data: a graph-based model and its application to clinical information. *Artif Intell Med.* 2005 Jun;34(2):89-112. PubMed PMID: 15894175.
- 14: Portoni L, Combi C, Pincirolì F. User-oriented views in health care information systems. *IEEE Trans Biomed Eng.* 2002 Dec;49(12):1387-98. PubMed PMID: 12542234.
- 15: Combi C, Shahar Y. Temporal reasoning and temporal data maintenance in medicine: issues and challenges. *Comput Biol Med.* 1997 Sep;27(5):353-68. Review. PubMed PMID: 9397339.
- 16: Shahar Y, Combi C. Timing is everything. Time-oriented clinical information systems. *West J Med.* 1998 Feb;168(2):105-13. Review. PubMed PMID: 9499744; PubMed Central PMCID: PMC1304838.
- 17: Pincirolì F, Portoni L, Combi C, Violante FF. WWW-based access to object-oriented clinical databases: the KHOSPAD project. *Comput Biol Med.* 1998 Sep;28(5):531-52. PubMed PMID: 9861510.
- 18: Combi C, Chittaro L. Abstraction on clinical data sequences: an object-oriented data model and a query language based on the event calculus. *Artif Intell Med.* 1999 Nov;17(3):271-301. PubMed PMID: 10564844.
- 19: Pincirolì F, Marchente M, Combi C, Fava D, Brambillaschi G, Pedrazzi A. TEODOLINDA. A communication architecture for hospital information systems. *Comput Methods Programs Biomed.* 2000 May;62(1):59-68. PubMed PMID: 10699686.
- 20: Pincirolì F, Crippa F, Combi C, Reni G, Fava D. TANCLICO: tools for the analysis of inter-departmental clinical communications. *Methods Inf Med.* 2000 Mar;39(1):44-9. PubMed PMID: 10786069.
- 21: Caironi PV, Portoni L, Combi C, Pincirolì F, Ceri S. HyperCare: a prototype of an active database for compliance with essential hypertension therapy guidelines. *Proc AMIA Annu Fall Symp.* 1997:288-92. PubMed PMID: 9357634; PubMed Central PMCID: PMC2233392.
- 22: Combi C, Missora L, Pincirolì F. Supporting temporal queries on clinical relational databases: the S-WATCH-QL language. *Proc AMIA Annu Fall Symp.* 1996:527-31. PubMed PMID: 8947722; PubMed Central PMCID: PMC2233231.
- 23: Combi C, Pincirolì F, Pozzi G. Managing different time granularities of clinical information by an interval-based temporal data model. *Methods Inf Med.* 1995 Dec;34(5):458-74. PubMed PMID: 8713762.
- 24: Pincirolì F, Combi C, Pozzi G. ARCADIA: a system for the integration of angiocardigraphic data and images by an object-oriented DBMS. *Comput Biomed Res.* 1995 Feb;28(1):5-23. PubMed PMID: 7614824.
- 25: Combi C, Pincirolì F, Cavallaro M, Cucchi G. Querying temporal clinical databases with different time granularities: the GCH-OSQL language. *Proc Annu Symp Comput Appl Med Care.* 1995:326-30. PubMed PMID: 8563295; PubMed Central PMCID: PMC2579108.
- 26: Bertinelli M, Catelli A, Combi C, Pincirolì F. Data compression applied to dynamic electrocardiography. *Med Biol Eng Comput.* 1989 Jan;27(1):33-40. PubMed PMID: 2779295.
- 27: Pincirolì F, Combi C, Pozzi G, Rossi R. Dissemination, standardization and user-flexibility in implementing TOMRs for cardiology. *Proc Annu Symp Comput Appl Med Care.* 1991:391-5. PubMed PMID: 1807630; PubMed Central PMCID: PMC2247561.
- 28: Pincirolì F, Combi C, Pozzi G, Rossi R. MS2/Cardio: towards a multi-service medical software for cardiology. *Methods Inf Med.* 1992 Feb;31(1):18-27. PubMed PMID: 1569890.
- 29: Pincirolì F, Combi C, Pozzi G. Object-orientated DBMS techniques for time-oriented medical record. *Med Inform (Lond).* 1992 Oct-Dec;17(4):231-41. PubMed PMID: 1305700.

- 30: Combi C, Pincirolì F, Musazzi G, Ponti C. Managing and displaying different time granularities of clinical information. *Proc Annu Symp Comput Appl Med Care*. 1994;954-8. PubMed PMID: 7950065; PubMed Central PMCID: PMC2247739.
- 31: Pincirolì F, Combi C, Pozzi G, Portoni L, Negretto M, Invernizzi G. Some experiments in compressing angiocardigraphic images according to the Peano-Hilbert scan path. *Comput Methods Programs Biomed*. 1994 Jun;43(3-4):247-53. PubMed PMID: 7956166.
- 32: Pincirolì F, Combi C, Pozzi G. A database schema for public-domain medical software. *Comput Biol Med*. 1994 Jul;24(4):243-54. PubMed PMID: 7842647.
- 1: Marchetti L, Manca V. MpTheory Java library: a multi-platform Java library for systems biology based on the Metabolic P theory. *Bioinformatics*. 2015 Apr 15;31(8):1328-30. doi: 10.1093/bioinformatics/btu814. Epub 2014 Dec 10. PubMed PMID: 25504849.
- 2: Castellini A, Paltrinieri D, Manca V. MP-GeneticSynth: inferring biological network regulations from time series. *Bioinformatics*. 2015 Mar 1;31(5):785-7. doi: 10.1093/bioinformatics/btu694. Epub 2014 Oct 24. PubMed PMID: 25344496.
- 3: Bollig-Fischer A, Marchetti L, Mitrea C, Wu J, Kruger A, Manca V, Drăghici S. Modeling time-dependent transcription effects of HER2 oncogene and discovery of a role for E2F2 in breast cancer cell-matrix adhesion. *Bioinformatics*. 2014 Nov 1;30(21):3036-43. doi: 10.1093/bioinformatics/btu400. Epub 2014 Jul 15. PubMed PMID: 25028721; PubMed Central PMCID: PMC4201152.
- 4: Castellini A, Zucchelli M, Busato M, Manca V. From time series to biological network regulations: an evolutionary approach. *Mol Biosyst*. 2013 Feb 2;9(2):225-33. doi: 10.1039/c2mb25191d. Epub 2012 Nov 20. PubMed PMID: 23165363.
- 5: Castellini A, Franco G, Manca V. A dictionary based informational genome analysis. *BMC Genomics*. 2012 Sep 17;13:485. doi: 10.1186/1471-2164-13-485. PubMed PMID: 22985068; PubMed Central PMCID: PMC3577435.
- 6: Manca V, Franco G. Computing by polymerase chain reaction. *Math Biosci*. 2008 Feb;211(2):282-98. Epub 2007 Sep 6. PubMed PMID: 17931667.
- 7: Manca V, Bianco L. Biological networks in metabolic P systems. *Biosystems*. 2008 Mar;91(3):489-98. Epub 2007 Jul 14. PubMed PMID: 17761386.
- 8: Bernardini F, Manca V. Dynamical aspects of P systems. *Biosystems*. 2003 Jul;70(2):85-93. PubMed PMID: 12915267.
- 1: Franco G, Jonoska N, Osborn B, Plaas A. Knee joint injury and repair modeled by membrane systems. *Biosystems*. 2008 Mar;91(3):473-88. Epub 2007 Jul 17. PubMed PMID: 17913339.
- 1: Hazelhurst S, Hide W, Lipták Z, Nogueira R, Starfield R. An overview of the wcd EST clustering tool. *Bioinformatics*. 2008 Jul 1;24(13):1542-6. doi: 10.1093/bioinformatics/btn203. Epub 2008 May 14. Review. PubMed PMID: 18480101; PubMed Central PMCID: PMC2718666.
- 2: Hazelhurst S, Lipták Z. KABOOM! A new suffix array based algorithm for clustering expression data. *Bioinformatics*. 2011 Dec 15;27(24):3348-55. doi: 10.1093/bioinformatics/btr560. Epub 2011 Oct 8. PubMed PMID: 21984769.
- 3: Böcker S, Letzel MC, Lipták Z, Pervukhin A. SIRIUS: decomposing isotope patterns for metabolite identification. *Bioinformatics*. 2009 Jan 15;25(2):218-24. doi: 10.1093/bioinformatics/btn603. Epub 2008 Nov 17. PubMed PMID: 19015140; PubMed Central PMCID: PMC2639009.
- 4: Böcker S, Lipták Z, Martin M, Pervukhin A, Sudek H. DECOMP--from interpreting Mass Spectrometry peaks to solving the Money Changing Problem. *Bioinformatics*. 2008 Feb 15;24(4):591-3. doi: 10.1093/bioinformatics/btm631. Epub 2008 Jan 2. PubMed PMID: 18174179.
- 5: Grossmann J, Roos FF, Cieliebak M, Lipták Z, Mathis LK, Müller M, Grussem W, Baginsky S. AUDENS: a tool for automated peptide de novo sequencing. *J Proteome Res*. 2005 Sep-Oct;4(5):1768-74. PubMed PMID: 16212431.
- 1: Cicalese F, Damaschke P, Vaccaro U. Optimal group testing algorithms with interval

queries and their application to splice site detection. *Int J Bioinform Res Appl*. 2005;1(4):363-88. PubMed PMID: 18048142.

- 1: Bicego M, Lovato P, Perina A, Fasoli M, Delledonne M, Pezzotti M, Polverari A, Murino V. Investigating topic models' capabilities in expression microarray data classification. *IEEE/ACM Trans Comput Biol Bioinform*. 2012 Nov-Dec;9(6):1831-6. doi: 10.1109/TCBB.2012.121. PubMed PMID: 23221091.
- 2: Bisignano P, Lambruschini C, Bicego M, Murino V, Favia AD, Cavalli A. In silico deconstruction of ATP-competitive inhibitors of glycogen synthase kinase-3 β . *J Chem Inf Model*. 2012 Dec 21;52(12):3233-44. doi: 10.1021/ci300355p. Epub 2012 Dec 12. PubMed PMID: 23198830.
- 5: Brelstaff G, Bicego M, Culeddu N, Chessa M. Bag of Peaks: interpretation of NMR spectrometry. *Bioinformatics*. 2009 Jan 15;25(2):258-64. doi: 10.1093/bioinformatics/btn599. Epub 2008 Nov 18. PubMed PMID: 19017658.
- 6: Bicego M, Dellaglio F, Felis GE. Multimodal phylogeny for taxonomy: integrating information from nucleotide and amino acid sequences. *J Bioinform Comput Biol*. 2007 Oct;5(5):1069-85. PubMed PMID: 17933011.
- 1: Bonnier G, Roche A, Romascano D, Simioni S, Meskaldji DE, Rotzinger D, Lin YC, Menegaz G, Schluep M, Du Pasquier R, Sumpf TJ, Frahm J, Thiran JP, Krueger G, Granziera C. Multicontrast MRI Quantification of Focal Inflammation and Degeneration in Multiple Sclerosis. *Biomed Res Int*. 2015;2015:569123. doi: 10.1155/2015/569123. Epub 2015 Jul 29. PubMed PMID: 26295042; PubMed Central PMCID: PMC4532805.
- 2: Storti SF, Formaggio E, Manganotti P, Menegaz G. Brain Network Connectivity and Topological Analysis During Voluntary Arm Movements. *Clin EEG Neurosci*. 2015 Aug 5. pii: 1550059415598905. [Epub ahead of print] PubMed PMID: 26251456.
- 3: Castro MG, Araújo CA, Menegaz GL, Silva JP, Nóbilo MA, Simamoto Júnior PC. Laser and plasma dental soldering techniques applied to Ti-6Al-4V alloy: ultimate tensile strength and finite element analysis. *J Prosthet Dent*. 2015 May;113(5):460-6. doi: 10.1016/j.prosdent.2014.10.008. Epub 2015 Mar 4. PubMed PMID: 25749079.
- 4: Romascano D, Meskaldji DE, Bonnier G, Simioni S, Rotzinger D, Lin YC, Menegaz G, Roche A, Schluep M, Pasquier RD, Richiardi J, Van De Ville D, Daducci A, Sumpf T, Frahm J, Thiran JP, Krueger G, Granziera C. Multicontrast connectometry: a new tool to assess cerebellum alterations in early relapsing-remitting multiple sclerosis. *Hum Brain Mapp*. 2015 Apr;36(4):1609-19. doi: 10.1002/hbm.22698. Epub 2014 Nov 24. PubMed PMID: 25421928.
- 5: Paggetti G, Leff DR, Orihuela-Espina F, Mylonas G, Darzi A, Yang GZ, Menegaz G. The role of the posterior parietal cortex in stereopsis and hand-eye coordination during motor task behaviours. *Cogn Process*. 2015 May;16(2):177-90. doi: 10.1007/s10339-014-0641-1. Epub 2014 Nov 14. PubMed PMID: 25394882.
- 6: Bonnier G, Roche A, Romascano D, Simioni S, Meskaldji D, Rotzinger D, Lin YC, Menegaz G, Schluep M, Du Pasquier R, Sumpf TJ, Frahm J, Thiran JP, Krueger G, Granziera C. Advanced MRI unravels the nature of tissue alterations in early multiple sclerosis. *Ann Clin Transl Neurol*. 2014 Jun;1(6):423-32. doi: 10.1002/acn3.68. Epub 2014 Jun 3. PubMed PMID: 25356412; PubMed Central PMCID: PMC4184670.
- 7: Lin YC, Daducci A, Meskaldji DE, Thiran JP, Michel P, Meuli R, Krueger G, Menegaz G, Granziera C. Quantitative Analysis of Myelin and Axonal Remodeling in the Uninjured Motor Network After Stroke. *Brain Connect*. 2015 Sep;5(7):401-12. doi: 10.1089/brain.2014.0245. Epub 2014 Dec 23. PubMed PMID: 25296185.
- 8: Pizzorni Ferrarese F, Simonetti F, Foroni RI, Menegaz G. A framework for the objective assessment of registration accuracy. *Int J Biomed Imaging*. 2014;2014:128324. doi: 10.1155/2014/128324. Epub 2014 Feb 10. PubMed PMID: 24659997; PubMed Central PMCID: PMC3934625.
- 9: Daducci A, Canales-Rodríguez EJ, Descoteaux M, Garyfallidis E, Gur Y, Lin YC, Mani M, Merlet S, Paquette M, Ramirez-Manzanares A, Reisert M, Reis Rodrigues P, Sepehrband F,

Caruyer E, Choupan J, Deriche R, Jacob M, Menegaz G, Prčkovska V, Rivera M, Wiaux Y, Thiran JP. Quantitative comparison of reconstruction methods for intra-voxel fiber recovery from diffusion MRI. *IEEE Trans Med Imaging*. 2014 Feb;33(2):384-99. doi: 10.1109/TMI.2013.2285500. Epub 2013 Oct 11. PubMed PMID: 24132007.

- 10: Méndez CA, Pizzorni Ferrarese F, Summers P, Petralia G, Menegaz G. DCE-MRI and DWI Integration for Breast Lesions Assessment and Heterogeneity Quantification. *Int J Biomed Imaging*. 2012;2012:676808. doi: 10.1155/2012/676808. Epub 2012 Nov 19. PubMed PMID: 23213317; PubMed Central PMCID: PMC3507154.
- 11: Paggetti G, Bartoli G, Menegaz G. Re-locating colors in the OSA space. *Atten Percept Psychophys*. 2011 Feb;73(2):491-503. doi: 10.3758/s13414-010-0055-9. PubMed PMID: 21264710.
- 12: Pizzorni Ferrarese F, Simonetti F, Foroni R, Menegaz G. Validation through accuracy prediction in neuroimage registration. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*. 2010;2010:6284-7. doi: 10.1109/IEMBS.2010.5628082. PubMed PMID: 21097357.
- 13: Menegaz G, Thiran JP. Lossy to lossless object-based coding of 3-D MRI data. *IEEE Trans Image Process*. 2002;11(9):1053-61. doi: 10.1109/TIP.2002.802525. PubMed PMID: 18249726.
- 15: Bartoli G, Menegaz G, Lisi M, Di Stolfo G, Dragoni S, Gori T. Model-based analysis of flow-mediated dilation and intima-media thickness. *Int J Biomed Imaging*. 2008;2008:738545. doi: 10.1155/2008/738545. Epub 2009 Apr 6. PubMed PMID: 19360110; PubMed Central PMCID: PMC2665907.
- 16: Monaci G, Menegaz G, Süssstrunk S, Knoblauch K. Chromatic contrast detection in spatial chromatic noise. *Vis Neurosci*. 2004 May-Jun;21(3):291-4. PubMed PMID: 15518202.

Per ulteriori dettagli, rinvio alle informazioni presenti sulle pagine web istituzionali dei seguenti docenti:

- Manuele Bicego - <http://www.di.univr.it/?ent=persona&id=30&lang=en>
- Ferdinando Cicalese - <http://www.di.univr.it/?ent=persona&id=9257&lang=en>
- Carlo Combi - <http://www.di.univr.it/?ent=persona&id=142&lang=en>
- Giuditta Franco - <http://www.di.univr.it/?ent=persona&id=2967&lang=en>
- Zsuzsanna Lipták - <http://www.di.univr.it/?ent=persona&id=8756&lang=en>
- Vincenzo Manca - <http://www.di.univr.it/?ent=persona&id=173&lang=en>
- Gloria Menegaz - <http://www.di.univr.it/?ent=persona&id=4526&lang=en>
- Barbara Oliboni - <http://www.di.univr.it/?ent=persona&id=200&lang=en>

MASTER DEGREE IN MEDICAL BIOINFORMATICS (LM-18)

		CLASSE							ORDINAMENTO				DOCENTI RIFERIMENTO									
TAF	AMBITO	MIN TAF	MIN AMB	SSD (in rosso tutti SSD previsti da ordinamento)	N.	ANNO	INSEGNAMENTI	CFU INS	CFU TOT	MIN	MAX	CFU FRONT	CFU LAB	ORE FRONT	ORE LAB	Dipartimento Docente	Ipotesi affidamento	Anno corr. (2016/17)	Peso	Anno prec. (2015/16)	Ruolo	SSD Docente
B	Informatics courses	48	48							48	66											
				INF/01	1	1	Programming laboratory for bioinformatics	12	12			8,00	4,00	64,00	48,00	Informatica	PA-INF/01 - in programmazione	X	1,00		PA	INF/01
				INF/01	1		Biomedicine and bioinformatics databases	12	12			10,00	2,00	80,00	24,00	Informatica	Belussi + Oliboni			PA/RU	INF/01	
				INF/01	1		Fundamental algorithms for bioinformatics	12	12			8,00	4,00	64,00	48,00	Informatica	Cicalese + Liptak	Cicalese	1,00	X	PA/RU	INF/01
				ING-INF/05	1		Computational analysis of biological structures and networks	6	6			4,00	2,00	32,00	24,00	Informatica	Bicego	X	1,00		RU	ING-INF/05
				INF/01	3	2	A scelta tre insegnamenti tra		18			6,00		48,00		Informatica	Combi	X	1,00		PO	INF/01
				INF/01			Healthcare information systems	6				4,00	2,00	32,00	24,00	Informatica	RUTDa-INF/01 in programmazione				RUTDa	INF/01
				INF/01			Biomedical decision support systems	6				4,00	2,00	32,00	24,00	Informatica	Menegaz (mutuato da LM 18-32)				PA	INF/01
				INF/01			Biomedical image processing	6				4,00	2,00	32,00	24,00	Informatica	Bombieri (mutuato da LM 18-32)				RU	ING-INF/05
				INF/01			Architectures and systems for biological data processing	6				4,00	2,00	32,00	24,00	Informatica	Liptak	X	1,00	X	RU	INF/01
				INF/01			Computational analysis of genomic sequences	6				4,00	2,00	32,00	24,00	Informatica	Manca/Franco	Manca	1,00		PO/RU	INF/01
ING-INF/05	Natural computing	6	4,00	2,00			32,00	24,00		Informatica												
C	BIO courses		6		2	1	A scelta due insegnamenti tra		12	6	12											
				BIO/11			Molecular Biology	6				4,00	2,00	32,00	24,00	Biotechnologie	Perduca (mutua da LM 53 Interateneo)				RU	BIO/11
				BIO/18			Genetics	6				6,00		48,00		Biotechnologie	RU o contratto					
				MED/03 - BIO/13			Medical Genetics	6				4,00	2,00	32,00	24,00	Scienze Neurologiche, Biomediche e del Movimento	Pignatti/Trabetti/Bombieri				PO/PA/RU	MED/03 - BIO/13 BIO/13
				BIO/12			Information processes and systems for clinical lab	6				4,00	2,00	32,00	24,00	Scienze Neurologiche, Biomediche e del Movimento	Salvagno				PA	BIO/12
C	MED courses		6		1	1	A scelta un insegnamento tra		6	6	12											
				MED/04			Systems Biology	6				4,00	2,00	32,00	24,00	Diagnostica e Sanità Pubblica	Laudanna (mutuato da LM9)				PO	MED/04
				MED/01			Epidemiological methods and clinical epidemiology	6				4,00	2,00	32,00	24,00	Diagnostica e Sanità Pubblica	De Marco/Verlato				PO/PA	MED/01
D	Free choice		8		1	2		6	6	12	12											
							6	6														
E	Master thesis					2	Prova finale	24	24	24	24											
F	Other activities			Further linguistic competencies, B2 Level	2	2		4														
				ITC Skills																		
				Stages			2															
				Other Knowledges																		
								12		120		82,00		32,00	656,00	384,00						

** un modulo da 6 CFU dell'insegnamento di Biomedicine and bioinformatics databases verrà mutuato sulla LM-18/32 generando un ulteriore risparmio

COSTI LM18 (detratte le mutuaizoni)	
TOTALE CFU	90,00
TOTALE ORE	816,00
TOTALE CFU INF e ING-INF	66,00
TOTALE ORE INF e ING-INF	600,00

COSTI LM32 (detratte le mutuaizoni)	
TOTALE CFU	150,00
TOTALE ORE	1200,00
TOTALE CFU INF e ING-INF	102,00
TOTALE ORE INF e ING-INF	816,00

DIFFERENZA COSTI (detratte le mutuaizoni)	
TOTALE CFU	-60,00
TOTALE ORE	-384,00
TOTALE CFU INF e ING-INF	-36,00
TOTALE ORE INF e ING-INF	-216,00

ALLEGATO 3

LM-18 MEDICAL BIOINFORMATICS – TOTALE ORE INF/01 E ING-INF/05	600
--	------------

Ore da detrarre per riduzione costi:

LM-9 CURRICULUM IN BIOINFORMATICA - insegnamenti che non verranno più erogati a partire dall'a.a. 2015/16 o 2016/17					
INSEGNAMENTO	CFU FRONT	CFU LAB	ORE FRONT	ORE LAB	TOTALE ORE
Algoritmi e linguaggi per bioinformatica (INF/01)	10	2	80	30	62
Basi di dati biomediche e bioinformatiche (INF/01)	5	1	40	15	55
Sistemi informativi sanitari (ING-INF/05)	6		48	0	48
Bioimmagini ed elaborazione dati biomedici (INF/01)	4	2	32	30	62
					227

LM-18/32 INGEGNERIA E SCIENZE INFORMATICHE - insegnamenti che non verranno più erogati a partire dall'a.a. 2015/16					
INSEGNAMENTO	CFU FRONT	CFU LAB	ORE FRONT	ORE LAB	TOTALE ORE
Sistemi informativi multimediali e geografici	5	1	40	12	52
Teoria dell'informazione	6		48		48
Informatica quantistica	5	1	40	12	52
Sistemi avanzati per il riconoscimento	4	2	32	24	56
Analisi Multirisoluzione:teoria e applicazioni	4	2	32	24	56
					264

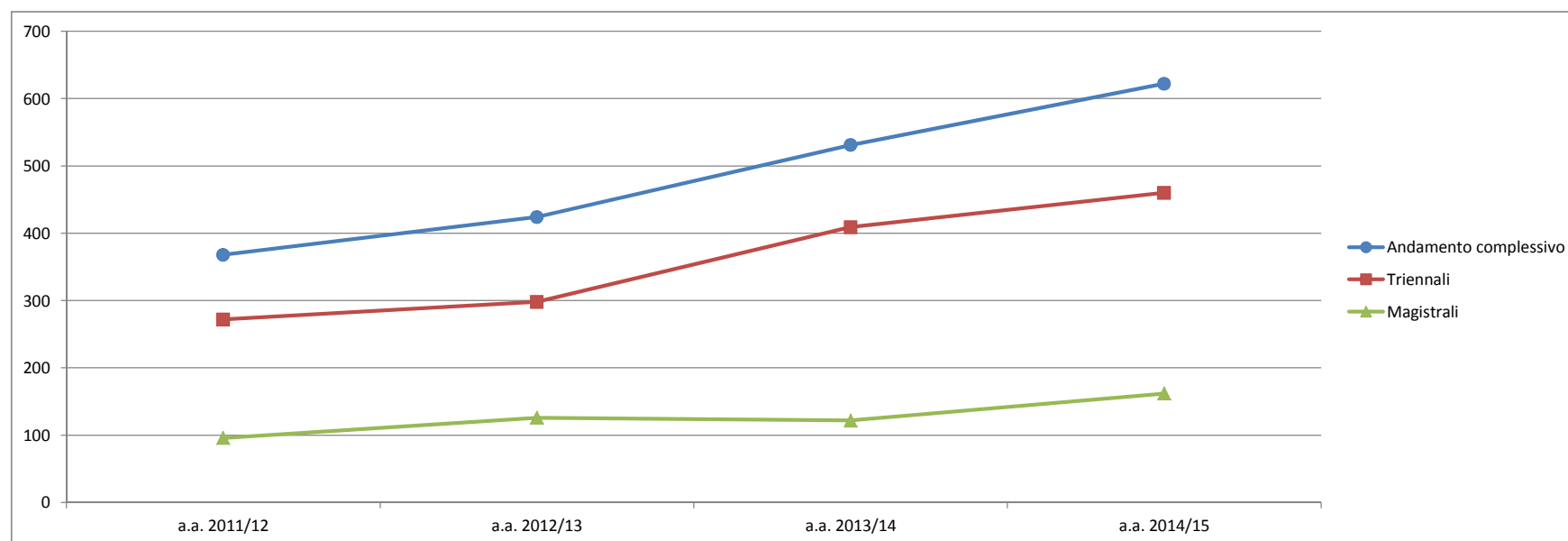
LM-18 MEDICAL BIOINFORMATICS					
INSEGNAMENTO	CFU FRONT	CFU LAB	ORE FRONT	ORE LAB	TOTALE ORE
modulo dell'insegnamento di Biomedicine and bioinformatics databases mutuato sulla LM-18/32	6		48		48

RIDUZIONE ORE PER MODIFICA RAPPORTO CFU/ORE DI LABORATORIO DA 15 ORE A 12 ORE							
CLASSE	CORSO DI STUDI	INSEGNAMENTO	SSD INS	CFU	ORE 2014/15	ORE 2015/16	DIFFERENZA
L31	Laurea in Bioinformatica	Fisica	FIS/01	1	15	12	-3
L 31	Laurea in Informatica	Fisica I	FIS/01	1	15	12	-3
L 35	Laurea in Matematica Applicata	Fisica II	FIS/01	2	30	24	-6
L 35	Laurea in Matematica Applicata	Fisica I con laboratorio	FIS/01	3	45	36	-9
LM 18-32	Laurea magistrale in Ingegneria e scienze informatiche	Interazione uomo macchina	INF/01	1	15	12	-3
LM 18-32	Laurea magistrale in Ingegneria e scienze informatiche	Analisi di immagini e dati volumetrici	INF/01	1	15	12	-3
L 31	Laurea in Informatica	Linguaggi e compilatori	INF/01	2	30	24	-6
L 31	Laurea in Informatica	Fondamenti dell'informatica	INF/01	2	30	24	-6

L 31	Laurea in Informatica	Elaborazione di segnali e immagini	INF/01	2	30	24	-6
LM 18-32	Laurea magistrale in Ingegneria e scienze informatiche	Ragionamento automatico	INF/01	2	30	24	-6
LM 18-32	Laurea magistrale in Ingegneria e scienze informatiche	Verifica automatica di sistemi	INF/01	2	30	24	-6
L 31	Laurea in Informatica	Reti di calcolatori	ING-INF/05	1	15	12	-3
LM 18-32	Laurea magistrale in Ingegneria e scienze informatiche	Visione computazionale	ING-INF/05	1	15	12	-3
L 31	Laurea in Informatica	Sistemi operativi	ING-INF/05	2	30	24	-6
L31	Laurea in Bioinformatica	Elementi di architettura e sistemi operativi	ING-INF/05	3	45	36	-9
L 31	Laurea in Informatica	Sistemi operativi	ING-INF/05	4	60	48	-12
L 35	Laurea in Matematica Applicata	Algebra	MAT/02	1	15	12	-3
L 35	Laurea in Matematica Applicata	Algebra	MAT/02	2	30	24	-6
L 35	Laurea in Matematica Applicata	Algebra lineare con elementi di geometria	MAT/03	1	15	12	-3
L 35	Laurea in Matematica Applicata	Algebra lineare con elementi di geometria	MAT/03	2	30	24	-6
L 31	Laurea in Informatica	Analisi matematica II	MAT/05	1	15	12	-3
L 31	Laurea in Informatica	Analisi matematica I	MAT/05	2	30	24	-6
L31	Laurea in Bioinformatica	Analisi matematica	MAT/05	2	30	24	-6
L 35	Laurea in Matematica Applicata	Analisi matematica I	MAT/05	3	45	36	-9
L 35	Laurea in Matematica Applicata	Analisi matematica II	MAT/05	3	45	36	-9
L 31	Laurea in Informatica	Probabilità e statistica	MAT/06	2	30	24	-6
L 31	Laurea in Informatica	Calcolo numerico	MAT/08	2	30	24	-6
L 35	Laurea in Matematica Applicata	Calcolo numerico con laboratorio	MAT/08	3	45	36	-9
LM 18-32	Laurea magistrale in Ingegneria e scienze informatiche	Sfide di programmazione	NN	2	30	24	-6
		TOTALE		56	840	672	-168
DI CUI INF/01 E ING-INF/05				23	345	276	-69

DIFFERENZA ORE	ORE
TOTALE ORE INF/01 E ING-INF/05 nella LM-18	600
RIDUZIONE DA LM-9 CURRICULUM IN BIOINFORMATICA	-227
RIDUZIONE DA LM-18/32 INGEGNERIA E SCIENZE INFORMATICHE	-264
RIDUZIONE DA MODULO MUTUARIO SULLA LM-18/32	-48
RIDUZIONE ORE PER MODIFICA RAPPORTO CFU/ORE DI LABORATORIO DA 15 ORE A 12 ORE	-69
DIFFERENZA ORE IN INF/01 E ING-INF/05	-8

Andamento immatricolazioni presso l'Area di Scienze e Ingegneria negli ultimi quattro anni accademici									
CORSI TRIENNALI	a.a. 2011/12	a.a. 2012/13	% rispetto a.a.p.	a.a. 2013/14	% rispetto a.a.p.	a.a. 2014/15	% rispetto a.a.p.	a.a. 2015/16	% rispetto a.a.p.
Bioinformatica	59	59	0,00	176	198,31	198	12,50	34	+ 26,00 %
Biotechnologie	accesso programmato								
Informatica	134	169	26,12	163	-3,55	199	22,09	126	+ 20,00 %
Matematica applicata	79	70	-11,39	70	0,00	63	-10,00	28	-18%
Scienze e tecnologie viticole ed enologiche	accesso programmato								
TOTALE TRIENNALI	272	298	14,73	409	37,25	460	12,47	188	MEDIA = + 13 %
CORSI MAGISTRALI									
Biotechnologie agro-alimentari	23	18	-21,74	25	38,89	47	88,00	8	+ 14 %
Ingegneria e scienze informatiche	24	59	145,83	46	-22,03	41	-10,87	21	+ 24 %
Matematica	14	18	28,57	22	22,22	35	59,09	16	+ 220 %
Molecular and medical biotechnology	35	31	-11,43	29	-6,45	39	34,48	9	+ 29 %
TOTALE MAGISTRALI	96	126	31,25	122	-3,17	162	32,79	54	MEDIA = + 46 %
TOTALE COMPLESSIVO	368	424	15,22	531	25,24	622	17,14	242	MEDIA = + 29,50 %



* in colore giallo sono evidenziati i corsi da considerarsi di "nicchia" e pertanto non soggetti a numerosità particolarmente elevate

** per l'a.a. 2015/16 sono stati utilizzati i dati del monitoraggio immatricolazioni