

RAPPORTO DI RIESAME CICLICO 2025

Scuola di Ingegneria Industriale e dell'Informazione

Corso di Laurea Magistrale in High Performance Computing Engineering

Classe di appartenenza: LM-32 Ingegneria Informatica

Sede delle attività didattiche: Milano

Primo anno accademico di attivazione: 2022

GENNAIO 2026

Rapporto compilato da:

- *Prof. Marco Brambilla (Coordinatore CdS) – Responsabile del Gruppo di Riesame*
- *Prof.ssa Nicoletta Di Blas*
- *Prof. Daniele Loiacono*
- *Dr. Federico Schiepatti*
- *Dr.ssa Francesca Dora Pieruz (rappresentante degli studenti)*
- *Dr. Giacomo Pauletti (rappresentante degli studenti)*



Il Riesame

Gruppo di Riesame:

- Prof. Marco Brambilla (Coordinatore CdS) – Responsabile del Gruppo di Riesame
- Prof.ssa Nicoletta Di Blas
- Prof. Daniele Loiacono
- Dr. Federico Schieppatti
- Dr.ssa Francesca Dora Pieruz (rappresentante degli studenti)
- Dr. Giacomo Pauletti (rappresentante degli studenti)

Principalmente, per la redazione del Riesame, sono stati presi in considerazione la scheda SUA –CdS e la relazione della Commissione Paritetica Docenti-Studenti della Scuola.

Nel dettaglio i dati che sono stati forniti includono:

dati di andamento in termini di attrattività

- numerosità degli studenti in ingresso
- dati e informazioni sulle caratteristiche degli immatricolati (provenienza geografica, per tipo di scuola/laurea triennale, voto di maturità/voto di laurea, eccetera)
- risultati della verifica dei requisiti di ammissione

dati di andamento in termini di esiti didattici:

- numero di studenti iscritti
- abbandoni
- tempi di percorrenza
- medie e deviazioni standard dei voti positivi (>17) ottenute negli esami

dati di andamento in termini di laureabilità:

- % di laureati regolari
- distribuzione dei voti

dati relativi all'opinione degli studenti sulle attività didattiche e sui servizi di contesto:

- questionario online sulla valutazione degli insegnamenti da parte degli studenti (valutazione didattica)
- questionario online sulla valutazione dell'intero percorso formativo da parte dei laureandi
- questionario sui servizi di contesto (orientamento in ingresso, orientamento e tutorato in itinere, assistenza per lo svolgimento di periodi di formazione all'estero, assistenza e accordi per la mobilità internazionale degli studenti, assistenza per tirocini e stage, accompagnamento al lavoro)

indicatori elaborati dall'ANVUR.

Nota: i dati relativi all'esito occupazionale non sono ancora disponibili, in quanto il corso di studi è di recente attivazione (a.a. 2022/23), solo nel corso del 2024 si sono avuti i primi laureati. Le prime rilevazioni sull'inserimento professionale saranno pertanto disponibili nei prossimi anni.

La scheda di Monitoraggio Annuale è stata compilata in seguito al lavoro svolto da parte dei docenti e degli studenti coinvolti, che si sono radunati periodicamente per discutere le problematiche, analizzare e interpretare i risultati e condividere le linee d'azione da intraprendere.

Sintesi dell'esito della discussione con il Consiglio del Corso di Studio

Il Gruppo di Riesame si è riunito, per la discussione degli argomenti riportati nei quadri delle sezioni di questo Rapporto di Riesame, i giorni 30/09/2025, 07/10/2025, 15/10/2025.

La scheda di Monitoraggio Annuale è stata presentata e discussa e approvata in Consiglio di Corso di Studio il 31 Ottobre 2025.

Oggetti della discussione:

Durante la seduta del CCS, viene riassunta la situazione, viene descritta l'azione svolta durante l'anno e viene proposto il prolungamento per l'anno seguente. Si discute in particolare delle composizioni delle varie coorti del



corso di studio e del numero previsto a regime. Si mostrano e si discutono i dati di qualità analizzati e si procede all'approvazione.

Relazione CPDS (dicembre 2025)

La CPDS conferma il quadro complessivamente positivo del Corso di Studio, evidenziando una soddisfazione media stabilmente superiore al target e risultati di apprendimento solidi, con indicatori OPIS positivi e un voto medio degli esami superiore alla media di Macroarea. Viene inoltre riconosciuta l'efficacia dell'azione di monitoraggio 01/2024, che ha prodotto un miglioramento significativo negli insegnamenti precedentemente critici, nonché la completezza delle informazioni pubbliche.

Al contempo, l'analisi 2025 segnala l'emergere di alcuni elementi di attenzione sul carico di studio (D05) e, in parte, sull'adeguatezza delle conoscenze in ingresso (D02) in altri insegnamenti, indicando la necessità di evolvere da interventi puntuali a un approccio sistemico. Il Gruppo di Riesame recepisce tali indicazioni aggiornando l'Azione 01/2025, orientandola a una valutazione complessiva del carico didattico sull'intero piano di studi e a un utilizzo più strutturato dei dati di monitoraggio. Il gruppo di riesame monitorerà inoltre la completezza e coerenza formale delle schede corso (syllabus) e l'utilizzo di software specialistico nei diversi insegnamenti.

STATO DI ATTUAZIONE DELLE AZIONI DI MIGLIORAMENTO PREVISTE

Identificativo	01/2024 (azione già aperta in precedenza e identificata come 01/2023)
Obiettivo	Aumentare il livello di soddisfazione da parte degli studenti per specifici insegnamenti erogati. L'azione di monitoraggio viene mantenuta aperta, con una particolare attenzione alle domande D02 (adeguatezza delle conoscenze in ingresso) e D05 (carico di studio).
Analisi delle cause	Difficoltà nel motivare gli studenti verso l'apprendimento di alcune materie particolarmente difficili, per le quali si riscontra una preparazione iniziale non adeguata, o ritenute marginali rispetto al Corso di Studio, oppure con un carico di studio eccessivo rispetto ai crediti associati.
Azioni da intraprendere	Necessità di discutere il problema con i docenti coinvolti. Eventualmente rivedere i programmi di alcuni insegnamenti o l'offerta di insegnamenti obbligatori/a scelta.
Come/Chi/Risorse	Il coordinatore del Corso di Studio e i singoli docenti coinvolti
Tempi di attuazione	Entro il prossimo anno
Responsabilità	Coordinatore del Corso di Studio
Attuazione: tempi e modalità di verifica (intermedio)	Entro 6 mesi si verificherà lo stato di attuazione delle attività da intraprendere attraverso una riunione con i docenti coinvolti
Efficacia: tempi e modalità di verifica	Per l'A.A. 2025: ci si aspetta di vedere un miglioramento nei dati di gradimento raccolti annualmente rispetto alla media per Corso di Studio e su singoli insegnamenti. L'azione aperta nel 2023 è stata parzialmente completata. Rimane un insegnamento erogato nel secondo semestre per il quale non è stata ancora rilevata la soddisfazione degli studenti a valle dei cambiamenti messi in atto. Si mantiene pertanto l'azione aperta fino alla conclusione dell'A.A. 2024/25 per valutare impatto dell'intervento.

Stato di attuazione a ottobre 2025 ed eventuale verifica dell'efficacia:

OBIETTIVO: in corso (parzialmente completato, viene mantenuto aperto)

Nel 2023 è stata avviata l'azione 01 con l'obiettivo di migliorare il livello di soddisfazione in due insegnamenti specifici (A e B) che, nell'a.a. 2022/23, avevano registrato punteggi particolarmente elevati di insoddisfazione in alcune dimensioni critiche rilevate dai questionari di valutazione.



Considerata la natura specifica delle difficoltà segnalate, i casi sono stati discussi singolarmente con i docenti coinvolti e sono state adottate misure differenziate per affrontare le criticità.

In entrambi gli insegnamenti oggetto di attenzione la situazione, tra il 2022 e il 2024, è migliorata in modo significativo su tutti i principali aspetti problematici.

Nell'**insegnamento A**, permane una certa difficoltà sia nel suscitare l'interesse degli studenti verso gli argomenti trattati (37% di insoddisfatti nell'ultima rilevazione 2024 vs. l'iniziale 70% di insoddisfatti nel 2022) sia nella percezione dell'utilità delle lezioni ai fini dell'apprendimento. Questo dato sembra però legato a uno scarso interesse iniziale per la disciplina in sé (indipendentemente dalle modalità didattiche), come indicato dal 40% dei rispondenti. La soddisfazione complessiva mostra un andamento oscillante: nel 2022, anno di prima erogazione, la quota di insoddisfatti sfiorava il 70%. Dal 2023 la situazione è migliorata nettamente, la quota di insoddisfatti rimane pur sempre intorno alla soglia di attenzione (nel 2024 al 32%).

Possibili azioni: riflessione con il docente coinvolto e approfondimento con gli studenti per comprendere le ragioni del mancato interesse (anche alla luce dei commenti aperti nei sondaggi).

Per l'**insegnamento B**, le dimensioni critiche sono migliorate e alcune problematiche sono state del tutto superate grazie al completo ripensamento del programma, reso possibile dall'attivazione di un corso dedicato per il CdS, coperto da una nuova docenza. Il corso risulta ora meglio calibrato rispetto al background degli studenti HPC. L'unico indicatore sopra soglia riguarda l'**adeguatezza del materiale didattico** fornito dal docente: occorre contestualizzare che, trattandosi di un corso di nuova attivazione nel 2024, non erano ancora disponibili materiali consolidati (appunti, dispense, prove d'esame). Inoltre, le modalità d'esame non erano state definite in modo pienamente chiaro all'inizio del corso, circostanza che ha generato alcune difficoltà tra gli studenti nello svolgimento della prova (soprattutto nei primi appelli). Nonostante ciò, i risultati complessivi si sono rivelati positivi e l'insegnamento apprezzato.

Rispetto agli altri insegnamenti nell'offerta didattica, non emergono criticità significative. In alcuni casi, singole dimensioni risultano vicine alla soglia di attenzione. In particolare, per due insegnamenti (**C** e **D**) il **carico di studio** è percepito come troppo elevato (insoddisfatti al 43% e 55%). Tale percezione è correlata a una non piena **adeguatezza delle conoscenze in ingresso** (segnalata dal 35% e dal 38% dei rispondenti), che rende di conseguenza più impegnativo lo studio e può comportare la necessità di sostenere un maggior numero di tentativi d'esame prima di ottenere un buon risultato. Tuttavia, questo aspetto non incide sulla soddisfazione complessiva, che resta in entrambi i casi molto elevata (la quota di insoddisfatti in questi due insegnamenti è pari all'8% e al 17% rispettivamente, ben al di sotto della soglia di attenzione).

Possibili azioni da discutere e valutare con il docente e in CCS: potenziare forme di tutorato, esercitazioni e materiali didattici integrativi per supportare la preparazione.

Infine, rispetto alla **soddisfazione complessiva**, due insegnamenti obbligatori (**E** ed **F**) presentano nel 2024/25 una quota di insoddisfatti di poco oltre la soglia di attenzione (34% e 32%), per ragioni differenti.

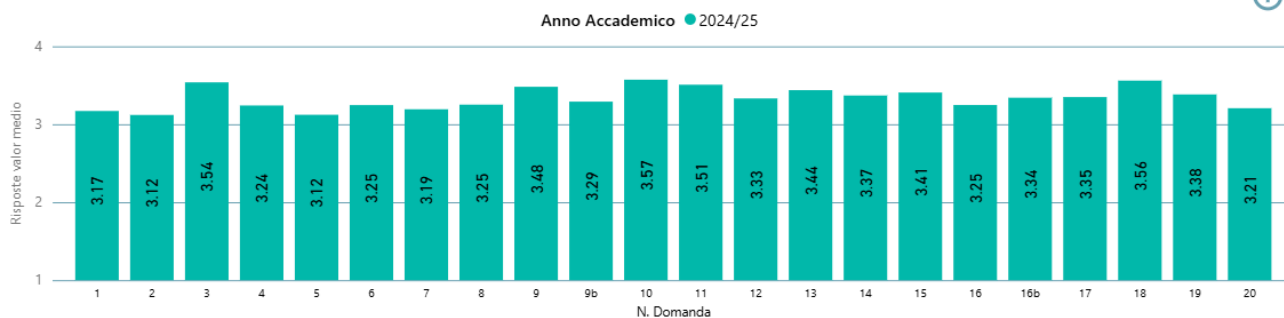
- Per l'insegnamento E è già stata avviata una riprogettazione del programma che dovrebbe ribilanciare il carico di studio, che era percepito non proporzionato ai CFU. Questo dovrebbe migliorare la situazione, si valuteranno gli effetti della nuova impostazione.
- Per l'insegnamento F è in rialzo la quota di insoddisfatti, pur rimanendo poco oltre la soglia di attenzione. Considerando che negli anni precedenti la soddisfazione era elevata su tutti gli indicatori, sarà avviato un confronto con il docente per comprendere l'aumento dell'insoddisfazione nel 2024/25 (eventuali modifiche a programma, didattica o esercitazioni). Dalle prime osservazioni raccolte con gli studenti, tuttavia, l'insoddisfazione sembra riconducibile a una contingenza molto specifica e non a un elemento strutturale, e pertanto non dovrebbe ripresentarsi.

Situazione complessiva – opinione degli studenti

Mediamente, tutti gli indicatori risultano al di sopra della soglia target di soddisfazione, con valori medi oltre i 3 punti su 4 (media 2024/25: 3.33/4 in linea con la macroarea e con l'anno precedente)



OPINIONE DEGLI STUDENTI SUGLI INSEGNAMENTI - MEDIA DELLE RISPOSTE - DETTAGLIO CDS



L'azione di monitoraggio viene mantenuta aperta anche per il 2025, con particolare attenzione all'adeguatezza delle conoscenze in ingresso (D02) e al carico di studio (D05), entrambi con un punteggio medio di 3,12/4, nonché alla soddisfazione complessiva (D20). In particolare, saranno approfondite le cause di insoddisfazione rilevate negli insegnamenti A-F, individuando insieme ai docenti soluzioni mirate e azioni di miglioramento, in considerazione della natura specifica delle criticità emerse.

Dati di soddisfazione

Legenda: domande nei sondaggi di valutazione degli insegnamenti

- INTERESSE 1. Sei interessato agli argomenti di questo insegnamento? (indipendentemente da come è stato svolto)
- INSEGNAMENTO 2. Le conoscenze preliminari possedute sono risultate sufficienti per la comprensione degli argomenti trattati
- INSEGNAMENTO 3. L'insegnamento è stato svolto in maniera coerente con quanto dichiarato sul sito web del Corso di Studio
- INSEGNAMENTO 4. Questo insegnamento è esente da ripetizioni non necessarie di argomenti trattati in altri insegnamenti frequentati
- INSEGNAMENTO 5. Il carico di studio richiesto da questo è proporzionato ai crediti assegnati
- INSEGNAMENTO 6. Il materiale didattico (indicato o fornito) è adeguato per lo studio della materia
- DOCENZA 7. Il docente stimola/motiva l'interesse verso la disciplina
- DOCENZA 8. Il docente espone gli argomenti in modo chiaro
- DOCENZA 9. Il materiale didattico è stato indicato e/o fornito per tempo dal docente
- DOCENZA 9b. Le attività didattiche on line (filmati multimediali, unità ipertestuali, ecc.) sono di facile accesso e utilizzo
- DOCENZA 10. Gli orari di svolgimento dell'attività didattica sono rispettati
- DOCENZA 11. Il personale docente è effettivamente reperibile per chiarimenti e spiegazioni
- DOCENZA 12. Le lezioni sono importanti ai fini dell'apprendimento dei contenuti di questo insegnamento
- DOCENZA 13. Le modalità d'esame sono state definite in modo chiaro
- DIDATTICA INTEGRATIVA 14. Le attività didattiche integrative (esercitazioni, laboratori, seminari, ecc.) sono coordinate con le lezioni
- DIDATTICA INTEGRATIVA 15. Frequentare tali attività didattiche integrative è utile all'apprendimento della materia
- DIDATTICA INTEGRATIVA 16. Gli esercitatori/tutor espongono in modo chiaro ed efficace
- DIDATTICA INTEGRATIVA 16b. I tutor sono effettivamente reperibili per chiarimenti e spiegazioni
- INFRASTRUTTURE 17. Nelle aule dove si svolgono le lezioni si segue bene (si vede e si sente)
- INFRASTRUTTURE 18. Nelle aule in cui si svolgono le lezioni si trova sempre posto
- INFRASTRUTTURE 19. I locali e le attrezzature per le attività didattiche integrative (esercitazioni, laboratori, seminari, ecc.) sono adeguati
- SODDISFAZIONE COMPLESSIVA 20. Sei complessivamente soddisfatto di come è stato svolto questo insegnamento

Insegnamento A

% insoddisfatti (a.a.2022/23)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
45.00%	10.00%	20.00%	45.00%	10.00%	25.00%	70.00%	35.00%	60.00%	60.00%	10.00%	20.00%	10.00%	52.63%	57.89%	78.95%				70.00%
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	19	19	19	14	14	13	20



% insoddisfatti (a.a.2023/24)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21.62%	24.32%		27.03%	10.81%	5.41%	16.22%	10.81%	27.03%	18.92%	8.11%	5.41%	5.41%	13.89%	11.11%	11.11%	6.45%	3.23%	3.33%	8.11%
37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	36	36	36	31	31	30	37

% insoddisfatti (a.a.2024/25)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
40.00%	17.50%	5.00%	22.50%	7.50%	17.50%	37.50%	15.00%			2.50%	37.50%	7.50%	10.26%	15.38%	15.38%				32.50%
40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	39	39	39	26	26	25	40

Insegnamento B

% insoddisfatti (a.a.2022/23)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
5.88%	82.35%		17.65%	94.12%	35.29%				11.76%	11.76%	47.06%		11.76%	23.53%	35.29%	25.00%	31.25%	6.25%	17.65%
17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	16	16	16	17

% insoddisfatti (a.a.2023/24)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
22.22%	27.78%		11.11%	66.67%	22.22%		5.56%	5.56%	16.67%	5.56%	44.44%			5.88%	17.65%				11.11%
18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	17	17	15	15	14	18

% insoddisfatti (a.a.2024/25)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
14.52%	25.81%	8.06%	22.58%	16.13%	35.48%	25.81%	29.03%	27.42%		4.84%	12.90%	8.06%	3.23%	19.35%	29.03%	20.41%	6.12%	8.16%	20.97%
62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	49	49	49	62

Nuovi insegnamenti attenzionati (% insoddisfatti a.a. 2024/25)

Insegnamento C

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
9.80%	35.29%		19.61%	43.14%	9.80%	3.92%	1.96%	11.76%	1.96%	1.96%	1.96%	7.84%	4.65%	8.16%	4.08%	5.26%	2.63%	2.70%	7.84%
51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	43	49	49	38	38	37	51

Insegnamento D

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
13.79%	37.93%		13.79%	55.17%	20.69%	10.34%	13.79%	10.34%	6.90%		3.45%	6.90%	16.67%	14.29%	21.43%	20.00%	15.00%	11.11%	17.24%
29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	12	14	14	20	20	9	29

Insegnamento E



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
8.57%	25.71%	25.71%	48.57%	25.71%	17.14%	31.43%	5.71%	22.86%	2.86%	11.43%	14.29%	6.67%	11.43%	14.29%	6.90%	17.24%	20.69%	34.29%	
35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	30	35	35	29	29	29	35

Insegnamento F

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1.69%	5.08%	6.78%	20.34%	11.86%	23.73%	40.68%	30.51%	13.56%	11.86%	8.47%	23.73%	15.25%	12.24%	15.09%	33.96%	3.45%	4.00%	32.20%	
59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	49	53	53	29	29	25	59

SINTESI DEI PRINCIPALI MUTAMENTI RILEVATI DALL'ULTIMO RIESAME CICLICO

Descrivere i principali mutamenti intercorsi dal Riesame ciclico precedente, anche in relazione alle azioni migliorative messe in atto nel CdS.

A seguito dell'emanazione del nuovo decreto ministeriale delle Classi di Laurea (1649/2023), il MUR ha chiesto l'adeguamento di tutta l'offerta formativa a partire dall'AA 2025/2026. Il CdS ha quindi ritenuto opportuno rivedere il proprio progetto formativo adeguando la parte tabellare.

Dall'ultimo Riesame ciclico il Corso di Studio ha registrato una crescita significativa sia sul piano dimensionale sia su quello qualitativo e di posizionamento.

Dal 2022 si osserva un **incremento costante delle immatricolazioni**, accompagnato da una maggiore diversificazione delle provenienze a livello nazionale e internazionale.

Gli interventi avviati nel 2023 hanno portato a un **miglioramento della soddisfazione** in alcuni insegnamenti specifici rispetto ad alcuni indicatori critici, pur con alcune aree ancora oggetto di monitoraggio.

Parallelamente, il corso ha rafforzato la propria **dimensione europea** attraverso la partecipazione a iniziative di rilievo negli ecosistemi internazionali di EuroHPC Joint Undertaking e di EIT Digital, consolidando il ruolo del CdS come riferimento per la formazione avanzata in HPC.

Le azioni di miglioramento vengono mantenute attive su più anni, con priorità definite e valutazioni periodiche per garantire continuità ed efficacia degli interventi.

1. ASSICURAZIONE DELLA QUALITÀ NELLA PROGETTAZIONE DEL CORSO DI STUDIO (CDS)

1.1 PROGETTAZIONE DEL CDS E CONSULTAZIONE CON LE PARTI INTERESSATE

Autovalutazione

Le applicazioni del calcolo ad elevate prestazioni sono in costante crescita e diversificazione. L'ingegnere del calcolo ad elevate prestazioni si caratterizza per un elevato profilo, che vede un sempre maggiore interesse da parte del mercato dei servizi pubblico e privato, delle aziende specialistiche in tecnologie informatiche, delle società di ingegneria specializzate nel trattamento di complessi problemi computazionali, delle società di produzione di beni industriali per i quali sono necessari studi progettuali approfonditi.

Consultazioni preliminari nella definizione del progetto formativo

In fase di definizione del progetto formativo, per verificare la recettività della figura dell'ingegnere in High Performance Computing nel mondo del lavoro, si sono incontrati portatori di interesse che rappresentano le Aziende e i produttori a varia scala impegnati nel settore dei servizi tecnologici, i centri di ricerca e calcolo distribuito, la Pubblica Amministrazione, con cui avere un primo scambio di idee per recepire l'interesse, integrare e correggere il percorso necessario per questa figura.



L'interesse per il nuovo corso di studi in High Performance Computer Engineering emerge dai contatti intercorsi con istituzioni di ricerca e aziende che fanno parte di una estesa rete di ricerca internazionale esistente da tempo presso il Politecnico di Milano, nata da numerosi contratti di ricerca e sviluppo e da progetti Europei e internazionali. In particolare, per verificare la recettività della figura dell'Ingegnere del calcolo ad alte prestazioni nel mondo del lavoro si sono incontrati portatori di interesse che rappresentano enti di ricerca e attori industriali in ambito di simulazione, calcolo e analisi dei dati ad alte prestazioni e tecnologie quantistiche. Tutti i portatori di interesse consultati hanno importante rilevanza sia nazionale sia internazionale. Tra questi, citiamo Amazon Web Services, IBM, Atos, Nvidia, Dompé Farmaceutici, HP, E4, Moviri, ETP4HPC, STM, SIAE Microelettronica, Leonardo, Eni.

Elenco delle consultazioni

- 17 giugno 2021: Incontro con ETP4HPC (consorzio di aziende)

Partecipanti all'incontro:

- prof.ssa Cristina Silvano, DEIB, Polimi
- Jean-Pier Panziera, Chairman, ETP4HPC

- 24 giugno 2021: Incontro con Atos (azienda)

Partecipanti all'incontro:

- prof.ssa Cristina Silvano, DEIB, Polimi
- Sophie Proust, CTO, Atos
- Arnaud Bertrand, Head of BDS Strategy and Innovation, Atos

- 23 settembre 2021: Incontro con STMicroelectronics (azienda)

Partecipanti all'incontro:

- prof.ssa Cristina Silvano, DEIB, Polimi
- Giuseppe Desoli, Senior Director of Artificial Intelligence and Embedded Systems, STMicroelectronics

- 30 settembre 2021: Incontro con IBM (azienda)

Partecipanti all'incontro:

- prof.ssa Cristina Silvano, DEIB, Polimi
- Cesare Baroni, Vice President Finance, HR, & Supply Chain, IBM CIO

- 1 ottobre 2021: Incontro con Dompé Farmaceutici (azienda)

Partecipanti all'incontro:

- prof.ssa Cristina Silvano, DEIB, Polimi
- Andrea R. Beccari, Head of Exascalate, Dompé Farmaceutici

- 6 ottobre 2021: Incontro con Amazon AWS (azienda)

Partecipanti all'incontro:

- prof. Paolo Cremonesi, DEIB, Polimi
- Simone Severini, Director of Quantum Computing, Amazon Web Services
- Dario Ragazzoni, Senior Manager, Amazon Web Services

- 12 ottobre 2021: Incontro con Leonardo (azienda)

Partecipanti all'incontro:

- prof.ssa Cristina Silvano, DEIB, Polimi
- Lucio Valerio Cioffi, CTO & CIO, Leonardo

- 14 ottobre 2021: Incontro con SIAE Microelettronica (azienda)

Partecipanti all'incontro:

- prof.ssa Cristina Silvano, DEIB, Polimi
- Ernesto Colizzi, Responsabile progettazione digitale, SIAE Microelettronica

Ogni incontro con i portatori di interesse è stato introdotto da una presentazione del nuovo progetto, sia nell'impianto generale sia nella bozza di struttura di dettaglio. I proponenti hanno incontrato e illustrato il progetto di laurea magistrale nelle diverse fasi di ideazione e preparazione. In genere tutti i rappresentanti incontrati hanno espresso un forte interesse verso l'iniziativa e parere favorevole all'istituzione della nuova LM, sottolineando la necessità di una formazione magistrale dedicata alla preparazione di figure professionali in grado di progettare applicazioni di supercalcolo, capaci di operare su architetture e acceleratori di prestazioni quali sistemi multi-processore, GPU e computer quantistici. Le lettere con l'espressione di interesse sono state raccolte e sono a disposizione presso la Scuola di Ingegneria Industriale e dell'Informazione.



Inoltre, Simone Severini (Amazon AWS), Carlo Cavazzoni (Leonardo), Giuseppe Desoli (STMicroelectronics) e Andrea Beccari (Dompé Farmaceutici) hanno manifestato interesse e fornito la disponibilità a far parte dell'Advisory Board del nuovo Corso di Studi, costituendo così un importante e prestigioso riferimento per il monitoraggio e l'efficacia della proposta formativa. Alcune aziende del settore, sia nazionali che internazionali, hanno inoltre dato piena disponibilità a contribuire alla formazione con cicli di seminari specialistici, tirocini, laboratori e stage di laurea.

I proponenti, fatti propri ed elaborati i commenti, i rilievi, i suggerimenti (tra i quali citiamo includere corsi su Quantum Computing e dare ampio spazio all'analisi e alla progettazione di applicazioni HPC provenienti da diversi domini applicativi) e le indicazioni emerse negli incontri hanno elaborato il documento sulla struttura didattica, partendo dalle aree di competenza individuate e traducendo in esse le indicazioni ricevute durante le consultazioni.

Da aprile a fine giugno 2021, in fase di progettazione del corso di studi, si sono svolte teleconferenze bi-settimanali con i portatori di interesse industriale verso il progetto per meglio definire gli interessi dei partner industriali e per allineare il progetto formativo alla figura professionale di cui è emersa l'esigenza nel contesto nazionale e internazionale.

In particolare, le competenze che si intendono formare riguardano:

- la progettazione di piattaforme di supercalcolo, cloud e data center;
- la progettazione di applicazioni software altamente parallele per sistemi di supercalcolo, cloud e data center;
- la progettazione di algoritmi e soluzioni per simulatori e sistemi quantistici;
- la modellazione matematico-statistica di problemi complessi adatta a sfruttare le prestazioni ottenibili tramite High Performance Computing.

Molti degli interlocutori hanno sottolineato il fatto che una Laurea Magistrale in Italia, dedicata a questa figura professionale, significhi per loro poter colmare una carenza formativa esistente sul territorio italiano. Anche a livello internazionale si individuano ancora pochi corsi di studio simili alla nuova proposta di LM in HPC Engineering.

Analizzando l'attuale offerta formativa esistente nel panorama nazionale e internazionale, citiamo a titolo di esempio:

- Master di 2o livello in HPC presso SISSA – Trieste
- Master presso Universidad Politecnica de Catalunya – Barcelona
- Master presso University of Edimburgh
- Master presso Chalmers University of Technology
- Master presso University of Chicago
- Master presso University of Southern California (USC)

In genere tutti i rappresentanti incontrati hanno dimostrato forte interesse e apprezzamento, e hanno fornito utili suggerimenti o spunti di approfondimento che sono stati recepiti durante tutte le evoluzioni del progetto. Inoltre, tutti i portatori di interesse hanno espresso amplissimo parere favorevole all'istituzione del nuovo Corso di laurea magistrale in High performance Computing Engineering e hanno infine confermato un significativo interesse occupazionale per tale figura, richiesta sia nel contesto nazionale sia in quello internazionale.

Prima di tutto è stato da tutti condivisa la scelta del tema del calcolo ad alte prestazioni cogliendo così la sempre maggiore attenzione a questo aspetto nei diversi settori quali:

- fluidodinamica computazionale,
- aerospazio,
- sostenibilità energetica,
- meccanica,
- chimica e biomeccanica computazionale,
- finanza.

Inoltre, è stato evidenziato dalla maggioranza dei rispondenti che la figura ingegneristica formata abbia tutte le competenze necessarie richieste dal mondo del lavoro come il saper progettare piattaforme di supercalcolo, cloud e data center; saper gestire applicazioni software altamente parallele per sistemi di supercalcolo, algoritmi e soluzioni per simulatori e sistemi quantistici e saper modellare problemi matematici altamente complessi.

In linea di massima, si è concordato di confrontarsi periodicamente per verificare tale rispondenza all'atto pratico e in particolare al termine del primo ciclo di studi.

Negli anni l'interesse verso il corso di studi si è confermato in modo costante, parallelamente al consolidamento della rete di collaborazioni già esistente a livello europeo e all'attivazione, nel 2024, di nuovi partenariati accademici e industriali. Tali sinergie hanno contribuito a rafforzare il posizionamento del Politecnico di Milano e del corso di studi in progetti di formazione di respiro internazionale, che rappresentano un significativo punto di riferimento e di benchmark nel settore di competenza.

Rilevanza internazionale e iniziative europee



L'istituzione di un corso di laurea magistrale dedicato interpreta con successo il riconoscimento del calcolo ad elevate prestazioni come risorsa strategica per l'Europa, con una priorità di investimento chiave nel prossimo quadro finanziario pluriennale dell'UE (2021-2027) e un budget allocato di 7 miliardi di euro.

I proponenti hanno partecipato a numerose consultazioni avvenute tra Aprile e Novembre 2021 nell'ambito della strategia europea EuroHPC Joint Undertaking, in cui si inquadra lo sviluppo di un'azione Europea per promuovere il primo programma pan-europeo di doppia laurea sul tema HPC e Quantum Computing. L'iniziativa si colloca nell'ambito del progetto europeo EUMaster4HPC (<https://eumaster4hpc.uni.lu/>), finanziato attraverso la Call for Education and Training on HPC e supportato da università europee e centri di supercalcolo. Proprio in parallelo con l'avvio di questo progetto, il Politecnico di Milano ha istituito la Laurea Magistrale in High Performance Computing Engineering, ponendosi come ateneo di riferimento nazionale e uno dei pilastri accademici dell'iniziativa europea.

Il progetto **EUMaster4HPC** ha consentito la definizione di accordi di doppia laurea, attivi negli anni accademici dal 2022/23 al 2024/25, che prevedono lo svolgimento del primo anno presso il Politecnico di Milano, nell'ambito della laurea magistrale in HPC Engineering, e del secondo anno presso una delle università partner europee. Tra le università nel partenariato europeo ricordiamo: Politecnico di Milano, Universitat Politècnica de Catalunya (Spain), Kungliga Tekniska Högskolan – KTH (Sweden), Sorbonne Université (France), Université du Luxembourg, Friedrich-Alexander-Universität (Germany), Sofia University (Bulgaria), Università della Svizzera Italiana (Switzerland). Link: https://masterhpc.polimi.it/eumaster4hpc_2022-24/

Tra i centri di supercalcolo partner dell'iniziativa europea, citiamo CINECA, CSC/LUMI e Barcelona Supercomputing Center, dove gli studenti possono svolgere progetti di tirocinio o di tesi. In questi siti sono stati installati i tre supercalcolatori pre-Exascale cofinanziati da EuroHPC: Leonardo al CINECA di Bologna, oggi stabilmente nella Top 10 mondiale e in fase di aggiornamento verso la nuova architettura LISA; LUMI in Finlandia, operativo dal 2022 e attualmente al 9° posto nella classifica TOP500, con già prevista l'evoluzione verso un successore; e MareNostrum 5 al Barcelona Supercomputing Center, dotato di architettura ibrida e tra i più avanzati sistemi europei anche per l'efficienza energetica. Parallelamente, gli stessi centri sono coinvolti nei progetti EuroQCS (EuroHPC Quantum Computing Infrastructure), che prevedono l'installazione di sistemi quantistici integrati con i supercalcolatori: a Bologna è in fase di realizzazione EuroQCS-Italy, a Barcellona EuroQCS-Spain, e a Kajaani (dove si trova LUMI) EuroQCS-Finland, consentendo così di sperimentare modelli ibridi HPC-Quantum a livello paneuropeo.

Nel corso del 2024/25, il medesimo partenariato europeo del progetto EUMaster4HPC, con l'integrazione di nuove università come TU Delft e Chalmers University of Technology, ha presentato un nuovo progetto (EUMaster4HPC-2) nell'ambito di un recente bando EuroHPC JU, ottenendo il finanziamento per potenziare il programma di doppia laurea per ulteriori 6 anni. L'iniziativa consente di proseguire quanto costruito con il progetto EUMaster4HPC, dopo la sua conclusione, e di mantenere una posizione di riferimento a livello europeo nel settore dell'education per il calcolo ad alte prestazioni e il quantum computing, confermando la costante rilevanza e attualità della proposta formativa rispetto alle priorità europee.

Sempre a livello europeo, a partire dal 2025/26 il corso di laurea in HPC Engineering partecipa a un'ulteriore iniziativa di doppia laurea nell'ambito della Master School di **EIT Digital**, resa possibile grazie al progetto europeo ACHIEVE (<https://www.eitdigital.eu/eu-collaborations/achieve>), finanziato dal bando Digital Europe, su cui siamo coinvolti insieme a università partner come Aalto University (Finlandia), KTH (Svezia), Middle East Technical University (Turchia) e aziende come Amazon AWS e Infineon Technologies. In questo caso il focus è su Cloud Computing, Networking Infrastructures e HPC, con l'integrazione di insegnamenti orientati al business e all'innovazione (<https://www.mastereit.polimi.it/cloud-networking-hpc/>).

Queste iniziative ampliano ulteriormente le opportunità di internazionalizzazione e indirizzi di specializzazione offerti.

Relazioni con il mondo del lavoro

Il Politecnico di Milano, tramite Career Service, organizza incontri periodici con le aziende interessate per creare occasioni di impiego (job fair) per i nuovi laureati e, nel contempo, ricalibrare gli obiettivi del corso. Link: <http://www.careerservice.polimi.it/>
Anche per il 2024/2025 il Career Service e l'Ufficio Alumni hanno offerto un servizio di consultazione del mondo del lavoro in supporto ai Corsi di Studio. Il servizio si chiama Alumni meet Faculty e consiste in una consultazione fra docenti e Alumni che oggi operano in realtà importanti del mercato del lavoro, che permette ai CdS raccogliere feedback sull'evoluzione del percorso formativo in relazione alle esigenze dei settori di riferimento. Sempre in collaborazione con il Career Service, stiamo inoltre progettando un ciclo di seminari e iniziative specifiche per HPC, che prevediamo di attivare nel corso del 2025/26. Queste attività vedranno il coinvolgimento di aziende di settore, e saranno l'occasione di approfondimenti tematici e orientamento al ruolo professionale.

Non ultimo, ogni singolo docente mantiene costanti contatti con il mondo del lavoro nell'ambito delle proprie attività di ricerca, durante colloqui prevalentemente informali, ed ha occasione di chiedere riscontri rispetto ai nostri laureati.

Un momento di confronto e autovalutazione più approfondita del corso di studio è stato pianificato con il prossimo riesame ciclico.



1.2 DEFINIZIONE DEL CARATTERE DEL CDS: OBIETTIVI FORMATIVI, PROFILI IN USCITA E RISULTATI DI APPRENDIMENTO

Nome del profilo	Ingegnere del calcolo ad elevate prestazioni
Funzione in un contesto di lavoro	<p>L'Ingegnere del calcolo ad elevate prestazioni è un esperto di tutti gli aspetti della creazione, gestione ed utilizzo di sistemi paralleli (multicore, GPU, quantum computer) come acceleratori per applicazioni ad elevate prestazioni di matematica applicata e di analisi dei dati.</p> <p>L'ingegnere del calcolo ad elevate prestazioni può svolgere diverse funzioni, quali:</p> <ul style="list-style-type: none"> • astrarre e analizzare in modo critico problemi reali; • integrare competenze e tecnologie diverse e sofisticate; • modellare, anche attraverso strumenti formali, problemi reali ad alta complessità; • simulare ed analizzare grandi moli di dati altamente complessi; • riportare i risultati per disegnare strategie di miglioramento di processi. <p>Questa figura professionale ha un ruolo attivo e critico nell'evoluzione scientifico-tecnologica in questo settore e nelle relative applicazioni, essendo caratterizzata da una approfondita cultura di base, da un attento spirito critico, nonché da una marcata qualificazione professionale.</p>
Competenze associate alla funzione	<p>Le principali competenze acquisite nel percorso LM in High Performance Computing Engineering, che maggiormente verranno richieste ed esercitate dal ruolo professionale dell'ingegnere del calcolo ad elevate prestazioni sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> • affrontare problemi specifici utilizzando algoritmi avanzati e tecniche di programmazione parallela e distribuita, metodi di modellazione numerica, algoritmi di machine e statistical learning; • utilizzare tecniche di programmazione avanzata e algoritmi paralleli; • padroneggiare la modellazione numerico-statistica nei problemi oggetti di studio, sfruttando in modo sinergico le opportunità fornite dal calcolo ad elevate prestazioni; • analizzare, valutare e progettare strumenti di calcolo ad elevate prestazioni e saper proporre nuove tecniche per il miglioramento della loro architettura; • analizzare, valutare, progettare e gestire il software di sistema in ambienti di supercalcolo e saper proporre tecniche innovative di ottimizzazione; • applicare il metodo scientifico allo studio e all'analisi di fenomeni e sistemi in qualsiasi ambito dell'Informatica, e nell'ideazione, progettazione e realizzazione di soluzioni innovative e originali; • padroneggiare la modellazione matematica, il calcolo e la progettazione sperimentale nei centri tecnologici e di ingegneria delle aziende, in particolare nella ricerca e nell'innovazione in tutte le aree dell'informatica e della data science. <p>Si tratta di una figura professionale che coniuga al meglio professionalità trasversali che vanno dalla modellazione e progettazione informatica, alla modellistica matematica e all'apprendimento statistico dai dati per la gestione e l'organizzazione di sistemi e realtà ad elevata complessità.</p>
Sbocchi occupazionali e professionali	<p>L'ingegnere del calcolo ad elevate prestazioni può trovare impiego, oltre che presso industrie informatiche, industrie per l'automazione e la robotica anche presso aziende o industrie che non richiedano competenze specialistiche esclusivamente settoriali quali:</p> <ul style="list-style-type: none"> - il settore chimico; - il settore farmaceutico; - il settore biomedico e bioinformatico; - il settore finanziario; - il settore delle tecnologie aerospaziali. <p>Non ultimo tale formazione garantisce la piena possibilità di proseguire nella formazione alla ricerca via percorsi di PhD dedicati (nazionali o internazionali), master post-universitari, corsi di specializzazione viatici sia all'impiego aziendale di più alto livello che all'impiego presso centri di ricerca/università pubbliche e private.</p> <p>L'ingegnere del calcolo ad elevate prestazioni può partecipare all'esame di Stato per l'accesso all'Albo degli Ingegneri dell'Informazione.</p>

Descrittore di Dublino	Obiettivi di apprendimento
Conoscenza e comprensione	<p>Il corso di Laurea Magistrale in High Performance Computing offre una preparazione multidisciplinare che tra i principali domini oggetto di conoscenza e comprensione annovera:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) progettazione e realizzazione di strumenti di middleware per la gestione efficiente dei sistemi di accelerazione del calcolo; b) realizzazione di applicazioni e algoritmi di intelligenza artificiale per l'analisi dei dati, in grado di scalare con il volume dei dati e con la complessità dei modelli su sistemi di super calcolo parallelo o quantistico; c) modellazione differenziale o discreta e altre procedure matematiche avanzate per arrivare alla soluzione di problemi numerici;



	<p>d) analisi ed interpretazione di fenomeni complessi via strumenti di statistical and machine learning in contesti a sempre più elevata complessità in cui sia necessaria una conoscenza e un uso efficace delle tecniche proprie del calcolo ad elevate prestazioni.</p> <p>L'acquisizione degli elementi sopraindicati prevede l'approfondita conoscenza di aspetti metodologici e operativi al fine di identificare, modellare e risolvere i problemi che tipicamente deve affrontare un ingegnere del calcolo ad elevate prestazioni, contestualizzati in ambiti applicativi anche di natura molto differenti tra loro. La verifica avviene attraverso il continuo contatto con i docenti durante le ore di lezione e nelle attività di laboratorio progettuale, nonché nello svolgimento degli esami di profitto. Al termine degli studi il laureato è portato ad avere un'ampia conoscenza dello stato dell'arte in tale disciplina ed è in grado di affrontare argomenti di frontiera in modo autonomo, anche in contesti di ricerca.</p>
Capacità di applicare conoscenza e comprensione	<p>Oltre che alla trasmissione di conoscenze, il Corso di Studi si pone l'obiettivo di formare una mentalità proattiva e con attitudine al problem solving. Lo studente acquisisce quindi l'abitudine ad affrontare e risolvere in modo autonomo e creativo problemi, spesso nuovi e inconsueti, nell'ambito delle applicazioni del calcolo ad elevate prestazioni. Tale capacità richiede l'applicazione delle conoscenze acquisite e viene sviluppata attraverso lo svolgimento di attività di laboratorio e di attività progettuali proposte all'interno dei vari insegnamenti. Viene ulteriormente sviluppata nella prova finale, dove le conoscenze acquisite vengono applicate per costruire soluzioni originali e innovative per la tematica affrontata. La verifica delle capacità acquisite avviene attraverso la discussione delle relazioni individuali ed elaborazioni personali delle attività di laboratorio e delle attività progettuali sviluppate all'interno degli insegnamenti. Inoltre costituiscono elementi di verifica anche l'articolazione e il contenuto della tesi, la sua esposizione e la relativa discussione durante la prova finale.</p>
Autonomia di giudizio	<p>Lo spirito critico degli studenti costituisce un obiettivo fondamentale del percorso formativo, al fine di permettere loro l'analisi, la modellazione, la risoluzione di problemi ad alta complessità che necessitano l'uso di strumenti di calcolo ad elevate prestazioni. In particolare poi è fondamentale che lo studente sia in grado di trovare soluzioni in tempi rapidi basandosi su dati e informazioni che sono spesso disponibili in gran mole ma non sempre coerenti, strutturati e completi. Contribuisce al raggiungimento di tale obiettivo il rigore nella formazione di base, che si sviluppa attraverso gli insegnamenti di progettazione di strumenti informatici, creazione di modelli matematici, apprendimento statistico, valutazione dei risultati; d'altro canto gli insegnamenti più specialistici e le loro attività di laboratorio sviluppano la capacità di applicare con autonomia tale formazione di base in un contesto multidisciplinare come è quello di High Performance Computing.</p> <p>La verifica delle capacità di autonomia di giudizio acquisite, oltre ad essere effettuata nelle singole prove di esame, trova il suo maggiore compimento nello svolgimento dell'elaborato finale di tesi in cui lo studente, in rapporto con il proprio relatore, sviluppa autonomamente i relativi argomenti.</p>
Abilità comunicative	<p>La capacità di comunicare in modo chiaro ed efficace è un requisito indispensabile per un laureato in High Performance Computing che molto spesso dovrà interloquire con attori di diversa estrazione culturale. In particolare lo studente deve apprendere come comunicare i propri pensieri in maniera razionale e consequenziale, in modo da renderli chiari e convincenti a un interlocutore sufficientemente preparato per comprendere tematiche al di fuori del proprio campo specifico.</p> <p>Le abilità comunicative vengono acquisite in particolare, anche se non esclusivamente, nei 20 CFU di insegnamenti relativi alle applicazioni dei diversi domini applicativi come per esempio Computational Fluid Dynamics For Energy Engineering; High Performance Scientific Computing in Aerospace; HPC Applications for Sustainable Use of Subsurface Energy Resources; High Performance Simulation Lab for Mechanical Engineering; High Performance Molecular Modeling; Computational Biomechanics Laboratory; Biomolecular Modelling Laboratory; Models And Machine Learning For Finance.</p> <p>La verifica delle abilità comunicative avviene in primo luogo nelle singole prove di esame che si svolgono sia in forma scritta sia mediante colloqui, in modo da permettere allo studente di formare un'attitudine a comunicare le competenze acquisite.</p> <p>Inoltre la verifica avviene in modo significativo ed importante nella scrittura e discussione dell'elaborato finale, svolta autonomamente dallo studente, ove è richiesta un'articolata presentazione e difesa del lavoro: la scrittura della tesi e la sua dissertazione consentono al laureando di esercitarsi nella stesura di relazioni tecniche, con aspetti scientifici originali, e nella loro illustrazione a un pubblico non necessariamente esperto della materia. Infine il fatto che la laurea magistrale sia tenuta in lingua inglese facilita la comunicazione in un futuro contesto internazionale.</p>
Capacità di apprendimento	<p>Il corso e i suoi insegnamenti si prefiggono di formare negli studenti un'attitudine positiva allo studio e all'aggiornamento continuo, che li renda capaci di acquisire e utilizzare le più avanzate e innovative metodologie e tecniche di High Performance Computing; tale attitudine si manterrà nei laureati, che quindi potranno continuamente aggiornarsi anche nel corso della loro futura attività professionale. Tale aspetto è particolarmente rilevante per questa disciplina ad alto contenuto tecnologico e innovativo, in continua evoluzione e che quindi richiede per sua natura un continuo aggiornamento. Inoltre il carattere interdisciplinare del corso e le modalità di lavoro nei vari insegnamenti, laboratori e seminari determinano una notevole facilità dei laureati ad affrontare e studiare nuove tematiche e nuove soluzioni a problemi</p>



	intrinsecamente complessi. La capacità di apprendimento viene continuamente valutata nelle singole prove d'esame e nei laboratori; inoltre essa è approfonditamente valutata nell'ambito della dissertazione finale, dove gli studenti si impadroniscono di conoscenze che costituiscono lo stato dell'arte: una volta laureati, essi sono dunque in grado di mantenere aggiornata la propria preparazione. Quindi gli studenti della LM in High Performance Computing acquisiscono la capacità di affrontare i problemi che potranno incontrare nel corso della loro successiva vita professionale.
--	--

1.3 OFFERTA FORMATIVA E PERCORSI

Il Corso di Laurea Magistrale in High Performance Computing Engineering è orientato alla formazione di laureati che possiedano un'adeguata padronanza di metodi e contenuti scientifici generali ed un ampio spettro di conoscenze e competenze nel settore della scienza e della tecnologia dell'informazione in accordo a quanto previsto dalla declaratoria della Classe di appartenenza definita dal DM 16-03-2007.

Si ricorda che è ormai condiviso a livello europeo e mondiale il riconoscimento dell'importanza del supercalcolo, della tecnologia quantistica e del cloud computing quali motori della sovranità tecnologica, della competitività a livello mondiale e del successo della trasformazione digitale, a sostegno di settori prioritari quali ad esempio l'intelligenza artificiale, i big data, le blockchain, l'Internet delle cose e la cyber-sicurezza.

Il calcolo ad elevate prestazioni e l'analisi dei big data porteranno a scienza e tecnologia di eccellenza, tanto da agire come un'impresa pionieristica che promuoverà lo sviluppo di know-how strategico e tecnologico nel settore digitale. Per tali ragioni le conoscenze necessarie per diventare esperti nella progettazione e nell'utilizzo calcolo ad elevate prestazioni sono tra i principali obiettivi formativi del corso.

Alla fine del suo percorso formativo il laureato avrà acquisito:

- un'adeguata padronanza degli strumenti di base della matematica discreta e del continuo;
- un'adeguata padronanza del metodo scientifico di indagine e delle tecniche di analisi dei dati che gli permetteranno di analizzare fenomeni e sistemi in qualsiasi ambito dell'ingegneria informatica;
- una solida conoscenza degli aspetti metodologico-operativi e dei fondamenti teorici ed applicativi dei vari settori dell'ingegneria informatica sia in generale sia in modo approfondito;
- una solida conoscenza dei concetti di base, dell'organizzazione strutturale e dell'utilizzo dei sistemi di elaborazione rendendolo capace di applicare al meglio tutte le opportunità fornite dal calcolo ad elevate prestazioni;
- una solida conoscenza dei fondamenti, delle tecniche e metodologie di progettazione, realizzazione e gestione dei sistemi informativi e delle reti di calcolatori per cui sarà in grado di ideare, pianificare, progettare e gestire sistemi di calcolo complessi;
- la capacità di comunicare i propri pensieri in maniera razionale e consequenziale, in modo da renderli chiari e convincenti sviluppando un'attitudine positiva allo studio e all'aggiornamento continuo, che lo rende capace di trovare soluzioni innovative;
- la capacità di comprendere il contesto, le funzioni dei processi dell'industria in cui opera per affrontare problemi e opportunità che si presenteranno.

L'offerta fortemente multidisciplinare consente di personalizzare il percorso formativo, spaziando dall'approfondimento metodologico all'esplorazione di contesti applicativi reali. La struttura del percorso garantisce un equilibrio tra teoria, pratica e progettualità, puntando sull'acquisizione di competenze immediatamente spendibili nel mondo del lavoro o nel contesto della ricerca avanzata.

Il percorso di formazione, della durata di due anni (120 CFU), prevede al primo anno alcuni insegnamenti obbligatori relativi a discipline fondamentali seguiti da insegnamenti obbligatori più avanzati nell'ambito dell'analisi numerica e della modellazione, della statistica applicata, degli algoritmi e dei paradigmi di programmazione parallela, dei processori paralleli ad alte prestazioni e dei sistemi HPC, cloud e data center, fino al quantum computing. Sono previsti inoltre 10 crediti a scelta in settori disciplinari affini, che possono spaziare dall'ambito matematico-statistico, all'elettronica, alle telecomunicazioni fino alle tecnologie quantistiche.

Nel primo semestre del secondo anno, agli studenti verranno offerti due insegnamenti obbligatori in ambito Artificial Neural Networks & Deep Learning, e sulla gestione e analisi di Big Data. Con i restanti 30 crediti a scelta, il secondo anno è orientato alla specializzazione tematica, al confronto con domini applicativi dell'HPC in differenti settori dell'ingegneria (quali fluidodinamica computazionale, aerospazio, sostenibilità energetica, meccanica, chimica e biomeccanica computazionale, finanza). Infine, 20 crediti sono dedicati ad un lavoro di tesi finale, che può anche essere svolto in un contesto aziendale, in centri di ricerca o centri di supercalcolo.

Le modifiche introdotte nel 2024 riflettono aggiornamenti di carattere organizzativo, a seguito di alcuni spostamenti di insegnamenti tra i semestri e gli anni di corso per dare meglio conto della progressione formativa. In termini di contenuti e obiettivi di apprendimento, il percorso rimane pienamente coerente con il progetto originario e le competenze acquisite dagli studenti non subiscono variazioni. Non si rende pertanto necessaria una modifica di ordinamento imminente, l'aggiornamento del testo nella SUA-CdS sarà effettuato in occasione della prossima revisione ordinamentale.



1.4 PIANIFICAZIONE, PROGRAMMAZIONE E ORGANIZZAZIONE DEGLI INSEGNAMENTI E MODALITÀ DI VERIFICA DEGLI APPRENDIMENTI

#	Tipo*	Insegnamento	CFU	SSD	AC	Obbligatorio	pspa	Obiettivi di apprendimento dell'insegnamento, espressi mediante i Descrittori di Dublino				
								Conoscenza e comprensione	Capacità di applicare conoscenza e comprensione	Autonomia di giudizio	Abilità comunicative	Capacità di apprendimento
1	B	PARALLEL COMPUTING	5	ING-INF/05	1	Sì		X	X	X	X	X
2	C	ADVANCED METHODS FOR SCIENTIFIC COMPUTING	5	MAT/08	1	Sì		X	X	X	X	X
3	C	NUMERICAL LINEAR ALGEBRA	5	MAT/08	1	Sì		X	X	X	X	X
4	C	NUMERICAL METHODS FOR PARTIAL DIFFERENTIAL EQUATIONS	5	MAT/08	1	Sì		X	X	X	X	X
5	C	QUANTUM PHYSICS	5	FIS/01	1	Sì		X	X	X		X
6	B	QUANTUM COMPUTING	5	ING-INF/05	1	Sì		X	X	X	X	X
7	B	SOFTWARE ENGINEERING FOR HPC	5	ING-INF/05	1	Sì		X	X	X	X	X
8	B	ADVANCED COMPUTER ARCHITECTURES	5	ING-INF/05	1	Sì		X	X	X	X	X
9	B	COMPUTING INFRASTRUCTURES	5	ING-INF/05	1	Sì		X	X	X	X	X
10	C	APPLIED STATISTICS	5	SECS-S/01	1	Sì		X	X	X		X
11	B	ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS AND DEEP LEARNING	5	ING-INF/05	2	Sì		X	X	X	X	X
12	B	SYSTEMS AND METHODS FOR BIG AND UNSTRUCTURED DATA	5	ING-INF/05	2	Sì		X	X	X	X	X
13	C	BAYESIAN STATISTICS	10	MAT/06; SECS-S/01	1	No		X	X	X	X	X
14	C	COMPUTATIONAL STATISTICS	5	MAT/08; SECS-S/01	1	No		X	X	X	X	X
15	C	FONDAMENTI DI RICERCA OPERATIVA	5	MAT/09	1	No		X	X	X		X
16	C	FOUNDATIONS OF OPERATIONS RESEARCH	5	MAT/09	1	No		X	X	X		X
17	C	NONPARAMETRIC STATISTICS	5	SECS-S/01	1	No		X	X	X	X	X
18	C	NUMERICAL ANALYSIS FOR MACHINE LEARNING	5	MAT/08	1	No		X	X	X		X
19	C	QUANTUM CIRCUITS AND DEVICES	5	ING-INF/01	1	No		X	X	X		X
20	C	BAYESIAN LEARNING AND MONTECARLO SIMULATION	5	MAT/06	1	No		X	X	X	X	X



21	C	NETWORK COMPUTING	5	ING-INF/03	1	No		X	X	X	X	X
22	C	PHOTONIC COMPUTING	5	ING-INF/02	1	No		X	X	X	X	X
23	C	QUANTUM COMMUNICATION	5	ING-INF/03	1	No		X	X			X
24	C	QUANTUM OPTICS AND INFORMATION	5	FIS/01	1	No		X	X		X	X
25	C	SCIENTIFIC COMPUTING TOOLS FOR ADVANCED MATHEMATICAL MODELLING	5	MAT/08	1	No		X	X	X	X	X
26	B	BASI DI DATI 1	5	ING-INF/05	2	No		X	X	X		X
27	B	COMPLESSITA' NEI SISTEMI E NELLE RETI	5	ING-INF/04	2	No		X	X		X	X
28	B	DISTRIBUTED SYSTEMS	5	ING-INF/05	2	No		X	X	X	X	X
29	B	EMBEDDED SYSTEMS	5	ING-INF/05	2	No		X	X	X	X	X
30	B	NETWORKED SOFTWARE FOR DISTRIBUTED SYSTEMS	5	ING-INF/05	2	No		X	X			X
31	B	PERFORMANCE EVALUATION AND APPLICATIONS	5	ING-INF/05	2	No		X	X	X		
32	B	STREAMING DATA ANALYTICS	5	ING-INF/05	2	No		X	X	X	X	X
33	B	SYSTEM IDENTIFICATION AND PREDICTION	5	ING-INF/04	2	No		X	X			
34	B	CODE TRANSFORMATION AND OPTIMIZATION	5	ING-INF/05	2	No		X	X	X	X	X
35	B	COMPUTER SECURITY	5	ING-INF/05	2	No		X	X	X	X	X
36	B	MACHINE LEARNING	5	ING-INF/05	2	No		X	X	X		X
37	B	MATHEMATICAL MODELS AND METHODS FOR IMAGE PROCESSING	5	ING-INF/05	2	No		X	X	X	X	X
38		BIOMOLECULAR MODELLING LABORATORY	5	ING-IND/34	2	No		X	X	X	X	
39		CFD FOR ENERGY ENGINEERING	5	ING-IND/10	2	No		X	X	X	X	X
40		COMPUTATIONAL BIOMECHANICS LABORATORY	5	ING-IND/34	2	No		X	X	X	X	
41		HIGH PERFORMANCE SCIENTIFIC COMPUTING IN AEROSPACE	10	ING-IND/04; ING-IND/06	2	No		X	X	X	X	X
42		HIGH PERFORMANCE SIMULATION LAB FOR MECHANICAL ENGINEERING	10	ING-IND/13; ING-IND/14	2	No		X	X	X	X	X
43		HPC APPLICATIONS FOR SUSTAINABLE USE OF SUBSURFACE	10	ICAR/01; ING-IND/10	2	No		X	X	X	X	X



		ENERGY RESOURCES										
44		ADVANCED MATHEMATICAL MODELS IN FINANCE	5	SECS-S/06	2	No		X	X	X	X	X
45		FINTECH	5	SECS-S/06	2	No		X	X	X	X	
46		MOLECULAR MODELING IN PROCESS ENGINEERING	5	ING-IND/24	2	No		X	X	X	X	X
47		MOLECULAR MODELING OF MATERIALS	5	ING-IND/22	2	No		X	X	X	X	

*Tipo: B: caratterizzante; C: Affine.

Le diverse modalità di verifica previste dagli insegnamenti inclusi nel piano di studio contribuiscono al raggiungimento dei risultati di apprendimento attesi, sempre definiti in accordo ai 5 descrittori di Dublino:

Modalità di verifica	Descrizione	Risultato di apprendimento perseguito
Prova scritta	<ul style="list-style-type: none"> risoluzione di problemi numerici domande di carattere teorico a risposta multipla sugli argomenti del corso domande di carattere teorico a risposta aperta sugli argomenti del corso 	<ul style="list-style-type: none"> 1,2 1 1,4
Esame orale	<ul style="list-style-type: none"> domande di carattere teorico sugli argomenti del corso domande volte a evidenziare la capacità dello studente di elaborare collegamenti fra i vari argomenti del corso e con gli insegnamenti precedenti 	<ul style="list-style-type: none"> 1,4 2,3,4
Valutazione relazione tecnica	<ul style="list-style-type: none"> valutazione (di gruppo o individuale) delle relazioni preparate in sede di esercitazione 	<ul style="list-style-type: none"> 2,3,4
Valutazione elaborato di laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> valutazione (di gruppo o individuale) delle attività sviluppate in sede di laboratorio informatico, progettuale e sperimentale 	<ul style="list-style-type: none"> 2,3,4
Presentazione orale	<ul style="list-style-type: none"> presentazione (di gruppo o individuale) di attività sviluppate nell'ambito di un corso 	<ul style="list-style-type: none"> 1,2,4,5
Valutazione prova finale	<ul style="list-style-type: none"> presentazione e discussione di un'attività svolta in modo autonomo dall'allievo, nell'ambito degli insegnamenti 	<ul style="list-style-type: none"> 2,3,4,5

Descrittori di Dublino: 1-Conoscenza e capacità di comprensione; 2-Capacità di applicare conoscenza e comprensione; 3-Autonomia di giudizio; 4-Abilità comunicative; 5-Capacità di apprendimento

2. ASSICURAZIONE DELLA QUALITÀ NELL'EROGAZIONE DEL CORSO DI STUDIO (CDS)

2.1 ORIENTAMENTO IN INGRESSO

Per le attività di orientamento ai corsi, l'Ateneo si avvale dei servizi offerti dall'Area Didattica con particolare riferimento al Servizio Promozione e Orientamento. Il Servizio si occupa della gestione della promozione dell'offerta formativa dell'Ateneo e della predisposizione e dell'aggiornamento di materiale informativo e formativo destinato alla scelta universitaria. L'attività è finalizzata alla diffusione delle informazioni relative all'offerta formativa, alle modalità di ammissione e ai servizi offerti agli studenti del Politecnico.

Per l'orientamento è stata progettata e implementata un'apposita sezione del sito web di Ateneo disponibile sul sito <https://www.polimi.it/futuri-studenti>



Il Servizio Promozione e Orientamento si occupa, oltre che della promozione delle Lauree Triennali, Lauree Magistrali e dei Dottorati di Ricerca di Ateneo all'estero, anche della predisposizione e aggiornamento di materiale informativo cartaceo, brochure e flyer per i singoli corsi, e materiale digitale. Partecipa inoltre a fiere internazionali, seminari, Roadshows, fiere virtuali, e cura la promozione online su portali dedicati. Inoltre, per la promozione internazionale è stato sviluppato un CRM che consente di profilare le richieste in entrata e di avere lo storico delle conversazioni con tutti gli utenti interessati. Le risposte vengono fornite al massimo entro 48 ore dal ricevimento.

All'interno delle attività di orientamento trova spazio anche l'Open Day del Politecnico, dove il corso di HPC Engineering è rappresentato insieme agli altri corsi di studio. A questo si affiancano incontri informativi e seminari tematici, organizzati specificamente per far conoscere agli studenti il mondo dell'HPC e le opportunità professionali e di ricerca ad esso collegate.

Inoltre è attivo anche il sito web del corso di studi che introduce e approfondisce l'offerta formativa di HPC Engineering: <https://masterhpc.polimi.it/>

2.2 Orientamento e Tutorato in Itinere

Sotto il nome di attività di orientamento e tutorato in itinere sono comprese tutte le attività miranti a fornire un'assistenza agli studenti prima e durante il loro percorso universitario, in modo che questo possa svolgersi nei tempi previsti dai Regolamenti Didattici e in maniera proficua dal punto di vista della formazione delle competenze professionali e umane. Le attività di tutorato sono quindi distinte dalle attività didattiche istituzionali, anche se possono essere a servizio, o a complemento, di queste. Le attività di tutorato possono essere svolte da studenti della laurea magistrale, da dottorandi, da docenti e da esterni. Le attività di tutorato sono programmate e gestite dalla Scuola in stretto coordinamento con il Corso di Studio, sentite anche le Rappresentanze degli Studenti nei Consigli di Corso di Studi, nella Giunta della Scuola e nella Commissione Paritetica della Scuola. A livello di Ateneo, il Servizio Diritto allo Studio interagisce con le Scuole per gli aspetti amministrativi legati all'affidamento degli incarichi di tutorato agli studenti della laurea Magistrale.

Le attività di tutorato sono articolate nei seguenti servizi:

- orientamento didattico per le matricole e per gli studenti degli anni successivi;
- incontri di sostegno didattico tenuti da docenti (per facilitare le scelte di inserimento e di apprendimento degli studenti);
- assistenza per seminari di ripasso e di recupero o di assistenza in attività di laboratorio;
- assistenza presso aule informatizzate, biblioteche e laboratori;
- assistenza nel reperimento e sviluppo di materiale didattico.

Presso la Scuola di Ingegneria Industriale e dell'Informazione sono attivi servizi di tutorato per studenti di Laurea Magistrale che hanno l'obiettivo di aiutare gli studenti provenienti da triennali non di stretta continuità (sia del Politecnico di Milano, sia di altri Atenei italiani o esteri). Lo studente-tutor ha il compito di:

- fornire indicazioni agli studenti relativamente all'organizzazione pratica degli studi (struttura dei piani di studio, organizzazione della didattica, ecc.), alle strutture di supporto offerte dal Politecnico;
- essere punto di riferimento per gli studenti dei Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in merito ad eventuali problemi relativi alla didattica dei corsi o alle modalità di svolgimento delle prove di valutazione;
- essere di supporto per studenti che trovano qualche difficoltà e quindi hanno necessità di colmare limitate lacune di base fornendo un aiuto con chiarimenti e risoluzione di esercizi (nessuna spiegazione relativa ai contenuti dei corsi);
- riferire i problemi eventualmente emersi, ai docenti di riferimento prima della fine dei corsi.

La Scuola offre differenti opportunità di tutorato ai propri studenti, con l'obiettivo di garantire ad ognuno il supporto più adatto alle proprie esigenze. L'approccio prevede alcuni servizi di tutorato tra pari, attivati on demand sulla base delle richieste degli studenti e altri servizi di tutorato più tradizionali, erogati in date e orari stabiliti.

- *Tutorato informativo*: il servizio è rivolto a studenti del primo anno delle lauree magistrali. Studenti-tutor più esperti forniscono orientamento e supporto agli studenti per meglio affrontare il nuovo percorso di studio.
- *Equalization peer-to-peer tutoring*: il servizio è rivolto a studenti provenienti da lauree triennali non di stretta continuità o a studenti internazionali. Studenti-tutor più esperti forniscono aiuto, singolarmente o in piccoli gruppi da 3-4 persone, sugli insegnamenti dei corsi di laurea magistrale.
- *Tutorato specifico*: tutorati tenuti da dottorandi e docenti esperti su alcuni insegnamenti selezionati dai vari corsi di studio, sulla base anche delle segnalazioni degli studenti.

La Scuola di Ingegneria Industriale e dell'Informazione e la relativa Commissione per il Tutorato della Giunta si avvalgono del supporto di un'analisi statistica dei dati (learning analytics) realizzata dalla Data Analytics Unit, finalizzata sia ad un miglioramento delle attività di tutoring, sia ad una progettazione sinergica di ulteriori ed efficaci interventi.

2.3 ORIENTAMENTO IN USCITA



Il Politecnico di Milano offre ai propri studenti, tramite il Career Service, un servizio continuo di orientamento professionale e accompagnamento al lavoro con il fine di favorire l'employability degli studenti e garantire l'occupazione e la soddisfazione occupazionale dei neolaureati.

Il servizio funziona grazie alla creazione di partnership con le imprese a livello nazionale ed internazionale. Queste imprese vengono regolarmente in Ateneo per promuovere la loro immagine e realtà aziendale e per orientare gli studenti nella comprensione dei settori di impiego, delle modalità per la ricerca attiva del lavoro, dei ruoli professionali e dei percorsi di carriera.

I servizi offerti dal Career Service agli studenti possono essere così riassunti:

- **Assessment Center:** è uno spazio fisico e virtuale aperto dal lunedì al venerdì, dove gli studenti possono incontrare un Career Advisor dedicato, su prenotazione, e ricevere un supporto diretto e personalizzato per la scrittura del CV, la ricerca attiva del lavoro, una consulenza individuale sul mercato del lavoro (settori e ruoli di impiego per il proprio profilo, competenze richieste dalle imprese, ecc.).
- **Internship Center:** è uno spazio fisico aperto dal lunedì al venerdì e dedicato all'assistenza e alla consulenza su stage/tirocini, dove gli studenti possono recarsi per avere informazioni su come trovare un ente ospitante, qual è l'iter burocratico di attivazione, quali sono i propri diritti e doveri e cosa fare in caso di stage all'estero.
- **Incontri con le Imprese in ateneo:**
 - un calendario annuale di oltre 150 incontri in ateneo oppure online di tipo informativo e formativo sul mondo del lavoro, con la partecipazione attiva di aziende italiane e internazionali ed alumni (ex studenti). Gli incontri proposti sono targettizzati per corso di laurea o settore produttivo e consistono in: tavole rotonde con i manager a lezione; workshops o case study aziendali; incontri di mentoring con alumni, academy aziendali, competition, fiere di settore; aperitivi di networking, ecc.
 - veri e propri colloqui di lavoro in ateneo con i datori di lavoro (ogni mese durante La settimana del Recruiting)
- **Tre grandi fiere del lavoro ogni anno:**
 - Career Day, la più grande fiera del lavoro con oltre 150 aziende in un giorno solo in ateneo
 - Career Day International per il lavoro all'estero, ogni anno a ottobre
 - Career Day PMI per trovare lavoro nelle pmi italiane, ogni anno a novembre.
- **Servizi online su www.careerservice.polimi.it:**
 - un profilo personale online con CV da rendere visibile alle imprese e utilizzare nella ricerca del lavoro
 - un database online di offerte di lavoro e stage sia per l'Italia che per l'estero aggiornato quotidianamente (oltre 15,000 annunci ogni anno) e sottoposto a controlli di qualità
 - un database online di diverse migliaia di aziende e studi professionali da sfogliare per conoscere il mercato del lavoro
 - un canale di formazione online con video-corsi sulla scrittura del CV, sulla preparazione per il colloquio di selezione e una serie di brevi lezioni-video di figure HR aziendali
 - info-grafiche consultabili online sul mercato del lavoro e sui dati occupazionali, uno per ciascun corso di laurea. Ogni anno è inoltre consultabile online il book 'Graduate Employment' con i risultati dell'indagine occupazionale di ateneo.
- **Career Service Award**
 - Dal 2020 gli studenti possono ottenere il Career Service Award, una nuova certificazione sotto forma di badge formativo da applicare sul CV in formato digitale. Gli studenti possono conseguire il badge in un semestre accademico, partecipando ad un percorso personalizzato di avvicinamento al mondo del lavoro e orientamento professionale che prevede 16 ore totali di attività, di cui una parte in autonomia e una parte in presenza e la compilazione di un diario di bordo, chiamato Career Reflection Book.

2.4 CONOSCENZE RICHIESTE IN INGRESSO E RECUPERO DELLE CARENZE

Per essere ammessi al corso di LM in High Performance Computing Engineering occorre essere in possesso di una laurea nelle classi:

L7 (Ingegneria civile e ambientale), L8 (Lauree in Ingegneria dell'Informazione), L9 (Lauree in Ingegneria Industriale) L31 – (Laurea in Scienze e tecnologie Informatiche).

In alternativa, occorre essere in possesso di una laurea di durata almeno triennale, ovvero conseguita attraverso l'acquisizione di almeno 180 CFU, di cui:

- almeno 24 CFU relativi ad attività formative nei SSD INF/01, ING-INF/05;
- almeno 20 CFU relativi ad attività formative nei SSD MAT/01 - MAT/09, SECS-S/01;
- almeno 10 CFU relativi ad attività formative nei FIS/01-FIS/08.

Gli stessi criteri si applicano anche a coloro che sono in possesso di un titolo di studio di livello universitario conseguito all'estero, giudicato idoneo dal Consiglio di Corso di Laurea Magistrale, per il quale siano possibili l'identificazione dei settori scientifico-disciplinari e il numero di crediti conseguiti in ciascun settore. Se l'identificazione non è possibile, si procederà alla valutazione della carriera da parte del Consiglio di Corso di studio. Eventuali integrazioni curriculari in termini di CFU dovranno essere acquisite prima della verifica della preparazione individuale.



L'ammissione al corso di LM in High Performance Computing Engineering è inoltre subordinata alla verifica della personale preparazione, che sarà uniformata a criteri che valutino il curriculum pregresso, l'adeguatezza delle conoscenze e competenze ritenute indispensabili per affrontare proficuamente il corso di studio, con particolare riferimento alla votazione finale.

È parte integrante della verifica della personale preparazione l'adeguata conoscenza della lingua inglese di livello non inferiore al B2 del Quadro comune europeo. Il livello di conoscenza della lingua inglese dovrà essere certificato, in sede di richiesta di ammissione, mediante il conseguimento di livelli minimi di punteggio nei test riconosciuti dall'Ateneo. Ulteriori precisazioni relative ai requisiti curriculari e alle modalità per la verifica della personale preparazione sono esplicitate nel Regolamento didattico del Corso di Studio.

2.5 METODOLOGIE DIDATTICHE E PERCORSI FLESSIBILI

Attualmente non sono previste iniziative di supporto per gli studenti con esigenze specifiche (fuori sede, straniero, lavoratore, diversamente abile o con figli piccoli) in quanto ogni studente può scegliere una "velocità di percorrenza" degli studi in base al numero di CFU che inserisce nel Piano degli Studi. Il numero dei CFU inseriti nel Piano degli Studi è anche un elemento che incide sull'importo delle tasse e contributi. La presentazione di un Piano degli studi con un numero di CFU inferiore a 60 (ma non inferiore a 30) è consigliato agli studenti che non possono impegnarsi negli studi a tempo pieno. Maggiori informazioni sono riportate sul sito web di Ateneo (<https://www.polimi.it/formazione>)

Per gli studenti con disabilità è attivo un Servizio di Ateneo che può fornire orientamento, informazioni e sostegno per:

- l'avvio delle pratiche di segreteria
- l'accessibilità della vita nell'Ateneo
- i servizi di accompagnamento
- le attrezzature e la teledidattica

Il servizio è composto da professionisti capaci di intervenire in ogni momento del percorso formativo e offre a studenti in situazioni di disabilità supporto personalizzato e servizi tecnici e didattici.

2.6 Internazionalizzazione della didattica

Il Politecnico di Milano offre ai propri studenti l'opportunità di fare un'esperienza di mobilità internazionale nell'ambito del programma comunitario Erasmus+, all'interno del piano di azione della Commissione Europea per la cooperazione transnazionale nel settore dell'istruzione, nonché grazie ad accordi stipulati con numerose istituzioni partner in ambito extra-europeo.

Il Corso di Studio di HPC Engineering è coinvolto anche in alcune iniziative speciali di doppia laurea con università partner, offerte nell'ambito di progetti specifici finanziati dalla Commissione Europea. Tra questi, si citano:

- **EIT Digital Master School:** programma europeo di doppia laurea, che offre una track specifica su *Cloud Computing, Networking Infrastructures & HPC*. Il percorso unisce formazione tecnica a competenze in ambito innovazione e business, con un forte coinvolgimento del mondo industriale. Il programma è cofinanziato dalla Commissione Europea attraverso il progetto ACHIEVE.
- **EUMaster4HPC:** programma di doppia laurea cofinanziato da EuroHPC Joint Undertaking, che offre agli studenti la possibilità di entrare in un ecosistema educativo europeo dedicato all'High Performance Computing, a cui partecipano università, laboratori di ricerca, centri di supercalcolo e industria.

3 GESTIONE DELLE RISORSE DEL CDS

3.1 DOTAZIONE E QUALIFICAZIONE DEL PERSONALE DOCENTE

Docenti di Riferimento

La definizione dei Docenti di riferimento è un processo gestito direttamente a livello di Scuola, su cui il CdS ha limitate possibilità di intervento. La scelta dei docenti, compiuta dal Preside della Scuola sentito il Coordinatore del CdS, avviene in fase anticipata rispetto alla completa copertura di tutti gli insegnamenti; vengono pertanto selezionati i soli docenti interni che svolgono attività didattica nel CdS quale "compito istituzionale" e non per "affidamento".

Il Coordinatore del CdS è sempre un docente di Riferimento.

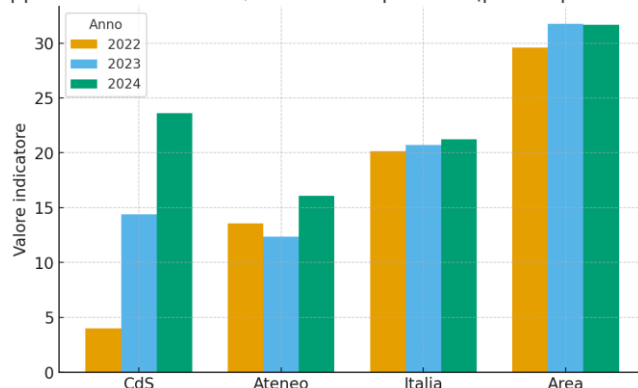
L'indicatore individuato dall'ANVUR, definito come "Percentuale dei docenti di ruolo che appartengono a settori scientifico-disciplinari (SSD) di base e caratterizzanti per Corso di Studio (L; LMCU; LM), di cui sono docenti di riferimento" rispetta i requisiti di docenza (50% da DM 1154/2021 e 66% DM 06/2019).

Rapporto studenti iscritti/docenti complessivo



Per quanto riguarda l'indicatore ANVUR relativo al rapporto studenti iscritti/docenti complessivo pesato per le ore di docenza (iC27), i dati del CdS mostrano una crescita molto marcata nel triennio. Il valore passa infatti da 4,00 nel 2022 a 14,39 nel 2023, fino a raggiungere 23,62 nel 2024. L'aumento è direttamente collegato alla crescita significativa delle immatricolazioni registrata negli anni.

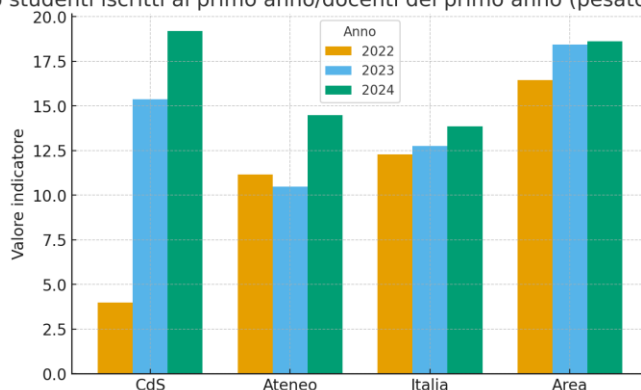
iC27 - Rapporto studenti iscritti/docenti complessivo (pesato per le ore di docenza)



Nonostante l'incremento, il CdS continua a mantenersi su valori inferiori alle medie di Ateneo (12-16), di Area (circa 30-32) e nazionale (20-21). Questo posizionamento riflette la giovane età del corso e la sua dimensione ancora contenuta, che consente di garantire un rapporto studenti/docenti più favorevole rispetto ai benchmark esterni.

Un andamento analogo si osserva per l'indicatore iC28, che circoscrive il rapporto ai soli insegnamenti del primo anno. Il valore cresce da 4,00 nel 2022 a 15,38 nel 2023, per poi stabilizzarsi su 19,20 nel 2024. Anche in questo caso la variazione è imputabile all'incremento delle immatricolazioni, che ha aumentato sensibilmente il carico didattico sugli insegnamenti iniziali.

iC28 - Rapporto studenti iscritti al primo anno/docenti del primo anno (pesato per le ore di docenza)



3.2 DOTAZIONE DI PERSONALE, STRUTTURE E SERVIZI DI SUPPORTO ALLA DIDATTICA

Autovalutazione

Il modello organizzativo non prevede l'assegnazione di personale tecnico-amministrativo ad un Corso di Studio.

Il supporto viene garantito dal personale TA dedicato:

- alle Scuole,
- ai Poli territoriali,
- alle Aree dell'Amministrazione Centrale.

Tutto il personale TA di supporto è inserito nel Piano delle Performance di Ateneo.

Attori	Attività
Manager Didattico (MD)	<p>Assicura il presidio e il coordinamento dei rapporti con i Presidi ed i CCS nei processi mirati ad assicurare la programmazione e la qualità della didattica e l'accreditamento dei Corsi di studio.</p> <p>In particolare:</p> <ul style="list-style-type: none"> - fornisce supporto ai Presidi e ai CCS nei processi di autovalutazione, valutazione, riesame e accreditamento dei Corsi di Studio. - supporta nella modifica e stesura di ordinamenti e regolamenti didattici e nella definizione dell'offerta formativa, nei criteri di utilizzo dei CFU e della Didattica Integrativa, nel monitoraggio e nella verifica delle carriere degli studenti, nell'elaborazione di dati di sintesi utili ai coordinatori di CCS e alla Giunta di Scuola per la presa di decisioni relative alla proposta didattica. - analizza criticamente l'impatto della struttura dell'offerta formativa sulla carriera degli studenti e individua possibili criticità e propone soluzioni.



	<ul style="list-style-type: none"> – collabora con il presidio AVA per tutti gli aspetti legati ai processi di assicurazione della qualità e lavora in stretta sinergia col Responsabile di Staff della Scuola.
<u>Responsabile di Scuola e relativo Staff</u>	<ul style="list-style-type: none"> – Gestisce gli organi e le Commissioni delle Scuole. – Interagisce con i Manager didattici e i Dipartimenti per la copertura degli insegnamenti relativi alle attività didattiche di I e II livello. – Presidia le procedure di affidamento di incarichi nell'ambito della didattica. – Supporta i docenti referenti nei processi di ammissione ai corsi di studio di Laurea Magistrale. – Collabora con la Segreteria Studenti centrale per la gestione delle carriere didattiche degli studenti. – Presidia le comunicazioni verso l'esterno nell'ambito della didattica. – Gestisce le procedure amministrative relative alle attività di tutorato. – Supporta i Presidi e la Direzione nella gestione dei fondi assegnati alle Scuole. – Gestisce il sito web delle Scuole. – Supporta e gestisce le attività didattiche di I e II livello in sinergia con i Poli territoriali (appelli di esami, di laurea, orari delle lezioni).
<u>Referente Didattica Polo Territoriale</u>	<p>I Poli territoriali sono da intendersi come strutture organizzative delocalizzate che erogano i servizi di didattica secondo le linee guida definite a livello di Ateneo e di Scuola. In particolare, il Polo Territoriale dedica una unità organizzativa funzionale alla gestione della Didattica e contribuisce alla gestione dei servizi di supporto alla Didattica, attraverso il presidio operativo dei seguenti processi:</p> <ul style="list-style-type: none"> – supporta la gestione dei servizi agli studenti (entrate, permanenze, uscite). – definisce orario delle lezioni. – gestisce esami, lauree (gestione commissioni, appelli d'esame, supporto a laureandi e studenti), attività di orientamento locale. – supporta operativamente i Docenti per la valutazione delle richieste di ammissione per i corsi erogati nel Polo. – supporta la gestione della Mobilità Internazionale. – presidia la gestione dei Tirocini cogliendo le opportunità del territorio (supporto informativo a studenti e ad aziende per la stipula di convenzioni, pratiche di attivazione dei tirocini).

Area	Attività
Area Didattica	<ul style="list-style-type: none"> – supporta il Rettore, i Presidi e i Consigli di Corsi di studio nella progettazione, organizzazione ed erogazione di una didattica di qualità. Con il Presidio AVA, presidia il processo di accreditamento e valutazione delle attività di didattica, di ricerca e terza missione, nonché dei corsi di dottorato di ricerca, in accordo con le linee guida nazionali dell'ANVUR e del MIUR. – gestisce, in coerenza con le strategie dell'Ateneo, i processi di ammissione ai corsi di Laurea, Laurea Magistrale, Dottorato di Ricerca. Accompagna lo studente nel suo percorso formativo curriculare ed extra curriculare, supportandolo nel disegno del proprio piano di studi, sviluppando opportunità formative internazionali e offrendo opportunità di tutorato didattico. – gestisce percorsi formativi speciali (Alta Scuola Politecnica, <i>Advanced School Architecture</i>, <i>Honours Programme</i>, titoli doppi e congiunti). – presidia la progettazione e l'erogazione integrata dei servizi agli studenti e ai dottorandi, garantendo un coordinamento con le strutture decentrate. – supporta Scuole e strutture decentrate nella stipula di Accordi nell'ambito della didattica e del Dottorato di Ricerca. – supporta gli organi collegiali delle Scuole e la Consulta della Didattica. – presidia il finanziamento e l'erogazione delle borse per la mobilità internazionale e per il dottorato. – supporta le politiche di internazionalizzazione di ateneo mediante azioni di promozione internazionale diretta e la gestione dei rapporti internazionali, degli accordi di scambio studenti/docenti e dei progetti europei di didattica. – gestisce la mobilità degli studenti, del Personale Docente e del Personale Tecnico Amministrativo. – supporta la parte politica nella gestione delle relazioni internazionali. – gestisce l'orientamento in ingresso compresa l'organizzazione delle giornate di Open Day.
Area Gestione Infrastrutture e Servizi	<ul style="list-style-type: none"> – gestisce gli spazi dell'Ateneo, i servizi, le aule didattiche, informatizzate e gli altri spazi comuni. – assicura la manutenzione degli spazi dell'Ateneo, dei servizi, delle aule didattiche, informatizzate e gli altri spazi comuni. – collabora con il Coordinatore del corso di studi nell'individuazione delle infrastrutture e degli eventuali problemi relativi alle infrastrutture utilizzate dagli studenti e dai docenti del CdS.
Area Campus life	<ul style="list-style-type: none"> – presidia i processi relativi alla gestione, innovazione e sviluppo dei servizi bibliotecari ed informativo-documentali per gli utenti finali e per le strutture che richiedono servizi. – assicura lo sviluppo, la promozione e la gestione dei servizi offerti riguardo all'ospitalità di studenti, ricercatori e professori curando il coordinamento e l'attuazione degli interventi e la relativa gestione amministrativa.
Area Servizi ICT	<ul style="list-style-type: none"> – assicura lo sviluppo e la gestione di un sistema integrato di applicazioni e servizi a supporto della carriera degli studenti e ai processi della gestione della didattica.
METID TASK FORCE – LEARNING INNOVATION	<ul style="list-style-type: none"> – ideazione, progettazione e sperimentazione di strumenti e metodi per la didattica innovativa, la classe estesa e il <i>digital learning</i> a supporto delle strategie dell'Ateneo. – gestione e supporto al <i>faculty development</i> in ambito <i>digital learning</i> / innovazione didattica – sviluppo di progetti d'Ateneo e di progetti nazionali ed internazionali di <i>digital learning</i>/innovazione didattica; – progettazione, ideazione e realizzazione, di video didattici (singoli o in forma di corsi brevi), dei MOOC Polimi e in generale di percorsi online sia da un punto di vista metodologico che tecnologico; – implementazione, personalizzazione, <i>testing help</i> tecnico e monitoraggio d'uso di ambienti di <i>digital learning</i>; – animazione di comunità di pratica di innovazione didattica; – promozione e supporto di tutta l'attività di didattica innovativa dell'Ateneo nelle varie forme; – supporto alla progettazione di aule per l'erogazione di didattica innovativa e di laboratori ad essa dedicati.

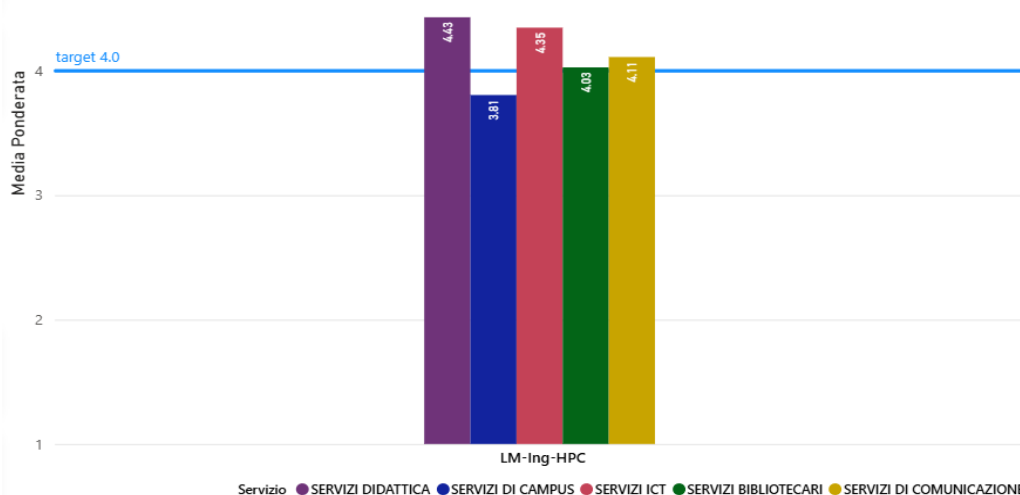


Servizi

Di seguito vengono elencati i principali servizi offerti dal Politecnico di Milano e gestiti centralmente dall'Ateneo, a tutti gli studenti di tutti i corsi di Studio Offerti:

- Orientamento, tutorato: L'organizzazione di Ateneo, vede i Corsi di Studio incardinati nella Scuola. Tutta l'attività di supporto alla didattica è organizzata e gestita dalla Scuola, sentiti i Coordinatori del CdS.
- Alle Scuole si affiancano i Poli Territoriali, che promuovono e sostengono le attività svolte dall'Ateneo presso sedi esterne.
- Accompagnamento al mondo del lavoro: Oltre agli innumerevoli momenti di confronto con le aziende, il Servizio Career Service organizza diverse iniziative a disposizione degli studenti tra cui: l'Assessment Center (uno spazio dove gli studenti possono incontrare un Career Advisor per la scrittura del CV); Career Service Award (una certificazione sotto forma di badge formativo da applicare sul CV);
- Internazionalizzazione: Trascorrere gli anni universitari in un ambiente multiculturale e aperto al confronto è un'opportunità che l'Ateneo vuole garantire a quanti scelgono di studiare al Polimi. Sono molte le opportunità di scambio offerte agli studenti e gestite dal Servizio Scambi Internazionali.
- Iniziative a supporto degli studenti tra cui per esempio i corsi 'Passion in action', i corsi di Lingua, Multi Chance Poli Team (per gli studenti in situazione di disabilità e DSA (Disturbi Specifici dell'Apprendimento), PoliPsi (per il supporto psicologico di studenti e dottorandi/e), lo Sport, le residenze e le attività culturali e associazioni studentesche.

È stato indagato il livello di soddisfazione rispetto a cinque servizi: Didattica, di Campus, ICT, Bibliotecari, e di Comunicazione.



Fonte: Power BI – Customer Servizi
CM10 Customer Servizi, LM HPC Engineering, AA. 2024

Per il 2024, la media ponderata è pari a 4,14/6 (soglia target: 4/6), in linea con la macroarea di riferimento e indicativa di un livello complessivo di soddisfazione che presenta comunque margini di miglioramento.

I Servizi alla Didattica registrano il punteggio più alto (4,43/6), in crescita rispetto all'anno precedente e superiore alla media della macroarea. I Servizi di Campus, al contrario, risultano l'area con la soddisfazione più bassa, con un punteggio inferiore alla soglia target e in calo rispetto al 2023.

Poiché i dati disponibili riguardano solo due anni (2023 e 2024, con la versione "breve" del questionario), si rinvia al prossimo anno un'analisi più completa e approfondita sull'andamento della soddisfazione rispetto a questi servizi.

Infrastrutture

Le aule didattiche disponibili sono circa 300 per un numero complessivo di posti pari a circa 37.000. Gli uffici dell'Amministrazione di Ateneo procedono a verificare e tenere sotto controllo i principali aspetti legati a infrastrutture, garantendo il rispetto delle norme di sicurezza, igieniche e relative alla salute delle persone.

Tutte le aule didattiche sono cablate e dotate di almeno 1 videoproiettore (2 nelle aule più grandi), lavagna a muro e lavagna luminosa. La sistemazione dello schermo di videoproiezione e della lavagna a muro è tale da consentire l'uso contemporaneo di entrambi gli strumenti. In tutte le aule sono inoltre disponibili radiomicrofoni per i docenti e sono dotate di prese elettriche direttamente ai banchi o su colonna per le aule a banchi spostabili.

Nello specifico, il Polo territoriale di Lecco mette a disposizione 24 aule didattiche e 2 aule informatizzate per un totale di circa 1700 postazioni di disegno e 900 postazioni per didattica frontale.



Il Servizio Logistica (AGIS), sulla base dell'orario delle lezioni e degli appelli proposto dal Corso di Studio, del numero di iscritti, e tenendo conto delle eventuali criticità segnalate dai docenti nonché delle necessità complessive di Ateneo, ottimizza l'allocatione delle aule rispetto allo studente, cercando cioè di agevolare gli spostamenti fra una lezione e l'altra, quando necessario. Informazioni specifiche sulle aule in cui si svolge il singolo insegnamento saranno visibili a manifesto, nella sezione dedicata all'orario delle lezioni.

Il Politecnico di Milano è dotato di un limitato numero di aule informatizzate in quanto tutte le aule sono cablate e sono dotate di prese elettriche direttamente ai banchi o su colonna per le aule a banchi spostabili. La partecipazione a molti corsi del Politecnico prevede l'utilizzo del PC personale da parte degli studenti. Tramite il proprio PC gli studenti si collegano alla piattaforma "Virtual Desktop" che mette a disposizione i software specifici necessari all'attività didattica. Sono disponibili pacchetti software gratuiti anche per l'installazione su PC personali con licenze di tipo "educational".

Il Politecnico di Milano offre, inoltre, una capillare infrastruttura di connessione alla rete e una vasta offerta di software, per favorire lo studio individuale degli studenti all'interno dei campus. Il PC personale è pertanto uno strumento fondamentale e spesso necessario per partecipare all'attività didattica. Per questo motivo l'Ateneo ha attivato specifiche convenzioni che consentono agli studenti di acquistare PC, monitor, tavolette grafiche e altri accessori elettronici a prezzi agevolati.

Il Politecnico di Milano dispone di circa 300 laboratori per attività sperimentali e progettuali, utilizzabili sia a fini didattici (esercitazioni) che a scopo ricerca. Quest'ultimi sono spesso utilizzati dagli studenti durante la preparazione della tesi di Laurea Magistrale. L'accesso degli studenti ai laboratori avviene in presenza di personale docente e/o del personale tecnico.

Lo stato di manutenzione, il controllo dei materiali di laboratorio e delle attrezzature viene regolarmente effettuato dai docenti che li utilizzano e dai tecnici che provvedono anche al ripristino dei materiali di consumo.

Queste attività contribuiscono ad un regolare svolgimento delle attività di laboratorio. Tutti i laboratori didattici e di ricerca seguono un protocollo per la raccolta e lo smaltimento dei rifiuti tossici e/o pericolosi secondo le procedure messe a punto dal Servizio Prevenzione e Protezione di Ateneo nel rispetto della normativa vigente.

In base al numero degli iscritti e delle esigenze legate alla programmazione didattica del CdS, tutti i laboratori sono adeguatamente attrezzati in base alle particolari necessità dei singoli insegnamenti, pur se condivisi con altri Corsi di Studio, e risultano idonei a garantire un regolare e proficuo svolgimento delle attività. Il monitoraggio dei laboratori (ad esempio: laboratori di chimica, laboratori linguistici, laboratori informatici, ecc.) e relative attrezzature (ad esempio: banchi chimici, stazioni di lavoro per l'apprendimento delle lingue, strumentazione informatica, ecc.) disponibili per le attività, è a carico dei Dipartimenti.

4. RIESAME E MIGLIORAMENTO DEL CDS

4.1 CONTRIBUTO DEI DOCENTI E DEGLI STUDENTI

La programmazione dell'offerta didattica prevede numerosi momenti di monitoraggio e verifica ad opera di diversi attori, come disciplinato dallo Statuto e dal Regolamento didattico di Ateneo, di seguito riassunti:

- Il Corso di studio analizza la coerenza dell'offerta formativa con il Regolamento didattico approvato e l'efficacia degli insegnamenti svolti e intraprende le azioni correttive necessarie;
- La Commissione paritetica di Scuola monitora l'offerta formativa, la qualità della didattica e dei servizi agli studenti;
- La Consulta per la Didattica ha funzioni consultive e istruttorie del Senato accademico per tutte le questioni di natura didattica di interesse generale per l'Ateneo e comuni a più Scuole, è composta dal Rettore o suo Delegato, dai Presidi e dai Rappresentanti degli studenti in Senato Accademico e in Consiglio di Amministrazione.

I risultati complessivi e il livello qualitativo dell'attività didattica dell'Ateneo sono oggetto di periodica analisi da parte delle Commissioni Paritetiche Docenti-Studenti delle Scuole, con il supporto del Presidio AVA, e del Nucleo di valutazione di Ateneo e infine del Rettore.

Attraverso un questionario online, gli studenti esprimono per ogni insegnamento la propria opinione sull'organizzazione della didattica, sulla qualità di spazi e attrezzature, sul carico didattico, sull'interesse suscitato dalle lezioni, sulla disponibilità dei docenti. I risultati sono comunicati al singolo docente e, a livello di Scuola, al Preside e alla Commissione Paritetica docenti-studenti. Vengono poi pubblicati a Manifesto, per ogni insegnamento e per ogni docente.

Viene effettuata anche un'indagine online sull'opinione degli studenti laureandi al termine del percorso di studi. Si tratta di un questionario a cui il laureando accede al termine della procedura on line d'iscrizione all'appello di Laurea/Laurea Magistrale, e riguarda la valutazione del Corso di studio, le infrastrutture (aule, biblioteche, ecc) e l'organizzazione della didattica (orari, appelli, stage, ecc).

Inoltre il questionario sugli sbocchi occupazionali, somministrato ad 1 anno o ad 1,5 anni dal conseguimento del titolo, ai laureati triennali (non proseguenti) e ai laureati magistrali italiani e stranieri, contiene due domande riguardanti il tipo di formazione necessaria per accedere al mondo del lavoro e l'utilità della formazione professionale acquisita all'università rispetto all'attuale occupazione.

Il Nucleo di Valutazione di Ateneo svolge periodiche analisi sui risultati complessivi e sul livello qualitativo dell'attività didattica dei Corsi di Studio, monitorando le attività formative e l'inserimento del laureato nel mondo del lavoro.



4.2 PROGETTO “ESPERIENZA STUDENTE”

Nell’ambito del progetto denominato “Esperienza Studente”, promosso dalla Scuola, il Corso di Studio ha istituito un gruppo di lavoro dedicato, cui partecipano docenti e studenti. Come primo obiettivo concreto, condiviso con gli altri Corsi di Studio della Scuola, il gruppo di lavoro ha preparato un documento di descrizione dell’esperienza offerta ai propri studenti, con lo scopo primario di costituire un efficace strumento di comunicazione per fornire agli studenti (sia iscritti che futuri) una guida più chiara e diretta su aspetti del percorso formativo che solitamente non trovano posto nei Regolamenti Didattici.

Il documento, redatto secondo un template di Scuola condiviso, è al momento in fase di traduzione anche in lingua inglese e verrà reso disponibile agli studenti della Laurea Magistrale mediante canali istituzionali, incluso il sito web del Corso di Studio.

Il gruppo di lavoro “Esperienza Studente” del Corso di Studio è anche attivamente coinvolto nelle attività di analisi e proposta delle azioni di miglioramento nel processo AVA del Corso di Studio, mediante collaborazioni ed interlocuzioni dirette con il Gruppo di Riesame.

Con particolare riferimento alle modalità e organizzazione della didattica curricolare, il gruppo di lavoro contribuisce al programma “Reinforcement of Engineering Learning Effectiveness” (RELIEF), istituito dalla Scuola e finalizzato al potenziamento dell’efficacia dell’apprendimento nell’ambito dell’ingegneria, attraverso l’adozione di approcci didattici centrati sullo studente e l’ottimizzazione dell’organizzazione della didattica. Scopo di RELIEF è mettere gli studenti nelle condizioni più favorevoli per raggiungere più efficacemente e pienamente gli obiettivi formativi, trasformando l’esperienza formativa in un percorso più responsabile e soddisfacente, favorendo così un apprendimento più significativo e duraturo. L’iniziativa è coordinata dalla Commissione Paritetica docenti-studenti della Scuola di Ingegneria Industriale e dell’Informazione.

4.3 COINVOLGIMENTO DEGLI INTERLOCUTORI ESTERNI

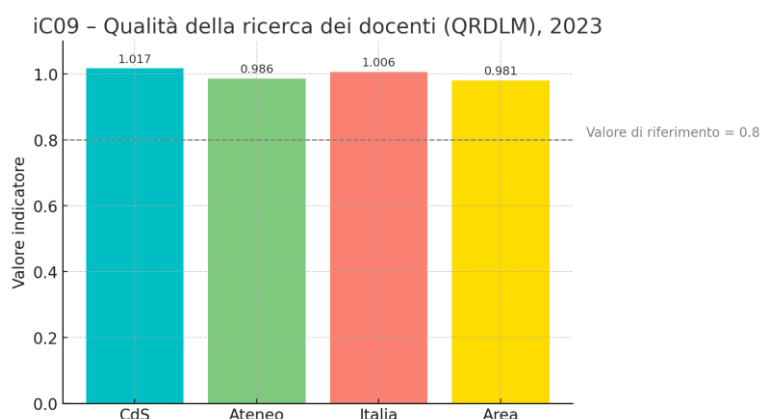
Per quanto riguarda il coinvolgimento degli interlocutori esterni, le interazioni in itinere con le parti consultate in fase di programmazione del CdS o con nuovi interlocutori, le modalità di interazione, le esigenze di aggiornamento periodico dei profili formativi sono riportati nel primo quadro del presente Riesame.

4.4 INTERVENTI DI REVISIONE DEI PERCORSI FORMATIVI

Il CdS ha cura che l’offerta formativa sia costantemente aggiornata e che rifletta le conoscenze disciplinari più avanzate, tramite il confronto con gli interlocutori esterni e tramite il confronto dei singoli docenti con il mondo delle imprese e delle professioni. In particolare la funzionalità ai cicli formativi successivi è molto curata, vista la propensione dei laureati di primo livello a proseguire gli studi con la Laurea Magistrale e in seguito, se del caso, con il Dottorato. Tutti gli indicatori di percorso (carriere degli studenti, opinioni dei laureandi) vengono attentamente monitorati e il risultato di tale valutazione costituisce elemento fondamentale per l’eventuale aggiornamento o revisione dell’offerta formativa.

4.5 QUALITÀ DELLA RICERCA DEL CORPO DOCENTE

Fra tutti gli indicatori proposti da ANVUR, ne sono stati individuati alcuni ritenuti più significativi in coerenza con la visione dell’Ateneo (Piano Strategico). Di particolare interesse, l’indicatore iC9 “Valori dell’indicatore di Qualità della ricerca dei docenti per le lauree magistrali” (valore di riferimento: 0,8). Nel 2023 il CdS in HPC Engineering registra un valore di 1,017, quindi superiore alla soglia di riferimento e anche alle medie di Ateneo (0,986) e di Area (0,981). Il dato risulta leggermente più alto della media nazionale (1,006).





Questo collocamento evidenzia che il CdS può contare su un corpo docente con livelli di qualità della ricerca pari o superiori ai benchmark di riferimento, rafforzando la solidità scientifica del corso e la coerenza con l'offerta di una laurea magistrale di alto profilo. Questo rappresenta sicuramente un punto di forza del CdS, che si posiziona in modo competitivo sia rispetto al contesto nazionale, sia rispetto all'Ateneo e all'Area disciplinare di riferimento.

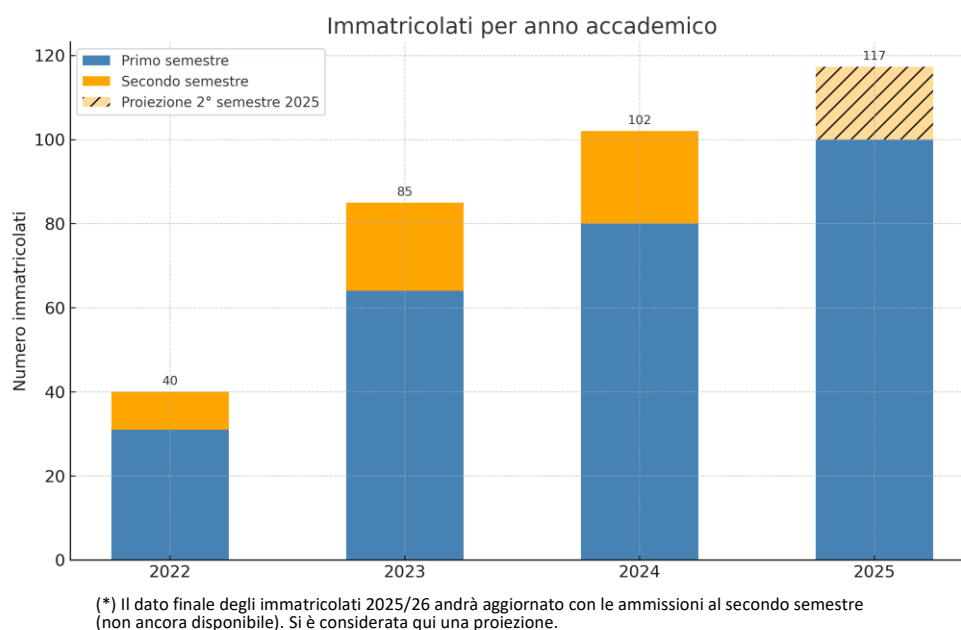
5. COMMENTO AI DATI

5.1 COMMENTO AI DATI DI ATENEEO

Iscrizioni

A partire dalla prima attivazione nel 2022, il **numero di nuovi iscritti** al corso di laurea è sempre stato in crescita. Gli immatricolati al primo semestre 2025/26 (100) sono pari agli immatricolati al solo primo semestre 2024/25, confermando il trend di crescita degli iscritti. I dati degli iscritti 2025/26 non includono ancora gli ingressi al secondo semestre, oggetto di proiezione.

Guardando all'andamento generale, dopo una fase esplosiva dal 2022/23 al 2023/24 (+112%), la crescita dal 2023/24 si è mantenuta nell'ordine del +15-20% annuo.

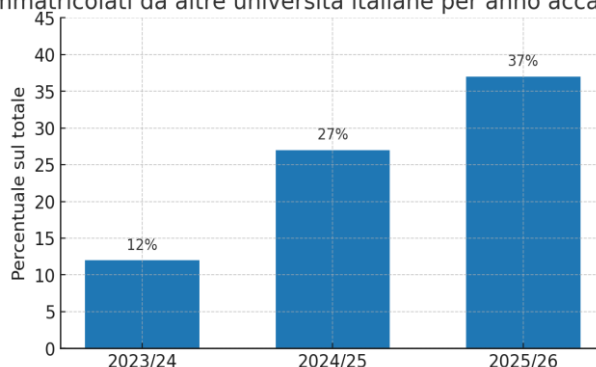


L'incremento negli anni è evidente nei tre sottogruppi (studenti da corsi di primo livello del Politecnico di Milano; studenti con titolo italiano da altre università nazionali; studenti internazionali).

Nel 2025/26 la maggioranza degli immatricolati proviene, come negli anni precedenti, **dal Politecnico di Milano** (52%), che continua a rappresentare la principale fonte di studenti per la laurea magistrale. Al tempo stesso, è particolarmente significativo il consolidarsi della quota di studenti provenienti **da altre università italiane**, passata dal 12% nel 2023/24 al 27% nel 2024/25 e cresciuta fino al 37% nel 2025/26.



Immatricolati da altre università italiane per anno accademico



Questo dato evidenzia come il corso di laurea stia assumendo un ruolo di riferimento a livello nazionale, attirando da altre università un numero crescente di studenti che scelgono di proseguire qui la loro formazione magistrale. Si tratta infatti dell'unico corso in Italia e di uno dei primi in Europa dedicati specificamente all'HPC, un elemento che ne rafforza l'attrattiva e la rilevanza.

La presenza di **studenti internazionali** si mantiene su valori stabili, intorno al 10-15% del totale. All'interno di questo gruppo, con le immatricolazioni al primo semestre 2025/26 si osserva una distribuzione geografica più articolata rispetto al passato: il 55% degli immatricolati provengono da Atenei siti in Paesi UE/EEA (6 studenti) e il 45% da Paesi extra-UE/EEA (5 studenti), segno di un crescente equilibrio tra le due aree.

Degli studenti in arrivo da corsi di studio di primo livello del Politecnico di Milano, la maggioranza continua a provenire da Ingegneria Informatica e rappresenta poco più del 70% degli iscritti. Si registra una crescita della quota di studenti da Ingegneria Matematica, che passa dal 16% nel 2024/25 al 23% nel 2025/26. Gli studenti da altri corsi di laurea (Ingegneria Fisica, Ingegneria Elettronica) costituiscono una componente più contenuta che si mantiene stabile intorno al 5-7%.

La presenza femminile nel corso di laurea magistrale si mantiene su valori intorno al 17% negli ultimi due anni accademici, dopo aver raggiunto un picco del 23% nel 2023/24.

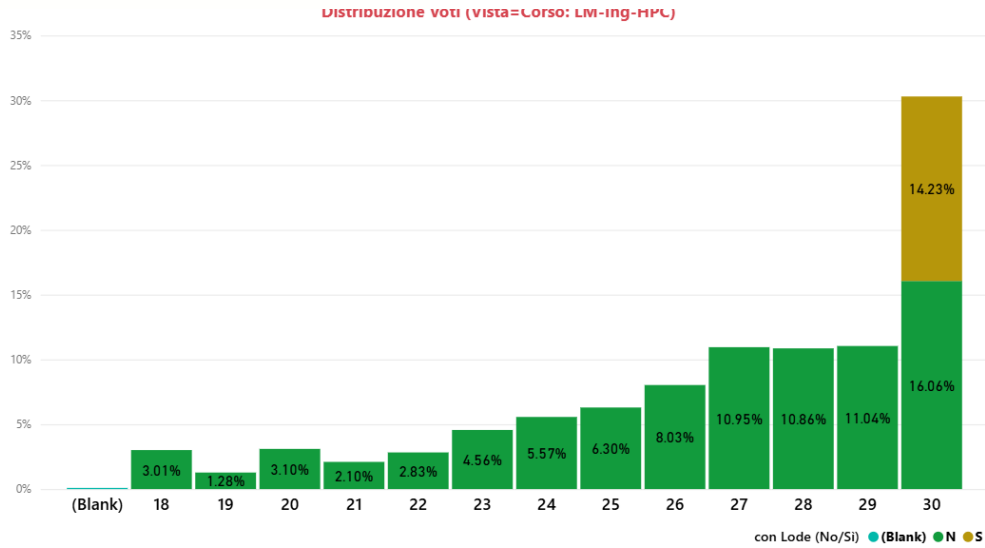
Voto di laurea precedente

Per l'anno accademico 2025/26 il voto medio di laurea precedente degli immatricolati su HPC è pari a 101/110, in aumento rispetto ai due anni precedenti. Il 23% degli studenti si è laureato al primo livello con voto 110 e il 19% con 110 e lode, percentuali ancora una volta significativamente superiori alla media della macroarea di riferimento – ingegneria (che si attesta intorno a 99/110 come voto medio, con il 12% dei laureati a 110 e il 9% a 110 e lode).

La crescita del numero di immatricolati non ha penalizzato la **qualità del profilo in ingresso**, che resta elevata e anzi mostra un miglioramento, con un voto medio di laurea in crescita e stabilmente superiore alla media della macroarea.

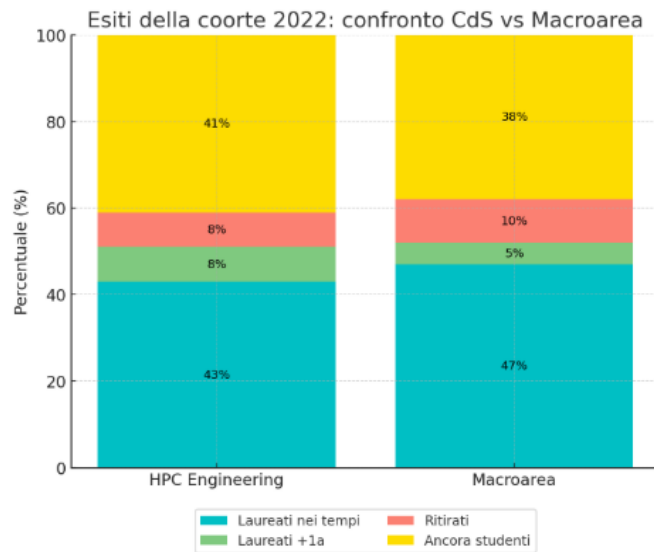
Voti nel CdS

Il voto mediano negli esami di profitto del CdS si conferma pari a 28 (con il primo quartile a 25 e il terzo quartile a 30). Il **rendimento** negli esami risulta quindi stabilmente più alto rispetto alla macroarea di riferimento, che registra un voto mediano di 26.



Laureati nei tempi e regolarità delle carriere

La prima coorte del CdS è partita nell'a.a. 2022/23 e nel 2024 si sono registrati i primi laureati. Considerando la coorte 2022, emerge che il 43% si è laureato nei tempi previsti, un dato leggermente inferiore alla media della macroarea (47%). Circa l'8% ha conseguito la laurea con un anno di ritardo (rispetto al 5% della macroarea), mentre il 41% risulta ancora studente, un valore sostanzialmente in linea con quello della macroarea (38%). Il tasso di ritiro è invece più contenuto: si attesta intorno all'8%, contro il 10% della macroarea.



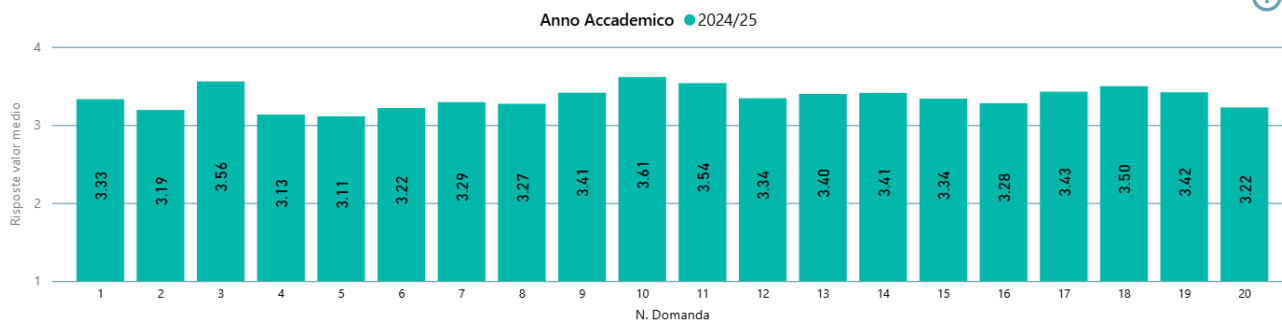
Nel complesso, i dati della prima coorte indicano una situazione in linea con i benchmark, con un numero di laureati regolari leggermente più basso, una quota di studenti ancora in corso simile e un tasso di abbandono inferiore. Va inoltre considerato che il campione della prima coorte era molto contenuto, circa 40 iscritti, il che comporta una variabilità più alta nei risultati. L'analisi delle coorti successive permetterà di capire se queste differenze siano dovute alle specificità del primo anno di avvio del corso o se rappresentino un andamento strutturale.

Soddisfazione 2024/25

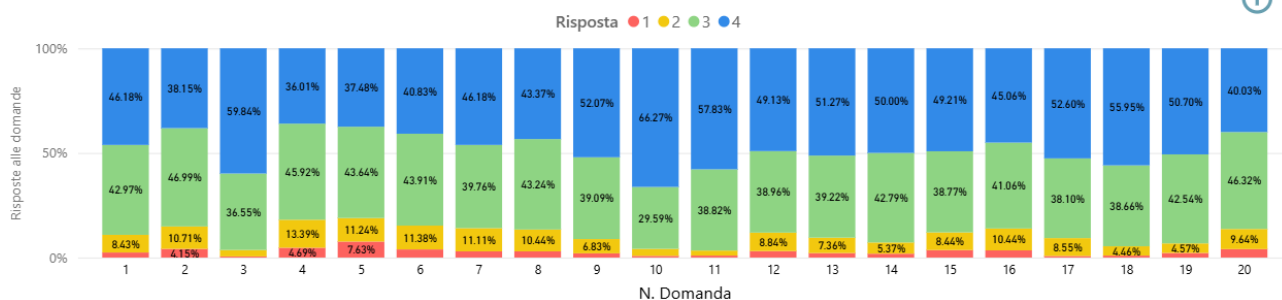
L'opinione degli studenti è stata rilevata attraverso i questionari di valutazione somministrati in ciascun insegnamento del CdS, con domande relative a contenuti, docenza, didattica integrativa e infrastrutture.



OPINIONE DEGLI STUDENTI SUGLI INSEGNAMENTI - MEDIA DELLE RISPOSTE - DETTAGLIO CDS



DISTRIBUZIONE PERCENTUALE DELLE RISPOSTE DA 1 a 4 - DETTAGLIO CDS



La valutazione complessiva della soddisfazione degli studenti del CdS in HPC si mantiene su livelli elevati e stabili, con un punteggio medio di 3.34. Tutti gli indicatori superano ampiamente la soglia target, con valori medi sempre superiori a 3 punti su 4, e la domanda di soddisfazione complessiva (D20) conferma un giudizio medio molto positivo. Restano da monitorare due aspetti ricorrenti:

- l'adeguatezza delle conoscenze in ingresso (D02), data una certa eterogeneità dei background in ingresso
- il carico di studio (D05), percepito su alcuni insegnamenti specifici come particolarmente intenso ma comunque compatibile con il livello formativo atteso.

Nel complesso, i dati mostrano un equilibrio positivo: la crescita del numero di immatricolati non ha avuto impatti negativi sulla soddisfazione, che resta molto alta e testimonia la solidità e l'attrattività del percorso.

Alcuni insegnamenti specifici restano oggetto di attenzione. In un caso particolare, nonostante i miglioramenti registrati nella soddisfazione complessiva rispetto al 2022, persiste una quota di studenti (40%) che dichiara scarso interesse verso la disciplina e che non si sente motivata verso gli argomenti affrontati, suggerendo la necessità di ulteriori riflessioni sul posizionamento del corso nel piano di studi. In un altro insegnamento, la riprogettazione e il cambio di docenza hanno portato a un netto miglioramento, con l'unica criticità legata alla disponibilità di materiali didattici, comprensibile trattandosi di un corso di nuova attivazione.

In alcuni corsi emergono percezioni di carico di studio elevato, spesso correlate a conoscenze in ingresso non sempre percepite come adeguate. Tuttavia, questi aspetti non hanno un impatto significativo né sul rendimento all'esame né sulla soddisfazione complessiva verso questi insegnamenti, che rimane molto alta.

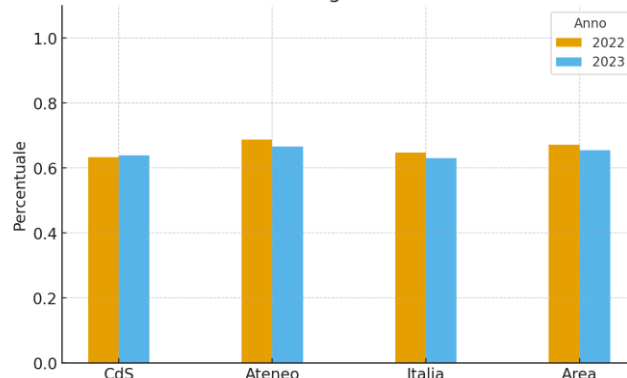
Nel complesso, il quadro è positivo: gli indicatori di soddisfazione restano solidi e alcuni insegnamenti oggetto di attenzione sono circoscritti e già inseriti in percorsi di monitoraggio e azione.

5.2 COMMENTO AI DATI ANVUR

CFU conseguiti al I anno (iC13)



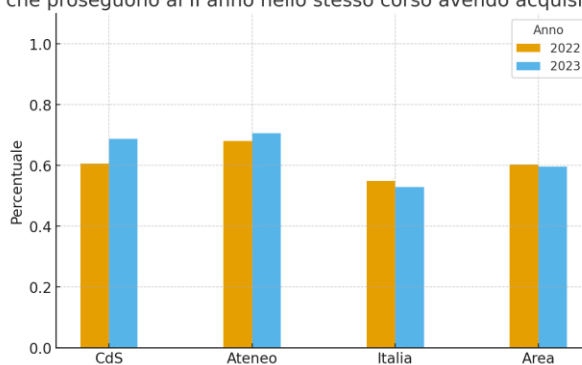
iC13 - Percentuale di CFU conseguiti al I anno su CFU da conseguire



La percentuale di CFU conseguiti al primo anno si colloca leggermente al di sotto rispetto alle medie di Ateneo, Area e Nazionale, ma le differenze non appaiono particolarmente significative, tali da evidenziare ritardi strutturali del CdS. Il dato rimane quindi in linea con i benchmark, pur richiedendo attenzione e monitoraggio nei prossimi anni.

Studenti che proseguono con almeno 2/3 dei CFU (iC16BIS)

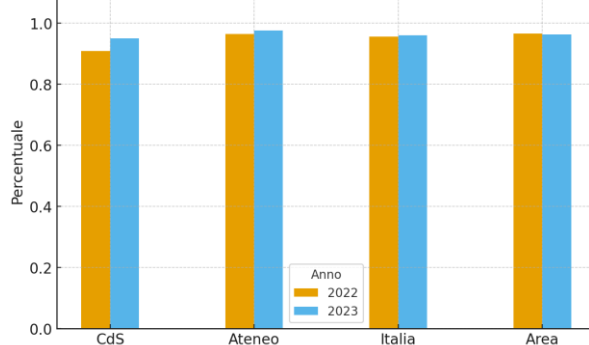
iC16BIS - Percentuale di studenti che proseguono al II anno nello stesso corso avendo acquisito almeno 2/3 dei CFU previsti al I anno



L'indicatore che misura la percentuale di studenti che proseguono al secondo anno avendo acquisito almeno 2/3 dei CFU previsti evidenzia un miglioramento dal 2022 al 2023 (da 0,606 a 0,688). Il CdS si colloca stabilmente sopra la media nazionale e di area e, nel 2023, si porta in linea con l'Ateneo.

Prosecuzione nello stesso CdS (iC14)

iC14 - Percentuale di studenti che proseguono nel II anno nello stesso corso di studio



L'indicatore che misura la percentuale di studenti che proseguono nel secondo anno sullo stesso corso di studi mostra valori molto elevati e stabili (0,91 nel 2022 e 0,95 nel 2023). Le differenze rispetto a Ateneo, Area e media nazionale sono minime (nell'ordine di 0,01-0,02 punti) e non evidenziano criticità. Nel 2023, su 80 studenti solo 4 non hanno proseguito, un numero troppo ridotto per trarre conclusioni strutturali. È importante sottolineare che fattori personali o circostanze contingenti possono incidere in modo rilevante su un campione così piccolo, amplificando l'impatto statistico senza riflettere reali problematiche del CdS.

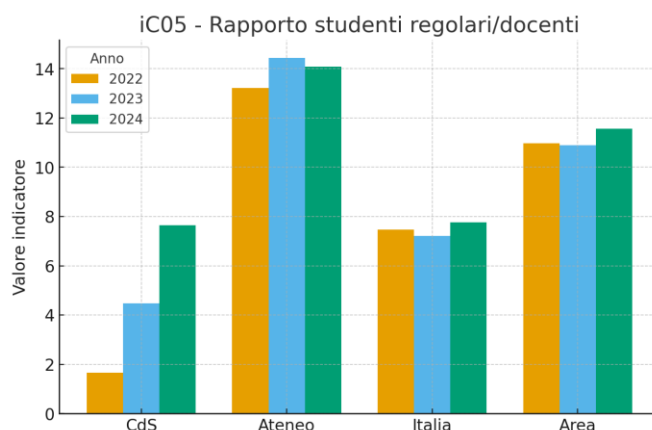


Sintesi sugli indicatori di regolarità delle carriere

Nel complesso, gli indicatori confermano una buona regolarità delle carriere, con valori generalmente in linea con i benchmark nazionali e di area, e con margini di miglioramento soprattutto nel confronto con la media di Ateneo. Il dato sulla prosecuzione con almeno 2/3 dei CFU (iC16BIS) merita particolare attenzione, anche alla luce dell'eterogeneità dei percorsi formativi in ingresso. Tutti gli indicatori saranno comunque mantenuti in monitoraggio nei prossimi anni, con eventuali approfondimenti qualitativi se dovessero emergere variazioni significative.

Rapporto studenti regolari/docenti (iC05)

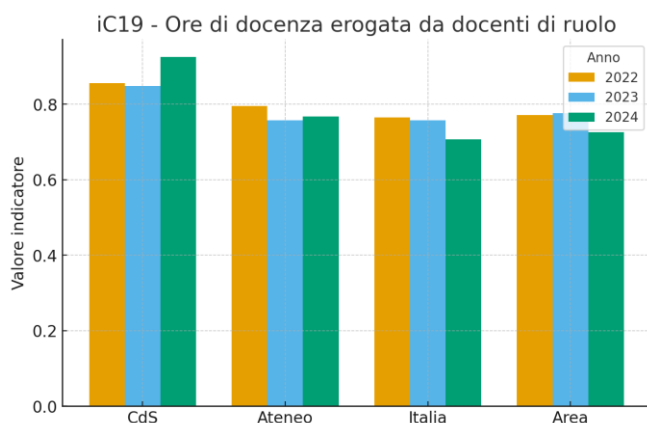
Il rapporto studenti regolari/docenti nel CdS cresce in maniera molto marcata: da 1,65 nel 2022 passa a 4,48 nel 2023, fino a raggiungere 7,64 nel 2024. Nello stesso periodo, i valori medi di Ateneo si mantengono stabili su livelli sensibilmente più alti.



Il corso di studi si caratterizzava inizialmente, nel 2022, per un rapporto molto basso, dovuto alle dimensioni ridotte della coorte di studenti rispetto al corpo docente. Negli anni successivi, con l'aumento delle immatricolazioni il valore cresce rapidamente e nel 2024 raggiunge la media nazionale, pur restando al di sotto delle medie di Ateneo e Area. Il trend complessivo evidenzia quindi la crescita dimensionale del CdS e una progressiva normalizzazione del rapporto studenti/docenti.

Ore di docenza erogata da docenti a tempo indeterminato (iC19)

Il CdS HPC presenta valori molto alti rispetto ai gruppi di riferimento (Ateneo, Italia, Area), con oltre l'85% delle ore erogate da docenti strutturati, con un ulteriore aumento nel 2024.



Il dato è significativamente superiore a tutte le medie di riferimento: il corso si distingue quindi per una didattica fortemente sostenuta da docenti di ruolo. Il 2024 segna un ulteriore miglioramento, con oltre il 92% delle ore erogate da personale strutturato.

6. PUNTI DI FORZA E PIANO DI AZIONI PER IL MIGLIORAMENTO

6.1 PUNTI DI FORZA DEL CDS



1. Soddisfazione studentesca

Tutti gli indicatori di soddisfazione si mantengono stabilmente oltre la soglia target, con un punteggio medio complessivo di 3,33/4. La crescita delle immatricolazioni non ha avuto impatti negativi sulla qualità percepita, che resta elevata anche nei corsi più impegnativi. Interventi mirati hanno portato a una riduzione significativa delle percentuali di insoddisfazione in alcuni insegnamenti specifici già oggetto di attenzione, dimostrando attenzione ai feedback e capacità di adattamento alle esigenze degli studenti.

2. Qualità del corpo docente e solidità scientifica

Il CdS si distingue per un corpo docente con livelli di qualità della ricerca superiori ai benchmark nazionali e in linea con le migliori performance di Ateneo e Area. Oltre il 90% delle ore di didattica è erogato da docenti strutturati, garantendo continuità e solidità accademica.

3. Attrattività e ruolo di riferimento

È stato il primo corso di laurea in Italia e tra i primi in Europa dedicato specificamente all’HPC, con una crescita costante delle immatricolazioni dal 2022 (anno di avvio) a oggi. Il CdS attrae un numero crescente di studenti da altre università italiane e mantiene una componente internazionale stabile e diversificata, rafforzando il suo posizionamento come riferimento nazionale e punto di attrazione a livello europeo.

4. Inserimento nelle reti europee e opportunità di internazionalizzazione

Il CdS è parte attiva di iniziative europee di punta (EUMaster4HPC, EUMaster4HPC-2, EIT Digital Master School, progetto europeo ACHIEVE), in collaborazione con università di prestigio internazionale e centri di supercalcolo di primo piano nella rete EuroHPC. Questo consolida la sua rilevanza nelle strategie europee e amplia le opportunità di mobilità e specializzazione per gli studenti.

5. Allineamento con le indicazioni delle aziende del settore e le linee di ricerca strategiche a livello globale

Il CdS si mantiene allineato con le strategie di ricerca d’ateneo, nazionali e internazionali per il settore. Il feedback da parte delle aziende del settore sull’offerta didattica è molto positivo.

6.2 AZIONI DI MIGLIORAMENTO 2025

Identificativo	01/2025 (azione già in corso e identificata negli anni precedenti come 01/2022, 01/2023)
Obiettivo	Aumentare il livello di soddisfazione degli studenti per gli insegnamenti del Corso di Studio, con particolare riferimento al bilanciamento del carico didattico sull’intero piano di studi e all’adeguatezza delle conoscenze in ingresso, monitorando in modo sistematico le risposte alle domande D02 (preparazione in ingresso) e D05 (carico di studio). L’azione evolve da un monitoraggio puntuale di singoli insegnamenti a un approccio sistemico, volto a garantire coerenza e sostenibilità del carico di studio complessivo.
Analisi delle cause	Alcuni motivi di insoddisfazione riguardano soprattutto alcuni insegnamenti specifici percepiti come particolarmente impegnativi o poco centrali rispetto agli interessi degli studenti. In alcuni casi il livello di preparazione iniziale non è stato pienamente adeguato rispetto al programma dell’insegnamento, rendendo lo studio più complesso; in altri, il carico di lavoro è stato giudicato eccessivo rispetto ai crediti assegnati. In parte, tali percezioni si collocano in un contesto di recente avvicendamento dei docenti, che non consente ancora di considerare pienamente stabilizzati programmi, modalità didattiche e carichi di lavoro. Questi fattori possono incidere sulla motivazione e, di conseguenza, sulla soddisfazione.
Azioni da intraprendere	I punti di attenzione rilevati sugli insegnamenti recentemente attenzionati sembrano riconducibili anche a cause trasversali legate alla stima del carico didattico. In alcuni casi, un carico percepito come eccessivo emerge anche in presenza di una soddisfazione complessiva elevata. Si rende necessario superare interventi isolati sui singoli insegnamenti e avviare una discussione strutturata a livello di CdS per una valutazione sistemica del fenomeno ed eventuali adeguamenti dei programmi, che tengano conto delle effettive conoscenze in ingresso. Saranno inoltre monitorati gli indicatori di soddisfazione sull’utilizzo di software specialistico negli insegnamenti laboratoriali.
Come/Chi/Risorse	Il coordinatore del Corso di Studio e i singoli docenti coinvolti
Tempi di attuazione	Entro il prossimo anno
Responsabilità	Coordinatore del Corso di Studio
Attuazione: tempi e modalità di verifica (intermedio)	Entro 6 mesi si verificherà lo stato di attuazione delle attività da intraprendere attraverso una riunione con i docenti del CdS.
Efficacia: tempi e modalità di verifica	Per l’A.A. 2026: ci si aspetta di vedere un ulteriore miglioramento nei dati di gradimento raccolti annualmente rispetto alla media per CdS e, in particolare, sugli insegnamenti oggetto di attenzione. L’azione, avviata nel 2022 e con prime misure implementate nel 2023 e 2024, non può considerarsi conclusa in un arco temporale così breve: gli effetti degli interventi didattici richiedono più anni per



	<p>essere consolidati e valutati. Per questo motivo si mantiene l'azione aperta con un orizzonte pluriennale, definendo priorità di miglioramento rispetto ai punti di attenzione specifici emersi nel corso del monitoraggio. L'azione rimane attiva per consentire una valutazione completa dell'impatto delle modifiche e per pianificare eventuali aggiustamenti negli anni successivi.</p>
--	---