



## Teaching Guide

| Teaching Guide           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |        |                      |           |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------------------|-----------|
| Identifying Data         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |        |                      | 2021/22   |
| Subject (*)              | Rock Mechanics                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |        | Code                 | 632514033 |
| Study programme          | Mestrado Universitario en Enxeñaría de Camiños, Canais e Portos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |        |                      |           |
| Descriptors              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |        |                      |           |
| Cycle                    | Period                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Year   | Type                 | Credits   |
| Official Master's Degree | 1st four-month period                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | First  | Optional             | 4.5       |
| Language                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |        |                      |           |
| Teaching method          | Face-to-face                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |        |                      |           |
| Prerequisites            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |        |                      |           |
| Department               | BioloXíaComputaciónEnxeñaría CivilEnxeñaría Naval e IndustrialMatemáticasTecnoloxía da Construción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |        |                      |           |
| Coordinador              | Delgado Martin, Jordi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | E-mail | jorge.delgado@udc.es |           |
| Lecturers                | Delgado Martin, Jordi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | E-mail | jorge.delgado@udc.es |           |
| Web                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |        |                      |           |
| General description      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |        |                      |           |
| Contingency plan         | <div>1. Modifications in the contents</div> <div>do not modify the contents of the asignatura</div> <div>2. Methodologies</div> <div>They keep the metodologias planned educational planned and, in case of need, will proceed to substitute the face-to-face classes by telematic through the application TEAMS</div> <div>3. Mechanisms of personalised attention to the alumnado</div> <div>To be necessary, personalised attention through telematic tools, preferably TEAMS</div> <div>4. Modificacines In the evaluation</div> <div>It keeps the procedure of evaluation, articulating processes of evaluation no face-to-face through TEAMS and/or Moodle if the situation requires it</div> <div>5. Modifications of the bibliography or webgrafía</div> <div>They are not necessary</div> |        |                      |           |

## Study programme competences

| Code | Study programme competences                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A1   | Capacitación científico-técnica e metodolóxica para a asesoría, a análise, o deseño, o cálculo, o proxecto, a planificación, a dirección, a xestión, a construción, o mantemento, a conservación e a explotación nos campos relacionados coa Enxeñaría Civil: edificación, enerxía, estruturas, xeotecnía, hidráulica, hidroloxía, enxeñaría cartográfica, enxeñaría marítima e costeira, enxeñaría sanitaria, materiais de construción, medio ambiente, ordenación do territorio, transportes e urbanismo, entre outros                                                                                                                                                       |
| A11  | Capacidade para documentarse, obter información e aplicar os coñecementos de materiais de construción en sistemas estruturais. Coñecementos da relación entre a estrutura dos materiais e as propiedades mecánicas que dela se derivan, incluíndo a caracterización microestrutural. Coñecemento, comprensión e capacidade para aplicar os métodos, procedementos e equipos que permiten a caracterización mecánica dos materiais, tanto experimentais como analíticos. Coñecementos teóricos e prácticos avanzados das propiedades dos materiais de construción máis utilizados en enxeñaría civil. Capacidade para a aplicación de novos materiais a problemas construtivos. |



|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A16 | Coñecementos de Xeoloxía e Xeotecnia e a súa aplicación na análise de problemas relacionados co proxecto, construción, mantemento e explotación de todo tipo de estruturas e obras relacionadas coa Enxeñería Civil. Aplicación dos coñecementos fundamentais da Mecánica de Solos e das Rochas para o desenvolvemento do estudo, proxecto, construción e explotación de cimentacións, desmontes, terrapléns, túneles e demais construcións realizadas sobre ou a través do terreo, calquera que sexa a natureza e o estado deste, e calquera que sexa a finalidade da obra de que se trate.                                               |
| A28 | Coñecemento das leis xerais do electromagnetismo como base fundamental para a comprensión de calquera tipo de máquina eléctrica, así como das instalacións eléctricas. Coñecemento dos conceptos básicos da teoría de circuitos eléctricos e comprensión dos distintos tipos de circuitos en corrente continua, corrente alterna monofásica e trifásica, que permiten analizar calquera tipo de rede eléctrica. Coñecemento do funcionamento do circuito magnético para comprender a unión entre a teoría de circuitos eléctricos e as máquinas eléctricas, así como dos principios xerais das máquinas eléctricas: estáticas e dinámicas. |
| A29 | Coñecementos fundamentais sobre o sistema eléctrico de potencia: xeración de enerxía, rede de transporte, reparto e distribución, así como sobre tipos de liñas e condutores. Coñecemento da normativa sobre baixa e alta tensión. Coñecemento fundamental da xeración de enerxía eléctrica en España e do mercado eléctrico español.                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| A30 | Coñecemento xeral e equilibrado sobre a Enerxía Nuclear con especial énfase nas facetas nas que se require a participación de enxeñeiros de camiños. Coñecementos básicos sobre o funcionamento de reactores e centrais nucleares, así como sobre os aspectos relacionados co proxecto, construción, funcionamento, desmantelamento e clausura de instalacións nucleares e radiactivas, ademais do ciclo do combustible e seguridade nuclear e a xestión dos residuos radiactivos.                                                                                                                                                         |
| B1  | Que os estudantes posúan as habilidades de aprendizaxe que lles permitan continuar estudando dun xeito que terá que ser en gran medida autodirixido ou autónomo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| B2  | Posuír e comprender coñecementos que aporten unha base ou oportunidade de ser orixinais no desenvolvemento e/ou aplicación de ideas, a miúdo nun contexto de investigación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| B3  | Que os estudantes saiban aplicar os coñecementos adquiridos e a súa capacidade de resolución de problemas en contornas novas ou pouco coñecidas dentro de contextos máis amplos (ou multidisciplinares) relacionados coa súa área de estudo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| B4  | Que os estudantes sexan capaces de integrar coñecementos e enfrontarse á complexidade de formular xuízos a partir dunha información que, sendo incompleta ou limitada, inclúa reflexións sobre as responsabilidades sociais e éticas vinculadas á aplicación dos seus coñecementos e xuízos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| B5  | Que os estudantes saiban comunicar as súas conclusións e os coñecementos e razóns últimas que as sustentan a públicos especializados e non especializados dun xeito claro e sen ambigüidades.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| B6  | Resolver problemas de forma efectiva                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| B7  | Aplicar un pensamento crítico, lóxico e creativo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| B8  | Traballar de xeito autónomo con iniciativa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| B9  | Traballar de forma colaborativa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| B11 | Comunicarse de xeito efectivo nun ambiente de traballo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| B12 | Expresarse correctamente, tanto de forma oral coma escrita, nas linguas oficiais da comunidade autónoma                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| B16 | Valorar criticamente o coñecemento, a tecnoloxía e a información dispoñible para resolver os problemas cos que deben enfrontarse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| B18 | Valorar a importancia que ten a investigación, a innovación e o desenvolvemento tecnolóxico no avance socioeconómico e cultural da sociedade                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| B19 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| C1  | Reciclaxe continua de coñecementos nunha perspectiva xeral no eido global de actuación da Enxeñería Civil                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| C2  | Comprender a importancia da innovación na profesión                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| C3  | Aproveitamento e incorporación das novas tecnoloxías                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| C5  | Comprensión da necesidade de actuar de forma enriquecedora sobre o medio ambiente contribuíndo ao desenvolvemento sostible                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| C12 | Capacidade de análise, síntese e estruturación da información e das ideas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| C14 | Capacidade de abstracción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| C15 | Capacidade de traballo persoal, organizado e planificado                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| C17 | Capacidade para enfrontarse a novas situacións                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| C20 | Capacidade para aplicar coñecementos básicos na aprendizaxe de coñecementos tecnolóxicos e na súa posta en práctica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| C21 | Capacidade de realizar probas, ensaios e experimentos, analizando, sintetizando e interpretando os resultados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |



| Learning outcomes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Study programme competences |      |      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------|------|
| El objetivo de la asignatura es suministrar unos conocimientos básicos de Mecánica de Rocas mediante el estudio metodológico, aplicado y práctico de problemas de interés para un Ingeniero Civil en el desarrollo de su vida profesional. La asignatura se articula en 8 temas que se desarrollan a lo largo del curso académico.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | AC1                         | BC1  | CC1  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | AC11                        | BC2  | CC2  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | AC16                        | BC3  | CC3  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | AC28                        | BC4  | CC5  |
| Las actividades programadas incluyen la impartición de clases presenciales, tanto en el aula como en el laboratorio.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | AC29                        | BC5  | CC12 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | AC30                        | BC6  | CC14 |
| La parte teórica de la asignatura será evaluada de manera continua, por unidades temáticas, a medida y conforme se vaya desarrollando la asignatura a lo largo del curso académico.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                             | BC7  | CC15 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                             | BC8  | CC17 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                             | BC9  | CC20 |
| Campos de aplicación: Ingeniería civil, minería, energía                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                             | BC11 | CC21 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                             | BC12 |      |
| Las aplicaciones tradicionales de la mecánica de rocas incluyen aspectos constructivos (túneles, cimentaciones, taludes, etc.) y relacionados con la estabilidad/seguridad de personas, estructuras e infraestructuras. No obstante, es importante considerar que los campos de aplicación de la mecánica de rocas no se circunscriben a la ingeniería civil sino que está presente y tiene una gran importancia en el mundo minero y, de forma mucho más notable, en el de la exploración y explotación de hidrocarburos. Es en esa última faceta en la que, en los últimos años, se ha desarrollado una actividad investigadora y práctica más intensa. En los próximos años, el desarrollo de la exploración/explotación de recursos energéticos no convencionales (gas en formaciones de pizarras y esquistos, petróleo en medios de baja o muy baja permeabilidad, arenas bituminosas, etc.) requerirán profesionales con conocimientos especializados en estos aspectos de la mecánica de rocas moderna. |                             | BC16 |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                             | BC18 |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                             | BC19 |      |

| Contents                                     |                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Topic                                        | Sub-topic                                                                                                                              |
| Tema 1. In situ stresses                     | 1.1. Origin<br>1.2. Measurement and characterization<br>1.3. Application fields                                                        |
| Tema 2. Rock massif description              | 2.1 key concepts: Matrix and Massif<br>2.2 ISRM recommendations                                                                        |
| Tema 3. Rock mass classifications            | 3.1 History and background<br>3.2 RMR and derivatives<br>3.3 The Q system                                                              |
| Tema 4. Experimental rock mechanics: Testing | 4.1 Characterization tests<br>4.2 Strength tests<br>4.3 In situ tests<br>4.4 Basics of petrophysics                                    |
| Tema 5. Strength and deformability in rocks  | 5.1 Joint tenso-deformational behavior<br>5.2 Rock matrix tenso-deformational behavior<br>5.3 Rock massif tenso-deformational behavior |
| Tema 6. Rock instability                     | 6.1 Kinematic criteria for instability<br>6.2 Plane failure<br>6.3 Wedge failure<br>6.4 Toppling                                       |
| Tema 7. Reinforcement and stabilization      | 7.1 Geometrical corrections<br>7.2 Drainage<br>7.3 Walls, foundation underpinning, shotcrete<br>7.4 Anclajes                           |
| Tema 8. Water flow in rock massifs           | 8.1 Flow in fractured media<br>8.2 Experimental measurement of permeability in rocks                                                   |



## Planning

| Methodologies / tests     | Competencies                                                                    | Ordinary class hours | Student?s personal work hours | Total hours |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------|-------------|
| Problem solving           | A1 A16 A28 A29 A30<br>B1 B2 B3 B4 B5 B6<br>B7 B8 B19 B18 C1<br>C2 C3 C5 C15 C21 | 20                   | 25                            | 45          |
| Multiple-choice questions | A1 A16                                                                          | 5                    | 7.5                           | 12.5        |
| Seminar                   | A1 A16                                                                          | 20                   | 30                            | 50          |
| Personalized attention    |                                                                                 | 5                    | 0                             | 5           |

(\*)The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

## Methodologies

| Methodologies             | Description                                                                                                         |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Problem solving           | Se plantearán problemas para ser resueltos por los estudiantes y, posteriormente, explicados en clase               |
| Multiple-choice questions | Tras la finalización de cada tema, se realizará un control de seguimiento para evaluar el aprovechamiento del mismo |
| Seminar                   | Permitirán desarrollar los distintos temas en los que se estructura la materia                                      |

## Personalized attention

| Methodologies   | Description                                                                                                    |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Problem solving | The resolution of problems will count with personalised attention to end to attend the doubts that could arise |

## Assessment

| Methodologies             | Competencies                                                                    | Description                                                                                            | Qualification |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Seminar                   | A1 A16                                                                          | La asistencia a los seminarios permitirá obtener hasta un 10% de la nota máxima                        | 10            |
| Problem solving           | A1 A16 A28 A29 A30<br>B1 B2 B3 B4 B5 B6<br>B7 B8 B19 B18 C1<br>C2 C3 C5 C15 C21 | La satisfactoria resolución de problemas permitirá obtener hasta un 40% de la nota máxima              | 40            |
| Multiple-choice questions | A1 A16                                                                          | La satisfactoria respuesta a los tests de seguimiento permitirá obtener hasta un 50% de la nota máxima | 50            |

## Assessment comments

|  |
|--|
|  |
|--|

## Sources of information

|                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Basic</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- E. Hoek y J.W. Bray (1981). Rock Slope Engineering. Institution of Mining and Metallurgy</li> <li>- E. Hoek y E.T. Brown (1980). Underground excavations in Rocks. Institution of Mining and Metallurgy</li> <li>- R.E. Goodman (1989). Introduction to Rock Mechanics. Wiley</li> <li>- P.R. Leyshon y R.J. Lisle (1996). Stereographic projection techniques. Butterworths</li> <li>- J.L. González Vallejo y Col. (2000). Ingeniería Geológica. Prentice Hall</li> </ul> <p>Apuntes de la asignatura y otro material seleccionadoApuntes de la asignatura y otro material seleccionado</p> |
| <b>Complementary</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

## Recommendations

### Subjects that it is recommended to have taken before

Extension in Soil Engineering/632514013



|                                                          |
|----------------------------------------------------------|
| Subjects that are recommended to be taken simultaneously |
| Advanced Foundation Solutions/632514032                  |
| Subjects that continue the syllabus                      |
|                                                          |
| Other comments                                           |
|                                                          |

(\*)The teaching guide is the document in which the URV publishes the information about all its courses. It is a public document and cannot be modified. Only in exceptional cases can it be revised by the competent agent or duly revised so that it is in line with current legislation.