

# Guia docent

## 280820 - 280820 - Aerogeneradors Marins

Última modificació: 25/10/2023

**Unitat responsable:** Facultat de Nàutica de Barcelona  
**Unitat que imparteix:** 709 - DEE - Departament d'Enginyeria Elèctrica.  
**Titulació:** MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA NAVAL I OCEÀNICA (Pla 2017). (Assignatura optativa).  
**Curs:** 2023      **Crèdits ECTS:** 5.0      **Idiomes:** Castellà

### PROFESSORAT

---

**Professorat responsable:** JOAN NICOLAS APRUZZESE  
**Altres:** Segon quadrimestre:  
JOAN NICOLAS APRUZZESE - MUENO

### CAPACITATS PRÈVIES

---

Coneixements de màquines elèctriques, funcionament i aplicacions.  
Coneixement de teoria de circuits elèctrics

### COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

---

#### Específiques:

ENO\_CEE2-2. Coneixement de les diferents maneres d'extracció d'energia a partir de la mar (competència específica de l'especialitat en Energies Oceàniques)  
ENO\_CEE2-4. Coneixement de la metodologia per al projecte d'un parc d'aerogeneradors (competència específica de l'especialitat en Energies Oceàniques)  
ENO\_CEE2-5. Coneixement dels diferents components d'un aerogenerador marí, així com del seu funcionament i operació (competència específica de l'especialitat en Energies Oceàniques)  
ENO\_CEE2-6. Capacitat per al disseny i projecte de plataformes per aerogeneradors marins (competència específica de l'especialitat en Energies Oceàniques)

#### Transversals:

CT1. EMPRENEDORIA I INNOVACIÓ: Conèixer i comprendre l'organització d'una empresa i les ciències que en regeixen l'activitat; tenir capacitat per comprendre les regles laborals i les relacions entre la planificació, les estratègies industrials i comercials, la qualitat i el benefici.  
CT2. SOSTENIBILITAT I COMPROMÍS SOCIAL: Conèixer i comprendre la complexitat dels fenòmens econòmics i socials típics de la societat del benestar; tenir capacitat per relacionar el benestar amb la globalització i la sostenibilitat; assolir habilitats per usar de forma equilibrada i compatible la tècnica, la tecnologia, l'economia i la sostenibilitat.  
CT3. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip interdisciplinari, ja sigui com un membre més o duent a terme tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.  
CT4. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ: Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació de l'àmbit d'especialitat, i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.  
CT5. TERCERA LLENGUA: Conèixer una tercera llengua, preferentment l'anglès, amb un nivell adequat oral i escrit i en consonància amb les necessitats que tindran els titulats i titulades.



#### Bàsiques:

CB6. Posseir i comprendre coneixements que aportin una base o oportunitat de ser originals en el desenvolupament i / o aplicació d'idees, sovint en un context d'investigació.

CB7. Que els estudiants sàpiguen aplicar els coneixements adquirits i la seva capacitat de resolució de problemes en entorns nous o poc coneguts dins de contextos més amplis (o multidisciplinaris) relacionats amb la seva àrea d'estudi.

CB8. Que els estudiants siguin capaços d'integrar coneixements i enfrontar-se a la complexitat de formular judicis a partir d'una informació que, sent incompleta o limitada, inclogui reflexions sobre les responsabilitats socials i ètiques vinculades a l'aplicació dels seus coneixements i judicis

CB9. Que els estudiants sàpiguen comunicar les seves conclusions i els coneixements i raons últimes que les sustenten a públics especialitzats i no especialitzats d'una manera clara i sense ambigüitats.

CB10. Que els estudiants tinguin les habilitats d'aprenentatge que els permetin continuar estudiant d'una manera que haurà de ser en gran mesura autodirigit o autònom.

## METODOLOGIES DOCENTS

Adquirir criteris d'avaluació de la viabilitat tecnològica i de les possibilitats de la conversió d'energia eòlica oceànica.

Analitzar dissenys específics de tecnologia d'aprofitament de l'energia eòlica oceànica.

Desenvolupar actituds i aptituds per a la planificació i dimensionament de sistemes d'aerogeneradors.

Realitzar estudis de viabilitat tecnològica de generació eòlica.

Analitzar aplicacions reals.

Estudiar casos i articles sobre temes de l'assignatura.

Realitzar treballs individualment.

## OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Conèixer els criteris d'avaluació del potencial i viabilitat de l'energia eòlica offshore.

Desenvolupar la capacitat d'aplicar la tecnologia existent i d'avaluar noves tecnologies aplicables a la generació eòlica.

Tenir la capacitat de dimensionar els dispositius i instal·lacions associats als sistemes eòlics offshore.

## HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	39,0	31.20
Hores grup mitjà	6,0	4.80
Hores aprenentatge autònom	80,0	64.00

**Dedicació total:** 125 h

## CONTINGUTS

### Tema 1: Tecnologia eòlica offshore

#### Descripció:

- Introducció a l'avaluació dels recursos.
- El mercat de l'energia eòlica offshore.
- Elements que componen un aerogenerador marí i característiques bàsiques.

#### Dedicació: 13h

Grup gran/Teoria: 4h

Activitats dirigides: 4h

Aprenentatge autònom: 5h



## Tema 2: Consideracions de disseny, construcció i instal·lació d'un parc eòlic marí

### Descripció:

- Definicions i conceptes bàsics: corba de potència, coeficient  $C_p$ , límit de Betz, distribucions temporals de freqüència i verticals del vent.
- Forces del vent i com afecten.
- Aerodinàmica de les turbines eòliques.
- Tipus de turbines eòliques. Turbines de velocitat fixa i de velocitat variables.
- Introducció als components dels aerogeneradors, subsistemes.
- Tipus de generadors elèctrics.
- Comportament i anàlisi en estat estacionari i dinàmic, eficiència, operació i regulació. Modelatge.
- Suports (fonaments i ancoratges).

**Dedicació:** 19h

Grup gran/Teoria: 7h

Activitats dirigides: 7h

Aprenentatge autònom: 5h

## Tema 3: Disponibilitat del recurs eòlic. Predicció de potència

### Descripció:

- Gestió d'un projecte eòlic marí.
- Quantificació de l'energia del vent.
- Ús de mètodes de simulació per estimar la producció d'energia eòlica i quan són aplicables.
- L'eficiència d'una turbina eòlica, determinació del rendiment energètic utilitzant dades reals o aproximats de velocitat del vent.
- Organització i producció d'un parc eòlic marí.
- Configuració i dimensionat, l'efecte estela entre pales eòliques.
- Límits d'operació i rendibilitat.
- Anàlisi d'instal·lacions construïdes

**Dedicació:** 21h

Grup gran/Teoria: 8h

Activitats dirigides: 8h

Aprenentatge autònom: 5h

## Tema 4: Connexió del parc en xarxa i a la xarxa. infraestructura elèctrica

### Descripció:

- Tecnologies, criteris d'aprofitament i disseny.
- Convertidors estàtics d'energia elèctrica. Convertidors DC-AC i AC-DC.
- Enllaços en alta tensió CA (HCAC) i CC (HVDC) per a transmissió i evacuació d'energia, cables per a transport CC.
- Control i protecció del sistema.
- Conceptes bàsics d'integració a la xarxa de turbines eòliques.
- Efectes que l'energia eòlica té sobre el funcionament de la xarxa.
- El concepte de Supergrid. Integració i interconnexió de grans parcs eòlics offshore
- Anàlisi d'instal·lacions construïdes i projectes rellevants.

**Dedicació:** 29h

Grup gran/Teoria: 12h

Activitats dirigides: 12h

Aprenentatge autònom: 5h

### Tema 5: Operació i manteniment

**Descripció:**

- Gestió del projecte
- Tempestes i riscos climàtics adversos
- Impacte ambiental
- Serveis auxiliars i de gestió interna
- Manteniment i cicle de vida de la instal·lació
- Vaixells de suport a la instal·lació i manteniment

**Dedicació:** 17h

Grup gran/Teoria: 6h

Activitats dirigides: 6h

Aprenentatge autònom: 5h

### Tema 6: Costos d'operació i explotació

**Descripció:**

- Finançament de projectes
- Costos
- Riscos
- Assegurances i gestió financera
- Diferents esquemes de suport econòmic per a l'energia eòlica.

**Dedicació:** 13h

Grup gran/Teoria: 4h

Activitats dirigides: 4h

Aprenentatge autònom: 5h

### Tema 7: Regulacions nacionals i internacionals

**Descripció:**

- Context internacional de les energies renovables marines.
- Incentius a les energies renovables marines.
- Polítiques nacionals, europees.
- Tarifes elèctriques a Espanya.
- Línies d'actuació preferencials

**Dedicació:** 13h

Grup gran/Teoria: 4h

Activitats dirigides: 4h

Aprenentatge autònom: 5h

## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

La qualificació final és la suma de les qualificacions parcials següents:

$$N_{\text{final}} = 0.2 \cdot N_f + 0.2 \cdot N_p + 0.6 \cdot N_c$$

N<sub>final</sub>: Qualificació final

N<sub>f</sub>: Qualificació avaluació final

N<sub>p</sub>: Qualificació avaluació parcial

N<sub>c</sub>: Qualificació avaluació continuada (Participació en les activitats de classe, treballs, exercicis, presentacions.)



## NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

---

L'assistència a les proves és obligatòria. Participar en les activitats que es realitzen durant el curs, la realització d'exercicis i presentacions en classes, són determinants en la nota d'avaluació continuada.

## BIBLIOGRAFIA

---

### Bàsica:

- Heier, Siegfried. Grid integration of wind energy : onshore and offshore conversion systems [en línia]. 3rd ed. Chichester: Wiley, 2014 [Consulta: 01/09/2022]. Disponible a: <https://onlinelibrary-wiley-com.recursos.biblioteca.upc.edu/doi/book/10.1002/9781118703274>. ISBN 9781118703304.
- Wildi, Théodore. Electrical machines, drives, and power systems. 6th ed. Essex: Pearson Education, 2014. ISBN 9781292024585.
- Ackermann, Thomas. Wind power in power systems [en línia]. 2nd ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2012 [Consulta: 01/09/2022]. Disponible a: <https://onlinelibrary-wiley-com.recursos.biblioteca.upc.edu/doi/book/10.1002/9781119941842>. ISBN 9780470974162.

### Complementària:

- López Mendizabal, Ramón [et al.]. Con el viento a favor = With a fair wind. [Madrid]: Fundación ESTEYCO, 2015. ISBN 9788494332425.
- Carta González, José Antonio [et al.]. Centrales de energías renovables : generación eléctrica con energías renovables [en línia]. 2a ed. Madrid: Pearson, 2013 [Consulta: 30/05/2022]. Disponible a: [https://www-ingebook-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB\\_BooksVis?cod\\_primaria=1000187&codigo\\_libro=1324](https://www-ingebook-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=1324). ISBN 9788483229989.
- Hau, Erich. Wind turbines : fundamentals, technologies, application, economics [en línia]. 3rd ed. Berlin: Springer, 2013 [Consulta: 04/07/2019]. Disponible a: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-27151-9>. ISBN 9783642271519.
- Villarrubia López, Miguel. Ingeniería de la energía eólica [en línia]. Barcelona: Marcombo Ediciones Técnicas, 2012 [Consulta: 01/09/2022]. Disponible a: <https://web-p-ebsohost-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ehost/ebookviewer/ebook?sid=93b851e4-5e0d-4b1c-9105-a157f7498b60%40redis&vid=0&format=EK>. ISBN 9788426718563.

## RECURSOS

---

### Altres recursos:

Articles tècnics aportats pel professor