



## **Bando di partecipazione per gli studenti iscritti al Politecnico di Milano nell'anno accademico 2019-20 (autumn intake)**

### **1. Premessa**

Negli anni recenti si è resa evidente la necessità di disporre di figure professionali con competenze marcatamente trasversali, non più inseribili in un unico percorso formativo classico di laurea magistrale.

A partire dalla conferenza di Ateneo del maggio 2011, si sono iniziati a progettare percorsi di laurea congiunti o di doppie lauree per potere mettere in comune competenze complementari, espandendo culturalmente gli attuali percorsi. L'obiettivo generale è sfruttare possibili sinergie e complementarità tra diversi percorsi di studio per rendere più flessibile l'offerta didattica e meglio adattarla alle dinamiche del mondo del lavoro.

Seguendo le indicazioni del Senato Accademico, per ciascuna Doppia Laurea Magistrale interna verrà predisposto un relativo PSPA nel Regolamento Didattico: tali PSPA deriveranno dai percorsi di studio ipotizzati sotto forma di tabelle nel presente documento.

### **2. Figura professionale**

L'attuale ingegnere matematico laureato magistrale al Politecnico di Milano è un professionista in grado di affrontare l'analisi di sistemi complessi nei quali confluiscono competenze provenienti da differenti discipline, armonizzando solide conoscenze scientifiche di base con la padronanza di metodologie e tecnologie avanzate. L'ingegnere matematico di secondo livello costituisce una figura professionale originale e assai flessibile, con un notevole spettro di conoscenze di base e con la mentalità propria dell'ingegnere, abbinata ad un'ampia conoscenza delle moderne metodologie matematico-numeriche per la modellazione, l'analisi e la risoluzione di problemi complessi di progettazione, controllo e gestione.

Il percorso di studi della laurea magistrale in Mathematical Engineering-Ingegneria Matematica è caratterizzato da tre PSPA, accomunati da due corsi obbligatori (per un totale di 18 CFU) e per il resto fortemente differenziati in funzione della specializzazione desiderata. Gli attuali PSPA sono: Computational Science and Engineering, Quantitative Finance, Applied Statistics. In ciascun PSPA un cospicuo numero di crediti è acquisibile in corsi a scelta dello studente per consentirgli di sviluppare specifiche conoscenze in determinate aree tematiche secondo le proprie attitudini e interessi. Infine 12 CFU sono assegnati al lavoro di tesi.

L'attuale ingegnere civile laureato magistrale al Politecnico di Milano è un esperto nella progettazione, verifica e manutenzione di costruzioni, strutture e infrastrutture. Tale figura professionale possiede piena conoscenza delle più avanzate tecniche di modellazione del comportamento meccanico di materiali e strutture e delle tecniche di progettazione di strutture e infrastrutture.

Il percorso di studi della laurea magistrale in Ingegneria Civile-Civil Engineering è caratterizzato da cinque PSPA altamente specialistici e fortemente differenziati fra loro, denominati Geotechnics, Earthquake Engineering, Idraulica, Infrastrutture di trasporto, Structures. Come nel piano di studi di Ing. Matematica, anche i PSPA in Ing. Civile comprendono un cospicuo numero di crediti acquisibile in corsi a scelta dello studente. Dei 120 CFU previsti nel RD della LM in ingegneria civile, 14 sono complessivamente riservati alle attività per la tesi.

---

L'ingegnere che consegue il doppio diploma in Ingegneria Matematica e Civile (Mathematical and Civil Engineering) vuole acquisire nel corso dei tre anni di studio un curriculum che gli consenta di avere un forte retroterra nelle discipline ingegneristiche applicative e progettuali, abbinato a solide conoscenze di matematica applicata. Questo, da un lato, soddisfa l'esigenza degli ingegneri matematici di completare la



loro preparazione con competenze progettuali di tipo avanzato; dall'altro, consente agli ingegneri civili di acquisire le più moderne competenze in campo computazionale per sviluppare avanzati strumenti di calcolo, finalizzati in particolare all'analisi strutturale, alla meccanica dei fluidi e all'interazione fluido-struttura.

Si ritiene che la figura professionale che ne consegue possa essere accolta con grande favore dal mondo della progettazione ingegneristica avanzata, che richiede ingegneri in grado di produrre ed utilizzare, con cognizione di causa e spirito critico, strumenti di calcolo sempre più efficienti ed avanzati, grazie alla conoscenza approfondita della matematica applicata, da una parte, e della meccanica dei fluidi, dei solidi e delle strutture, dall'altra.

### **3. Linee generali sul percorso congiunto**

Il percorso proposto per ottenere una Doppia Laurea Magistrale interna in Ingegneria Matematica e Civile prevede un totale di 180 CFU, da superare nel corso di tre anni di studio. Lo studente si iscrive alla "prima" LM (Ing. Matematica nel percorso MTM-CIV o Ing. Civile in quello CIV-MTM) e segue nei primi due anni un piano di studi compatibile con essa, cioè soddisfacente ai vincoli di Statuto dettati dalle rispettive classi di laurea (LM-44 per Ingegneria Matematica; LM-23 per Ingegneria Civile). Al termine del secondo anno lo studente può decidere se terminare gli studi conseguendo solo il "primo" titolo oppure chiedere di proseguire nel terzo anno. In tal caso egli presenterà un piano di studi per il terzo anno che consiste in ulteriori 60 CFU di insegnamenti.

Analizzando gli attuali regolamenti didattici dei percorsi delle singole lauree, si evidenzia la necessità che uno studente di ognuno dei due percorsi svolga una tesi in un ambito interdisciplinare comune ai due corsi di studio, da sviluppare al termine del secondo anno e durante la frequenza del terzo anno. La "seconda" laurea verrà conseguita una volta superati i 60 CFU aggiuntivi e dopo avere conseguito il titolo di studio della prima laurea.

Si sottolinea il fatto che non si propone la creazione di un nuovo percorso formativo, bensì l'utilizzo di percorsi didattici già esistenti per potere fornire ad un laureando ingegnere civile le conoscenze ritenute fondamentali per una laurea magistrale in ingegneria matematica (CIV - MTM) e ad un laureando ingegnere matematico quelle fondamentali per un ingegnere civile (MTM - CIV). Questi percorsi attingono dagli insegnamenti già esistenti, per recuperare le conoscenze ritenute indispensabili al conseguimento del doppio titolo.

### **4. Struttura del percorso di studi**

Come accennato, si ipotizza di proporre un percorso *ad hoc* per laureandi in ingegneria matematica che vogliano estendere il loro titolo di studio anche all'ingegneria civile e, viceversa, un percorso per laureandi civili che vogliano approfondire la loro specializzazione anche nel settore dell'ingegneria matematica.

#### **4.1 Percorso MTM – CIV**

Il percorso proposto coincide sostanzialmente, per i primi 2 anni, con quello dell'attuale PSPA Computational Science and Engineering del corso di laurea magistrale in Mathematical Engineering-Ingegneria Matematica. Più precisamente, il percorso MTM-CIV differisce dal PSPA Computational Science and Engineering per 3 dei 12 corsi previsti; questi 3 corsi devono essere inseriti nel piano di studi per garantire allo studente il conseguimento senza debiti della seconda LM in Ingegneria Civile. Sono previsti poi piani di studio diversi a seconda che lo studente voglia approfondire la sua formazione nel campo del Calcolo Strutturale oppure dell'Idraulica. Nel terzo anno proposto lo studente recupera i contenuti degli insegnamenti di base dell'ingegneria civile nei SSD ICAR/02, 04, 07 e 09, e completa la sua formazione con corsi progettuali e/o avanzati. Con una tesi interdisciplinare da 12 CFU si ha un totale di 180 CFU per il conseguimento della doppia laurea.



#### 4.1.1 PSPA MTM (Computational Science and Engineering) – CIV(Structures)

I anno – MTM (PSPA Computational Science and Engineering)				
Codice	SSD	Insegnamento	Sem	CFU
095958	MAT/05	Real and functional analysis	1	8
052496	ING-INF/05	Algorithms and parallel computing	1	10
--	--	Insegnamento a scelta dal Gruppo ING <sup>1</sup>	1-2	10
095963	MAT/05	Advanced partial differential equations	2	8
052497	MAT/08	Numerical analysis for partial differential equations	2	10
--	--	Insegnamento a scelta dal Gruppo MOX <sup>1</sup>	2	10
<b>Totale CFU</b>				<b>56</b>

<sup>1</sup>vedi RD di Mathematical Engineering-Ingegneria Matematica

II anno - MTM (PSPA Computational Science and Engineering)				
Codice	SSD	Insegnamento	Sem	CFU
092839	ICAR/08	Computational mechanics and inelastic structural analysis <sup>1</sup>	1	10
095962	ICAR/01	Fluids labs	1	10
092843	ICAR/08	Theory of structures and stability of structures <sup>2</sup>	1	10
092845	ICAR/08	Elements of dynamics of structures <sup>1</sup>	2	6
--	--	Insegnamento a scelta dal Gruppo MTM <sup>3</sup>	1-2	8
--	--	Insegnamento a scelta dal Gruppo MTM <sup>3</sup>	1-2	8
097690	--	Final work		12
<b>Totale CFU</b>				<b>64</b>

<sup>1</sup> al posto di un insegnamento del Gruppo FREE

<sup>2</sup> al posto di 097634-Computational fluid dynamics

<sup>3</sup> vedi RD di Mathematical Engineering-Ingegneria Matematica

III anno – CIV (PSPA Structures)				
Codice	SSD	Insegnamento	Sem	CFU
055479	ICAR/07	Geotecnica	1	10
055480	ICAR/09	Tecnica delle costruzioni <sup>1</sup>	1+2	12
051183	ICAR/02	Elementi di costruzioni idrauliche	1	6
095883	ICAR/04	Elementi di progetto di strade	2	6
099243	ICAR/09	Earthquake resistant design [C.I.] (10 CFU)	1+2	20
094799	ICAR/09	Reinforced and prestressed concrete structures (10 CFU)	2	
095877	ICAR/09	Steel structures(10 CFU)	2	
092848	ICAR/08	Advanced computational mechanics (6 CFU)	1	6
094800	ICAR/08	Mechanics of materials and inelastic constitutive laws (6 CFU)	2	
092847	ICAR/08	Fracture mechanics (6 CFU)	2	
<b>Totale CFU</b>				<b>60</b>

<sup>1</sup> corso annuale



#### 4.1.2 PSPA MTM (Computational Science and Engineering) – CIV(Idraulica)

I anno – MTM (PSPA Computational Science and Engineering)				
Codice	SSD	Insegnamento	Sem	CFU
095958	MAT/05	Real and functional analysis	1	8
052496	ING-INF/05	Algorithms and parallel computing	1	10
088609	ICAR/01	Idraulica 2 <sup>1</sup>	2	10
095963	MAT/05	Advanced partial differential equations	2	8
052497	MAT/08	Numerical analysis for partial differential equations	2	10
--	--	Insegnamento a scelta dal Gruppo MOX <sup>2</sup>	1-2	10
<b>Totale CFU</b>				<b>56</b>

<sup>1</sup> al posto di un insegnamento del Gruppo ING

<sup>2</sup> vedi RD di Mathematical Engineering-Ingegneria Matematica

II anno - MTM (PSPA Computational Science and Engineering)				
Codice	SSD	Insegnamento	Sem	CFU
097634	MAT/07 MAT/08	Computational fluid dynamics [C.I.]	1	10
095962	ICAR/01	Fluids labs	1	10
096950	ICAR/01	Groundwater hydraulics <sup>1</sup>	2	10
092846	ICAR/08	Computational mechanics 1 <sup>1</sup> (6 CFU)	1	6
092845	ICAR/08	Elements of dynamics of structures <sup>1</sup> (6 CFU)	2	
--	--	Insegnamento a scelta dal Gruppo MTM <sup>2</sup>	1-2	8
--	--	Insegnamento a scelta dal Gruppo MTM <sup>2</sup>	1-2	8
097690	--	Final work		12
<b>Totale CFU</b>				<b>64</b>

<sup>1</sup> al posto di un insegnamento del Gruppo FREE

<sup>2</sup> vedi RD di Mathematical Engineering-Ingegneria Matematica

III anno – CIV (PSPA Idraulica)				
Codice	SSD	Insegnamento	Sem	CFU
055479	ICAR/07	Geotecnica	1	10
055480	ICAR/09	Tecnica delle costruzioni <sup>1</sup>	1+2	12
088500	ICAR/02	Costruzioni idrauliche	1	10
095883	ICAR/04	Elementi di progetto di strade	2	6
090869	ICAR/02	Impianti speciali idraulici (10 CFU)	2	10
051105	ICAR/02	River Engineering and basin reclamation (10 CFU)	1	
050693	ICAR/02	Water resources management	1	6
095892	ICAR/01	Ocean engineering	1	6
<b>Totale CFU</b>				<b>60</b>

<sup>1</sup> corso annuale



## 1.2 Percorso CIV - MTM

La proposta si rivolge agli allievi immatricolatisi in Ingegneria Civile-Civil Engineering e che si inquadrano nei PSPA OC2 (Idraulica) o OD2 (Structures). Il percorso proposto coincide in larga parte con quello dei PSPA citati, se non per la presenza di alcuni corsi obbligatori al posto di pacchetti di corsi opzionali dei PSPA standard. Attraverso un opportuno percorso di 60 CFU al terzo anno, lo studente completa le conoscenze ritenute fondamentali per la laurea magistrale in Mathematical Engineering-Ingegneria Matematica. Con una tesi interdisciplinare da 12 CFU si ha un totale di 180 CFU per il conseguimento della doppia laurea.

### 1.2.1 PSPA CIV (Structures) - MTM (Computational Science and Engineering)

I anno CIV (PSPA Structures)				
Codice	SSD	Insegnamento	Sem	CFU
054259	MAT/08	Numerical analysis	1	6
092839	ICAR/08	Computational mechanics and inelastic structural analysis	1	10
092843	ICAR/08	Theory of structures and stability of structures	1	10
092840	ICAR/09	Advanced structural design	1	6
092844	ICAR/08	Dynamics of structures	2	10
094799	ICAR/09	Reinforced and prestressed concrete structures (10 CFU)	2	10
095877	ICAR/09	Steel structures (10 CFU)	2	
092849	ICAR/09	Computational structural analysis (10 CFU)	2	
051106	GEO/11	Prove non distruttive (6 CFU)	2	6
099232	ING-IND/13	Machine dynamics and vibrations (6 CFU)	2	
097529	ICAR/03	Soil remediation (6 CFU)	2	
092848	ICAR/08	Advanced computational mechanics (6 CFU)	1	6
094800	ICAR/08	Mechanics of materials and inelastic constitutive laws (6 CFU)	2	
092847	ICAR/08	Fracture mechanics (6 CFU)	2	
<b>Totale CFU</b>				<b>64</b>

II anno CIV (PSPA Structures)				
Codice	SSD	Insegnamento	Sem	CFU
094792	ICAR/07	Foundations (10 CFU)	1	10
099243	ICAR/09	Earthquake resistant design (C.I.) <sup>1</sup> (10 CFU)	1+2	
095879	ICAR/09	Bridge theory and design (10 CFU)	1	
094799	ICAR/09	Reinforced and prestressed concrete structures (10 CFU)	2	10
095877	ICAR/09	Steel structures (10 CFU)	2	
092849	ICAR/09	Computational structural analysis (10 CFU)	2	
099236	ING-INF/04	Modellistica e simulazione <sup>2</sup>	2	6
088632	ICAR/01	Complementi di idraulica <sup>2</sup>	2	6
095962	ICAR/01	Fluids labs <sup>2</sup>	1	10
090864		Prova finale		14
<b>Totale CFU</b>				<b>56</b>

<sup>1</sup> corso annuale

<sup>2</sup> valido come Attività Formativa caratterizzante in discipline ingegneristiche per la classe LM-44



### 1.2.2 PSPA CIV (Idraulica) - MTM (Computational Science and Engineering)

<b>I anno CIV (PSPA Idraulica)</b>				
<b>Codice</b>	<b>SSD</b>	<b>Insegnamento</b>	<b>Sem.</b>	<b>CFU</b>
054259	MAT/08	Numerical analysis	1	6
088613	ICAR/02	Idrologia	1	6
095962	ICAR/01	Fluids labs <sup>1</sup>	1	10
092846	ICAR/08	Computational mechanics 1 (6 CFU)	1	6
092840	ICAR/09	Advanced structural design (6 CFU)	1	
092845	ICAR/08	Elements of dynamics of structures (6 CFU)	2	6
099232	ING-IND/13	Machine dynamics and vibrations (6 CFU)	2	
097529	ICAR/03	Soil remediation (6 CFU)	2	6
096950	ICAR/01	Groundwater hydraulics <sup>1</sup>	2	10
088609	ICAR/01	Idraulica 2 <sup>1</sup>	2	10
085721	ICAR/03	Trattamento delle acque di approvvigionamento (10 CFU)	2	10
088717	ICAR/03	Trattamento delle acque di rifiuto (10 CFU)	2	
<b>Totale CFU</b>				<b>64</b>

<sup>1</sup> valido come Attività Formativa caratterizzante in discipline ingegneristiche per la classe LM-44

<b>II anno CIV (PSPA Idraulica)</b>				
<b>Codice</b>	<b>SSD</b>	<b>Nome Insegnamento</b>	<b>Sem.</b>	<b>CFU</b>
051105	ICAR/02	River Engineering and basin reclamation	1	10
050693	ICAR/02	Water resources management	1	6
090869	ICAR/02	Impianti speciali idraulici	2	10
090890		Tirocinio interno (6 CFU)	1-2	18
090891		Tirocinio esterno (6 CFU)	1-2	
095892	ICAR/01	Ocean engineering (6 CFU)	1	18
099234	ING-IND/12	New sensors and measurement systems for civil engineering (6 CFU)	1	
090861	ICAR/06	Elementi di sistemi informativi territoriali (6 CFU)	2	12
095894	ICAR/07	Elements of slope stability (6 CFU)	2	
092851	ICAR/09	Elements of computational structural analysis (6 CFU)	2	12
090864		Prova finale		
<b>Totale CFU</b>				<b>56</b>

### III anno comune ai PSPA Structures-MTM e Idraulica-MTM

<b>III anno MTM (PSPA Computational Science and Engineering)</b>				
<b>Codice</b>	<b>SSD</b>	<b>Insegnamento</b>	<b>Sem</b>	<b>CFU</b>
095958	MAT/05	Real and functional analysis	1	8
052496	ING-INF/05	Algorithms and parallel computing	1	10
097634	MAT/07+ MAT/08	Computational fluid dynamics	1	10
095963	MAT/05	Advanced partial differential equations	2	8
054383	MAT/08	Advanced programming for scientific computing	2	8
--	--	Insegnamento a scelta dal Gruppo MTM <sup>2</sup>	1-2	8
--	--	Insegnamento a scelta dal Gruppo MTM <sup>2</sup>	1-2	8
<b>Totale CFU</b>				<b>60</b>

<sup>2</sup> vedi RD di Mathematical Engineering-Ingegneria Matematica



## 5. Accessi

La domanda di ammissione al percorso di Doppia Laurea può essere presentata dagli studenti iscritti al Politecnico di Milano nell'anno accademico 2019-20 (autumn intake) ad uno dei seguenti programmi di studio:

- Laurea Magistrale in Ingegneria Civile (percorsi Idraulica e Structures)
- Laurea Magistrale in Ingegneria Matematica (percorso Computational Science and Engineering)

Si ipotizza che l'adesione al percorso di doppia laurea possa avvenire da parte dello studente al più tardi al termine del secondo anno, senza soluzione di continuità tra il termine del percorso relativo alla prima laurea magistrale e la prosecuzione degli studi per il doppio titolo. In questo contesto, lo svolgimento della tesi di laurea multidisciplinare (da svolgersi tra la fine del secondo anno ed il terzo) vuole anche essere un "ponte di collegamento" che potrà supportare l'allievo nella fase di inserimento nel nuovo contesto della seconda laurea.

L'ammissione al percorso di Doppia Laurea verrà valutata da una commissione composta da docenti di entrambi i Corsi di Studio. Tale valutazione avviene per titoli fino ad un punteggio massimo di 100/100. Per accedere al percorso di Doppia Laurea è necessario accumulare un punteggio minimo pari a 75/100. Nello specifico, i titoli richiesti per la valutazione della domanda di ammissione al percorso di Doppia Laurea sono:

1. Lettera di motivazione (fino a 10 punti)
2. votazione finale della Laurea Triennale (fino a 25 punti)
3. Curriculum Studiorum della Laurea Triennale, inclusi il piano degli studi, completo delle votazioni conseguite, e il sommario della Tesi (fino a 25 punti)
4. Curriculum Studiorum programmato della Laurea Magistrale di provenienza, completo delle votazioni degli esami già sostenuti e di una possibile, non vincolante, proposta del progetto di tesi multidisciplinare (fino a 20 punti)
5. Curriculum Vitae con chiara indicazione delle competenze pertinenti, oltre a quelle già incluse nei Curricula Studiorum, le esperienze professionali, ... (fino a 20 punti).

Le domande di partecipazione al programma di doppia laurea interna dovranno essere inviate via mail al prof. Alberto Corigliano ([alberto.corigliano@polimi.it](mailto:alberto.corigliano@polimi.it)) e in cc al prof. Fabio Biondini ([fabio.biondini@polimi.it](mailto:fabio.biondini@polimi.it)) dagli studenti iscritti alla LM in Ingegneria Civile/Civil Engineering, o al prof. Lorenzo Valdetaro ([lorenzo.valdetaro@polimi.it](mailto:lorenzo.valdetaro@polimi.it)) e in cc alla Prof.ssa Anna Maria Paganoni ([anna.paganoni@polimi.it](mailto:anna.paganoni@polimi.it)) dagli studenti iscritti alla LM in Ingegneria Matematica/Mathematical Engineering. Indicare come oggetto della mail "Domanda di partecipazione al programma di doppia laurea in ingegneria civile e matematica". Le domande, corredate in allegato dalla documentazione sopra elencata, dovranno essere inviate entro il 24/01/2020.

La pubblicazione degli esiti delle domande sarà fatta entro il 31/01/2020.