

FICHA DE UNIDADE CURRICULAR

(versão A3ES 2023 – 2028)

Caracterização da Unidade Curricular

1. Duração

Semestral

2. Horas de trabalho¹

135

3. Créditos ECTS

5

4. Designação da unidade curricular. (1.000 caracteres).

Pontes e viadutos

Bridges and Viaducts

5. Objetivos de aprendizagem e sua compatibilidade com o método de ensino (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes). (1.000 caracteres).

O1.Fornecer aos estudantes os conceitos relacionados com a especificidade do projecto, da construção e do comportamento em serviço das pontes.

O2.Transmitir aos estudantes a necessidade de uma constante atitude de grande exigência com a qualidade técnica e estética na concepção e projecto, e com a qualidade da construção e da manutenção das obras de arte.

O3.Capacitar os estudantes com competências que lhes permitam, na sua vida profissional futura, a fácil integração em equipas de projecto, num empreiteiro geral ou em equipas que se dediquem à inspecção de pontes.

5. Learning objectives and their compatibility with the teaching method (knowledge, skills and competences to be developed by the students). (1.000 characters).

O1.To provide students with concepts related to the specificity of design, construction and service behaviour of bridges.

O2.To convey to students the need for a constant attitude of high standard with the technical and aesthetic quality in design and with the quality of construction and maintenance of bridges.

O3. To provide students with skills that enable them, in their future professional life, the easy integration in project teams, in contractor firms or in inspection teams.

6. Conteúdos programáticos. (1.000 caracteres).

1. Tipologias de pontes. Principal terminologia.

2. Breve história das pontes.

3. Concepção e projecto de uma ponte. Fases de um projecto. Elementos a apresentar em cada fase de um projecto.

¹ Número total de horas de trabalho.

4. Obras de pequeno porte. Passagens superiores e inferiores, betonadas “in-situ” ou pré-fabricadas.
5. Obras construídas tramo a tramo, com elementos betonados “in situ” ou pré-fabricados. Faseamento construtivo e efeitos de longo prazo.
6. Obras construídas por avanços em consola, com aduelas betonadas “in situ” ou pré-fabricadas. Faseamento construtivo e efeitos de longo prazo.
7. Análise e dimensionamento de pontes. Acções. Dimensionamento do tabuleiro, dos pilares e suas fundações, e dos encontros.
8. Equipamentos. Aparelhos de apoio. Juntas de dilatação. Dissipadores de energia.
9. Reabilitação de pontes.

6. Syllabus. (1.000 characters).

1. Types of bridges. Main terminology.
2. Brief history of bridges.
3. Conceptual design of a bridge. Phases of a project. Elements to be present in each phase of a project.
4. Small bridges. Overpasses and underpasses, cast "in situ" or prefabricated.
5. Span by span bridges, with cast "in situ" or prefabricated elements. Construction phases and long-term effects.
6. Cantilever bridges, with cast "in situ" or prefabricated voussoirs. Construction phases and long-term effects.
7. Bridge analysis and design. Loads. Design of deck, piers and its foundations, and abutments.
8. Bearings. Expansion joints. Energy dissipating devices.
9. Rehabilitation of bridges

7. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular. (1.000 carateres).

Considera-se que, pelas reconhecidas especificidades que marcam o projecto, a construção, o comportamento em serviço e a manutenção das pontes, todos os conteúdos programáticos contribuem de forma directa para atingir os 3 objectivos definidos. Assim,

Os conteúdos programáticos 1 a 9 permitem atingir o objectivo O1.

Os conteúdos programáticos 1 a 9 permitem atingir o objectivo O2.

Os conteúdos programáticos 1 a 9 permitem atingir o objectivo O3, embora, neste caso, seja evidente a importância preponderante dos conteúdos programáticos 3, 7, 8 e 9.

7. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes. (1.000 characters).

Due to the recognized specificities that characterize the design, construction, service behaviour and maintenance of bridges, all syllabuses have a direct and important contribution to the achievement of all objectives. Thus,

Syllabuses 1 to 9 aim the achievement of objective O1.

Syllabuses 1 to 9 aim the achievement of objective O2.

Syllabuses 1 to 9 aim the achievement of objective O3, although in this case the major importance of syllabuses 3, 7, 8 and 9 is evident.

8. Metodologias de ensino e de aprendizagem específicas da unidade curricular articuladas com o modelo pedagógico. (3.000 carateres).

A leccionação da UC é realizada através de aulas teóricas e práticas. Os alunos realizarão um trabalho prático que consiste na elaboração de um estudo prévio de um viaduto em betão armado pré-esforçado.

Nas aulas teóricas são apresentados de forma sintética os principais conceitos teóricos relativos aos diferentes tipos de pontes. As aulas teóricas são dadas com o apoio de diapositivos, salientando-se a exibição de animações feitas em computador ilustrando os métodos construtivos mais comuns em pontes.

As aulas práticas consistem na resolução de um conjunto de problemas tendo por base um viaduto típico. O objectivo é ilustrar os procedimentos a adoptar no desenvolvimento do trabalho prático proposto.

Sempre que possível, haverá uma visita de estudo a uma ponte em construção ou em trabalhos de reabilitação.

8. Teaching and learning methodologies specific to the curricular unit articulated with the pedagogical model. (3.000 characters).

The course teaching is done through theoretical and practical lessons. Students will carry out a practical work consisting on a preliminary design of a pre-stressed reinforced concrete viaduct.

In theoretical lessons the main concepts regarding the type of bridges covered are given in abbreviated form. Theoretical classes are given with the support of slides, including computer animations illustrating the most common construction methods in bridges.

Practical lessons consist of solving a set of problems based in a typical bridge structure. The aim is to illustrate the procedures to be followed in the development by the students of a proposed project work.

Whenever possible, there will be a study visit to a bridge under construction or undergoing rehabilitation work.

9. Avaliação. (3.000 carateres).

A avaliação consiste num exame escrito (cuja nota mínima é de 8 valores) e na realização de um trabalho prático obrigatório (estudo prévio de um viaduto), a concretizar por grupos de 4 alunos, no máximo. Este trabalho difere de grupo para grupo e é sujeito a discussão pelo corpo docente.

A nota final é obtida pela seguinte fórmula: $0,6 \times \text{EXAME} + 0,2 \times \text{TRABALHO} + 0,2 \times \text{DISCUSSÃO}$

9. Assessment. (3.000 characters).

The assessment consists of a written exam (minimum grade 8 in a 0-20 scale) and the development of a project work consisting on a preliminary design of a viaduct. The project must be developed by groups up to 4 students. This project is different from group to group and is subjected to discussion by the teaching staff.

The final grade is calculated by the following formula:

$0.6 \times \text{WRITTEN EXAM} + 0.2 \times \text{PROJECT WORK} + 0.2 \times \text{DISCUSSION}$.

10. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular. (3.000 carateres).

AULAS TEÓRICAS

Todos os conteúdos programáticos definidos são abordados de forma necessariamente sintética.

AULAS PRÁTICAS

Nas aulas práticas são detalhados os conteúdos 3 (parcial), 7 e 8. Nessas aulas, e a partir de um viaduto predefinido, realizam-se os seguintes exercícios:

1. Explicação da concepção, no que diz respeito à modulação de vãos e às secções transversais do tabuleiro e dos pilares;
2. Pré-dimensionamento do pré-esforço;
3. Avaliação das acções e seus efeitos, nomeadamente acções permanentes (peso próprio, restantes cargas permanentes, pré-esforço, retracção e fluência), sobrecargas devidas ao tráfego (veículo tipo ou sobrecarga uniforme + sobrecarga linear), variação uniforme de temperatura, variações diferenciais de temperatura, vento e sismo;
4. Combinação dos efeitos das diversas acções;
5. Verificação da segurança para o estado limite de descompressão, nas secções de apoio e meio vão de um tramo corrente do tabuleiro;
6. Verificação da segurança relativamente aos estados limite últimos de resistência, nas secções de apoio e meio vão de um tramo corrente do tabuleiro;
7. Análise sísmica da estrutura na direcção longitudinal, visando a obtenção dos esforços nos pilares;
8. Verificação da segurança dos pilares relativamente aos estados limite últimos de resistência;
9. Dimensionamento de aparelhos de apoio e juntas de dilatação;

Esta sequência de exercícios permite simular os diversos passos de um projecto de uma ponte ou viaduto.

TRABALHO FINAL

O trabalho final, obrigatório para a avaliação, pretende desenvolver as competências adquiridas pelos estudantes nas aulas teórico-práticas. Assim, são apenas fornecidos os condicionamentos relevantes (basicamente topográficos, geotécnicos, hidrográficos e de ocupação dos solos) devendo os estudantes definir o tipo de obra mais apropriado, decidir sobre a modulação dos vãos e escolher as secções do tabuleiro e pilares. O trabalho a apresentar corresponde a um estudo prévio. As peças escritas devem conter, além da memória descritiva e justificativa, cálculos sumários (dimensionamento e verificação da segurança) dos principais elementos estruturais (tabuleiro, pilares, fundações, aparelhos de apoio e juntas). As peças desenhadas a apresentar são:

1. Desenhos gerais, contendo planta, alçado e cortes;
2. Dimensionamento geral dos encontros;
3. Dimensionamento geral do tabuleiro;
4. Dimensionamento geral dos pilares e fundações;
5. Traçado de pré-esforço;
6. Aparelhos de apoio e juntas;
7. Processo e faseamento construtivo.

VISITA DE ESTUDO

Faz parte das actividades da UC, sempre que possível, uma visita de estudo onde os estudantes têm oportunidade de contactar com os vários técnicos envolvidos no projecto e construção/reabilitação de obras importantes. Estas visitas permitem ilustrar a aplicação prática de alguns conceitos explicados nas aulas, contribuindo para uma melhor aquisição das competências pretendidas.

10. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes. (3.000 characters).

THEORETICAL LESSONS

All topics in syllabus are covered in an abbreviated form.

PRATICAL LESSONS

The topics in syllabuses 3 (partial), 7 and 8 are analysed in detail. Starting with a predefined viaduct the following problems are discussed and/or solved:

1. Explanation of the concept design, spans selected and deck and piers-cross-sections adopted;
2. Preliminary definition of prestressing;
3. Actions and load effects, namely dead loads (self weight, weight of non-structural elements, prestress, shrinkage and creep), live loads due to traffic, temperature actions (uniform and linear gradients), wind and earthquake actions;
4. Action effects combination;
5. Deck safety regarding serviceability limit states, namely decompression limit state.
6. Deck safety regarding ultimate limit states.
7. Seismic analysis in the longitudinal direction. Forces in the piers.
8. Piers safety checking regarding the ultimate limit states.
9. Design and specification of bearing devices and expansion joints.

This set of problems basically simulates the several steps in bridge design.

The project work is mandatory for assessment purposes and is intended to further increase the skills acquired in the practical lessons. Based on the relevant data (topographic, geotechnic, hydrographic, etc) the students must take decisions about the type of bridge to design, the span distribution and the typical cross section of the deck and piers. The project must be developed with the typical detail of a preliminary design. Written documents include simplified computations of several structural elements (deck, piers, foundations, bearing devices and expansion joints).

The drawings to be presented are the following:

1. General drawing (plan, side view and sections);
2. Abutments – Geometry;
3. Deck – Geometry;
4. Piers and foundations – Geometry;
5. Prestress layout;
6. Bearing devices and expansion joints;
7. Construction methods and sequence.

VISIT TO A WORKSITE

The course activities include a visit, whenever possible, to a worksite where the students have the opportunity to meet the designer and the contractor team. The practical application of some topics discussed in the lessons is very well illustrated in those visits, thus contributing to the enhancement of the students skills.

11. Bibliografia de consulta/existência obrigatória. (1.000 caracteres).

1. Apontamentos de apoio, corpo docente.
2. Christian Menn. "Prestressed Concrete Bridges". Birkhäuser Verlag, Basileia, 1990.
3. Walter Podolny, Jr. and Jean Muller. "Construction and Design of Prestressed Concrete Segmental Bridges". John Wiley & Sons, New York, 1982.
4. J. A. Calgaro and Michel Virlogeux. "Projet et Construction des Ponts" (2ª Edição - 2 Volumes). Editor: Presses de l'École Nationale des Ponts et Chaussées, Paris, 1994.
5. René Walther, Bernard Houriet, W. Isler, Pierre Moïa, Jean-François Klein. "Cable Stayed Bridges" (2ª edição). Thomas Telford Ltd, London, 1999.
6. Fritz Leonhardt. "BRIDGES – Aesthetics and Design". Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart, 1982.
7. Leonardo Fernández Troyano. "Tierra Sobre el Agua – Vision Histórica Universal de los Puentes". Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puentes, Madrid, 1999.
8. Günter Ramberger. "Structural Bearings and Expansion Joints for Bridges". IABSE, Zurich, 2002.

12. Observações. (1.000 caracteres).

12. Remarks. (1.000 characters).