

Course code 140681/2

Course title **Costruzione di ponti con laboratorio/ Analysis and design of bridges with workshop**  
[Civil Engineering]

A.A. /A. Y. 2024-2025

<b>TITOLO/TITLE</b>	
<i>ITA</i>	Costruzione di ponti con laboratorio
<i>EN</i>	Analysis and design of bridges with workshop

<b>OBIETTIVI FORMATIVI E RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI/EDUCATIONAL OBJECTIVES AND EXPECTED LEARNING OUTCOMES</b>	
<i>ITA</i>	<p>L'analisi e la progettazione dei ponti costituiscono l'obiettivo del corso. Il campo di indagine della Teoria e Progetto di Ponti interessa l'approfondimento dei problemi metodologici relativi alla progettazione, l'impiego di metodi automatici di calcolo, con particolare riferimento al metodo degli elementi finiti ed infine, l'esame di problemi statici e dinamici specifici di diverse classi di opere.</p> <p>Al termine dell'insegnamento ogni studente sarà in grado di: i) impostare il progetto di un ponte di media/piccola luce, in particolare tenendo in conto sia gli aspetti statici che quelli sismici; ii) progettare e verificare sovrastrutture in cemento armato precompresso e composte acciaio-calcestruzzo sottoposte ad azioni fondamentali o eccezionali; iii) dimensionare e verificare i principali elementi strutturali e collegamenti nelle medesime sovrastrutture.</p>
<i>EN</i>	<p>The Course looks at the analysis and the design of bridges, including the analysis of the design methodology, the use of automatic computation, with particular reference to the Finite Element Method. Finally, the course examines the nature of specific static and dynamic problems of various classes of bridges.</p> <p>At the end of the course, each student will be able to: i) set the design of a medium/small span bridge, especially taking into account both static and seismic aspects; ii) design and verify superstructures made of precompressed concrete and steel-concrete composites subject to fundamental or exceptional actions; iii) designing and verifying the main structural elements and connections in the same superstructures.</p>

<b>PREREQUISITI/PREREQUISITES</b>	
<i>ITA</i>	Costruzioni in ca e cap
<i>EN</i>	Structural design with concrete and prestressed concrete

## PROGRAMMA DEL CORSO/LIST OF TOPICS COVERED

ITA

### 1. Introduzione ai Ponti.

Dalle prime costruzioni in legno alle soluzioni più moderne.

Tipologie di ponti: Classificazione in base all'ostacolo oltrepassato, alla via servita (stradali, ferroviari, pedonali), allo schema strutturale (a trave, ad arco, sospeso, strallato), al materiale (calcestruzzo armato, acciaio, legno, misti) e all'uso. Tipologie e calcolo di pile e spalle. Apparecchi di appoggio e giunti. Tecniche di varo.

Normative e regolamentazioni: Le principali norme tecniche per la progettazione e la costruzione dei ponti

### 2. Caratteristiche Geometriche e Strutturali

Elementi costitutivi di un ponte: Impalcato, pile, spalle, fondazioni.

Geometria dei ponti: Linee d'asse, luci, campate, alzate.

Sistemi strutturali: Analisi delle diverse tipologie strutturali e dei loro vantaggi e svantaggi.

Materiali da costruzione: Proprietà meccaniche e comportamentali dei materiali utilizzati nei ponti.

### 3. Azioni sui Ponti

Azioni permanenti e variabili: Carichi propri, carichi dovuti al traffico, azioni ambientali (vento, neve, temperatura), azioni sismiche.

Metodi di calcolo delle azioni: Norme tecniche di riferimento e software di calcolo strutturale.

Combinazioni di carico: Definizione delle combinazioni di carico più sfavorevoli per la verifica della sicurezza.

### 4. Analisi Strutturale

Metodi di analisi: Metodi classici (PLV) e metodi numerici (elementi finiti). Sottostrutture. La ripartizione trasversale e la soletta

Modellazione strutturale: Creazione di modelli numerici dei ponti utilizzando software specializzati.

Verifiche di resistenza e deformabilità: Verifica della sicurezza strutturale in base alle norme tecniche.

### 5. Linee e superfici di influenza.

Metodi per la determinazione di sollecitazioni o spostamenti tramite forze o distorsioni.

### 6. La progettazione di ponti in c.a.p..

Progettazione di strutture iso- ed iperstatiche a cavi pre- e post-tesi. Cavi scorrevoli. Modelli avanzati di viscoelasticità. Calcolo delle frecce. Iperstatica di precompressione

### 7. Azioni sismiche e fenomeni di fatica.

La normativa di riferimento. Analisi e modellazione. Dispositivi di isolamento e dissipazione. Consolidamento. La fatica ad alto ed a basso numero di cicli. Criteri di verifica per fatica.

### 8. Collaudo e durabilità.

La normativa di riferimento. Il collaudo statico dei ponti. Durabilità. Patologie. Diagnostica. Controlli.

### 9. Ponti strallati e ponti sospesi.

Deformabilità degli stralli (Modulo elastico ridotto). Richiami di Teoria delle funi. Comportamento strutturale, aspetti aerodinamici.

10. Laboratorio di analisi e progettazione. Sviluppo della progettazione di un ponte prefabbricato o composito acciaio-calcestruzzo mediante le attività sviluppate nel Laboratorio di analisi e progettazione.

<p>EN</p>	<p>1. Introduction to Bridges.  From the first wooden constructions to the most modern solutions.  Types of bridges: Classification based on the obstacle overcome, the objective of the bridge (road, rail, pedestrian), the structural scheme (beam, arch, suspended, cable-stayed), the material (reinforced concrete, steel, wood, mixed) and use. Types and calculation of piers and abutments. Support devices and joints. Launching techniques.  Legislation and regulations: The main technical standards for the design and construction of bridges</p> <p>2. Geometric and Structural Characteristics  Constituent elements of a bridge: Deck, piers, abutments, foundations.  Geometry of bridges: Axis lines, spans, spans, risers.  Structural systems: Analysis of the different structural typologies and their advantages and disadvantages.  Construction materials: Mechanical and behavioral properties of the materials used in bridges.</p> <p>3. Actions on Bridges  Permanent and variable actions: Own loads, traffic loads, environmental actions (wind, snow, temperature), seismic actions.  Methods for calculating actions: Technical reference standards and structural calculation software.  Load combinations: Definition of the most unfavorable load combinations for safety verification.</p> <p>4. Structural Analysis  Analysis methods: Classical methods (PLV) and numerical methods (finite elements). Substructures. Transverse distribution and slab  Structural modeling: Creation of numerical models of bridges using specialized software.  Resistance and deformability checks: Verification of structural safety based on technical standards.</p> <p>5. Influence lines and surfaces.  Methods for determining stresses or displacements through forces or distortions.</p> <p>6. Design of reinforced concrete bridges.  Design of iso- and statically indeterminate structures with pre- and post-tensioned cables. Sliding cables. Advanced viscoelasticity models. Calculation of deflections. Prestressing hyperstatics</p> <p>7. Seismic actions and fatigue phenomena.  The reference standard. Analysis and modeling. Isolation and dissipation devices. Consolidation. High and low cycle fatigue. Verification criteria for fatigue.</p> <p>8. Testing and durability.  The reference standard. Static testing of bridges. Durability. Pathologies. Diagnostics. Controls.</p> <p>9. Cable-stayed bridges and suspension bridges.  Deformability of stays (Reduced elastic modulus). cable theory (review). Structural behavior, aerodynamic aspects.</p> <p>10. Laboratory of analysis and design.  Development of the design of a prefabricated or steel-concrete composite bridge by means of the activities developed in the Laboratory of analysis and design.</p>
-----------	---

<b>METODI DIDATTICI UTILIZZATI E ATTIVITÀ DI APPRENDIMENTO RICHIESTE ALLO STUDENTE/TEACHING FORMAT</b>	
<i>ITA</i>	Il corso è costituito da 60 ore di lezione in aula. Le lezioni trattano i singoli temi strutturali e ne illustrano le soluzioni teoriche e le disposizioni normative Il Laboratorio di analisi e progettazione prevede 40 ore per lo svolgimento delle esercitazioni.
<i>EN</i>	The course consists of 60 hours of classroom lessons. Lectures deal with individual issues and illustrate theoretical solutions as well as code provisions. The Analysis and design Laboratory foresees 40 hours for carrying out exercises.

<b>METODI DI ACCERTAMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE/ASSESSMENT AND EVALUATION CRITERIA</b>	
<i>ITA</i>	L'esame prevede le due seguenti opzioni: <ul style="list-style-type: none"> <li>la realizzazione di un elaborato progettuale (esercitazione di gruppo concernente la verifica di un impalcato a graticcio di travi) e di un esame orale che si incentrerà in parte sulla discussione degli argomenti affrontati nell'elaborato progettuale ed in parte sulle altre tematiche affrontate durante il corso; gli studenti opereranno in gruppi da tre. Ai fini della correzione, l'elaborato da svolgere in modo autonomo deve essere consegnato due settimane prima dell'esame orale; soluzione consigliata;</li> <li>esame orale concernente le tematiche affrontate durante il corso.</li> </ul> Nel caso dell'opzione di elaborato progettuale e esame orale, soluzione consigliata, l'elaborato finale contribuiscono per 1/3 del voto finale, mentre l'esame orale contribuisce per 2/3 del voto finale.
<i>EN</i>	The examination consists of one of the following two options: <ul style="list-style-type: none"> <li>development of a design check report (teamwork based on the structural checks related to a grid bridge deck) and of an oral exam focused partly on the discussion of the topics covered in the report and partly on other topics covered during the course; Students will work in groups of three. In view of corrections, the design check report to be carried out autonomously must be submitted two weeks before the oral examination; suggested option;</li> <li>oral exam on the course topics.</li> </ul> In the case of the option design work and oral exam, suggested option, the design work contributes 1/3 of the final grade, while the oral exam contributes 2/3 of the final grade.

<b>TESTI DI RIFERIMENTO/REQUIRED AND SUPPLEMENTARY READINGS</b>	
<i>ITA</i>	<p>Eurocodice N. 2. Progettazione delle Strutture Cementizie. Parte 1: Regole Generali e Regole per gli Edifici</p> <p>T. Antonini, Cemento armato precompresso, Vol. 1, Masson, 1986</p> <p>F. Leonhardt, C.a. e C.a.p. , volumi I, II, III e IV.</p> <p>M. P. Petrangeli, Progettazione e Costruzione di ponti, Masson, 1998</p> <p>E. Pozzo, Teoria e tecnica delle strutture, Vol. III, Il cemento armato precompresso, Pitagora</p> <p>P. Pozzati, Teoria e tecnica delle strutture, UTET</p> <p>S. Szilard, Theory and Analysis of Plates, Prentice-Hall</p> <p>A. Raithe, Ponti a travata</p> <p>F. De Miranda, I ponti strallati di grande luce</p> <p>V. Nunziata, Strutture in acciaio precompresso, Flaccovio, 1999</p> <p>R.P. Johnson e R.J. Buckby, Composite Structures of Steel and Concrete: Bridges Vol. II, Blackwell</p> <p>Eurocodice N. 2. Progettazione delle Strutture Cementizie. Parte 2: Ponti in calcestruzzo</p> <p>Eurocodice N. 3. Progettazione delle Strutture in Acciaio. Parte 2: Ponti in acciaio</p> <p>Eurocodice N. 4. Progettazione delle Strutture Composte di Acciaio e Calcestruzzo. Parte 2: Ponti</p> <p>Construction métallique et mixte acier-béton -1. Calcul et dimensionnement selon les Eurocodes 3 et 4. Eyrolles, 1996</p>

	<p>Construction métallique et mixte acier-béton -1. Conception et mise en Ouvre. Eyrolles, 1996</p> <p>M.J.N. Priestley, F. Seible e G.M. Calvi, Seismic Design and Retrofit of Bridges, Wiley, 1996</p> <p>Eurocode N. 8. Design Provisions for Earthquake Resistance of Structures. Part 2 - Bridges</p> <p>S. Lombardo e F. Mortellaro Collaudo statico delle strutture in c.a. normale e precompresso e delle strutture metalliche, Flaccovio, 1998</p> <p>D.M. 17-01-2018 "Le Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni"</p> <p>Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018. (pubblicato sulla GU n.35 del 11-2-2019 Suppl. Ordinario n. 5).</p> <p>Svensson H., Cable-Stayed Bridges: 40 Years of Experience Worldwide. Wiley, May 2012.</p>
<i>EN</i>	<p>Eurocodice N. 2. Progettazione delle Strutture Cementizie. Parte 1: Regole Generali e Regole per gli Edifici</p> <p>T. Antonini, Cemento armato precompresso, Vol. 1, Masson, 1986</p> <p>F. Leonhardt, C.a. e C.a.p. , volumi I, II, III e IV.</p> <p>M. P. Petrangeli, Progettazione e Costruzione di ponti, Masson, 1998</p> <p>E. Pozzo, Teoria e tecnica delle strutture, Vol. III, Il cemento armato precompresso, Pitagora</p> <p>P. Pozzati, Teoria e tecnica delle strutture, UTET</p> <p>S. Szilard, Theory and Analysis of Plates, Prentice-Hall</p> <p>A. Raithel, Ponti a travata</p> <p>F. De Miranda, I ponti strallati di grande luce</p> <p>V. Nunziata, Strutture in acciaio precompresso, Flaccovio, 1999</p> <p>R.P. Johnson e R.J. Buckby, Composite Structures of Steel and Concrete: Bridges Vol. II, Blackwell</p> <p>Eurocodice N. 2. Progettazione delle Strutture Cementizie. Parte 2: Ponti in calcestruzzo</p> <p>Eurocodice N. 3. Progettazione delle Strutture in Acciaio. Parte 2: Ponti in acciaio</p> <p>Eurocodice N. 4. Progettazione delle Strutture Composte di Acciaio e Calcestruzzo. Parte 2: Ponti</p> <p>Construction métallique et mixte acier-béton -1. Calcul et dimensionnement selon les Eurocodes 3 et 4. Eyrolles, 1996</p> <p>Construction métallique et mixte acier-béton -1. Conception et mise en Ouvre. Eyrolles, 1996</p> <p>M.J.N. Priestley, F. Seible e G.M. Calvi, Seismic Design and Retrofit of Bridges, Wiley, 1996</p> <p>Eurocode N. 8. Design Provisions for Earthquake Resistance of Structures. Part 2 - Bridges</p> <p>S. Lombardo e F. Mortellaro Collaudo statico delle strutture in c.a. normale e precompresso e delle strutture metalliche, Flaccovio, 1998</p> <p>D.M. 17-01-2018 "Le Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni"</p> <p>Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018. (pubblicato sulla GU n.35 del 11-2-2019 Suppl. Ordinario n. 5).</p> <p>Svensson H., Cable-Stayed Bridges: 40 Years of Experience Worldwide. Wiley, May 2012.</p>

<b>ALTRE INFORMAZIONI/ADDITIONAL INFORMATION</b>	
<i>ITA</i>	<p>Le esercitazioni di laboratorio sono strettamente correlate alle lezioni e prevedono lavori applicativi eseguiti dagli studenti con l'assistenza e la supervisione del docente e dei collaboratori. Le esercitazioni svolte sono raccolte in un elaborato valutato in sede di esame.</p> <p>E' vivamente consigliata la frequenza a tutte le lezioni. La revisione delle esercitazioni svolte dallo studente (opzione a) è garantita solo durante il periodo di svolgimento del corso e nel periodo degli appelli estivi. Le date nelle quali si svolgono le revisioni sono comunicate e inserite nella bacheca elettronica del corso.</p>
<i>EN</i>	<p>The design check report is strictly correlated to the contents of the lectures and include applicative work carried out by the students under the supervision of the lecturer and the assistant lecturers. All the works produced can be collected in an essay that will be evaluated in the final exam. It is</p>

	<p>strongly recommended to attend all lessons. The revision of exercises carried out by the student (option a) is guaranteed only during the course of lectures and summer exam sessions. The dates on which the reviews are carried out are communicated and inserted into the electronic bulletin board of the course.</p>
--	--