

Guia docent

250585 - ENERENOMAR - Energies Renovables Marines

Última modificació: 28/06/2024

Unitat responsable: Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Camins, Canals i Ports de Barcelona

Unitat que imparteix: 751 - DECA - Departament d'Enginyeria Civil i Ambiental.

Titulació: GRAU EN CIÈNCIES I TECNOLOGIES DEL MAR (Pla 2018). (Assignatura optativa).

Curs: 2024

Crèdits ECTS: 6.0

Idiomes: Català

PROFESSORAT

Professorat responsable: JUAN PABLO SIERRA PEDRICO

Altres: DANIEL ALARCÓN FERNÁNDEZ, CORRADO ALTOMARE, MARC MESTRES RIDGE, CLIMENT MOLINS BORRELL, JUAN PABLO SIERRA PEDRICO

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:

13388. Dominar i aplicar el lèxic i conceptes propis de les Ciències i Tecnologies del Mar i d'altres camps relacionats.
13390. Establir una bona pràctica en la integració de tècniques numèriques, de laboratori i camp habituals en l'anàlisi de qualsevol problema relacionat amb el medi marí.
13391. Participar i eventualment dirigir equips de treball multidisciplinars en el camp de les Ciències i Tecnologies del Mar per donar resposta als reptes socials plantejats en aquest camp.
13392. Avaluar la bio- i geo-diversitat del medi marí, identificant hàbitats i ecosistemes amb criteris multidisciplinars.
13393. Avaluar la dinàmica de mars i oceans a diferents escales, identificant masses d'aigua i les seves propietats. (Competència específica de la Menció en Ciències i Enginyeria de la Mar)
13395. Plantejar, avaluar i proposar solucions amb / sobre la base de criteris científics i tècnics als diferents conflictes d'ús i explotació en el medi marí i costaner dels recursos de tota mena.
13396. Plantejar, analitzar i optimitzar el funcionament d'actuacions i infraestructures en el medi marí. (Competència específica de la Menció en Ciències i Enginyeria de la Mar)
13397. Realitzar estudis d'impacte, ordenació i protecció de l'espai marí i zona terrestre adjacent, incloent-hi les corresponents infraestructures i els seus impactes.
13398. Realitzar prediccions operacionals en mar obert i zones costaneres, incloent els corresponents mapes de risc. (Competència específica de la Menció en Ciències i Enginyeria de la Mar)
13400. Utilitza models matemàtics d'avantguarda en el camp marí per analitzar impactes i interaccions amb les activitats socioeconòmiques suportades per aquest mitjà. (Competència específica de la Menció en Ciències i Enginyeria de la Mar)
13403. Desenvolupar un marc conceptual per abordar la sostenibilitat del medi marí i les activitats soci econòmiques que suporta a diferents escales, explicitant els efectes del canvi de clima.
13406. Redactar informes tècnics i divulgar coneixements sobre les diferents components del sistema marí, considerant el marc legal aplicable.

Genèriques:

13383. Desenvolupar un marc conceptual que lligui els aspectes científicotecnològics i de gestió per als recursos marins, explicitant les interaccions amb infraestructures marines i plans d'ordenació en zones costaneres.
13386. Abordar i transmetre estudis en les diferents línies que convergeixen en les Ciències i Tecnologies del Mar.
13387. Combinar la preservació amb l'activitat econòmica en el marc de la legislació vigent fomentant el desenvolupament d'una consciència social i ambiental.

METODOLOGIES DOCENTS

L'assignatura consta de 4 hores presencials a l'aula, repartides en dues sessions de 2 hores cadascuna.

Es dediquen part de les hores lectives a classes teòriques, en què el professorat exposa els conceptes i materials bàsics de la matèria i presenta exemples.

Es dedica la resta del temps a la resolució de problemes amb una major interacció amb l'estudiantat. Es realitzen exercicis pràctics per tal de consolidar els objectius d'aprenentatge generals i específics.

S'utilitza material de suport en format de pla docent detallat mitjançant el campus virtual ATENEA: continguts, programació d'activitats d'avaluació i d'aprenentatge dirigit i bibliografia.

Tot i que la majoria de les sessions s'impartiran en l'idioma indicat a la guia, potser les sessions en què es compti amb el suport d'altres experts convidats puntualment es duguin a terme en un altre idioma.

OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Aquesta assignatura abordarà els aspectes més rellevants de l'ús d'energies renovables marines i les seves diferents alternatives. En particular es mostraran aspectes particulars de 3 fonts d'energies renovables: l'energia eòlica marina (així com el dimensionament de plataformes flotants per a aerogeneradors), l'energia undimotriu (extreta de l'onatge per mitjà de prototips de primera, segona i tercera generació) i la energia mareomotriu (extreta de la marea). Es considera així mateix el seu impacte sobre la zona costanera emergida i submergida.

1. Poder realitzar un estudi de potencial energètic tant d'onades, corrents, vents, marees, gradient tèrmic i salí.
2. Conèixer els principals convertidors marins seu dimensionament i estimació del potencial bàsic.
3. Realitzar estudis de viabilitat tècnica, mediambiental i econòmica i dels paràmetres que afecten cada un d'ells en l'àmbit de les energies renovables marines.

Els temes que s'aborden en aquesta matèria cobreixen la major part dels problemes i reptes físics, mediambientals i ecològics identificats per part de la comunitat científica i els agents socials als s'enfrontarà la zona costanera en un futur pròxim sota diferents escenaris de desenvolupament i canvi climàtic.

El principal objectiu de l'assignatura és proporcionar a l'alumne nocions sobre les principals fonts d'energies marines renovables, les seves característiques i els seus avantatges i inconvenients. També s'aportaran coneixements sobre les modalitats d'explotació i el marc regulador nacional i internacional per a aquest tipus d'energies. Aquesta assignatura cobreix aspectes amb un gran potencial de futur, ja que les demandes energètiques van creixent amb la població i, cada vegada, hi ha més pressió per a la utilització d'energies "netes".

Entre els principals objectius de l'assignatura està aprendre a avaluar el recurs energètic (és a dir, la quantitat d'energia que potencialment es podria extreure) d'una zona determinada en funció de les seves característiques meteorològiques i hidrodinàmiques, i per als diferents tipus d'energia (eòlica, de l'onatge i de les marees). També es donaran a conèixer els diferents sistemes de captació d'energia i s'ensenyarà a calcular la producció real d'energia en funció del tipus de convertidor utilitzat i la variabilitat temporal, tant del recurs com de la producció. A més a més, l'assignatura inclou formació sobre conceptes de la hidrodinàmica i l'enginyeria oceàniques, que permetran entendre els principis mecànics dels sistemes de captació i conèixer la caracterització de les accions, el que és de gran aplicabilitat en el camp del disseny i desplegament d'aparells d'extracció d'energia del mar.

L'organització de l'assignatura té una estructura jeràrquica ben definida, començant per una introducció a les energies renovables, es segueix per una ampliació d'hidrodinàmica focalitzada en els propietats dels objectes flotants i tipologia dels conceptes emprats. Es continuarà amb cada una de les principals energies renovables marines, eòlica, undimotriu i mareomotriu, desenvolupant els temes relatius a l'avaluació del recurs, els sistemes de captació i les accions, juntament amb els aspectes regulatoris

L'orientació de l'assignatura pretén ser pràctica, per la qual cosa, a més de donar els coneixements teòrics necessaris, aquests s'aniran aplicant durant el curs. Per a això es faran diverses classes pràctiques, que hauran de ser completades i entregades pels alumnes i que serviran per a la seva avaluació. Aquestes pràctiques estaran basades en dades reals que serviran per formar als estudiants de cara a l'aplicació dels coneixements adquirits en la vida professional. Addicionalment, tots els temes inclouran exemples pràctics presos de casos reals en què els professors hagin estat involucrats (cosa que permetrà donar un coneixement de primera mà el més complet possible

HORES TOTS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	30,0	20.00
Hores grup mitjà	15,0	10.00
Hores grup petit	15,0	10.00
Hores aprenentatge autònom	90,0	60.00

Dedicació total: 150 h

CONTINGUTS

Marc conceptual de l'assignatura

Descripció:

Objectius bàsics de l'assignatura i plantejament. Energies tradicionals. Energies renovables. Energies renovables marines. Unitats. Condicionants del medi marí.

Dedicació: 4h 48m

Grup gran/Teoria: 2h

Aprenentatge autònom: 2h 48m

Conceptes d'Hidrodinàmica i Enginyeria Oceànica

Descripció:

Principi d'Arquímedes. Estabilitat hidrostàtica. Centre de Flotació. Metacentre. Corba d'estabilitat dinàmica. Exemples d'estabilitat hidrostàtica.

Exercici d'estabilitat hidrostàtica

Sistemes actius i passius de manteniment de la posició. Definició de sistema d'amarres. Tipologia de les amarres i materials per a les amarres. Sistemes d'ancoratge de les amarres al fons del mar. Moviments de les estructures flotants.

Fixes i flotants. Fixes: mono-piló, bases per gravetat, gelosies, trípodcs. Flotants: SPAR, TLP, semi-submergible, barcaassa.

Triangle de l'estabilitat: flotació, amarres i llast. Períodes propis d'oscil·lació de les estructures flotants. Concepte de Response Amplitude Operator.

Accions sobre les estructures marines: onatge, corrents marins, desprendiment de vòrtexs, acció del vent, estimació dels coeficients hidrodinàmics, radiació, difracció, forces viscoses, creixement marí (marine growth).

Accions sobre les estructures marítimes. Exercici

Dedicació: 31h 12m

Grup gran/Teoria: 9h

Grup mitjà/Pràctiques: 4h

Aprenentatge autònom: 18h 12m

Energia eòlica marina

Descripció:

L'energia eòlica avui a Europa i al món: penetració. Concepte LCOE (cost anivellat de l'energia), evolució de l'eòlica marina. Principis físics per l'extracció d'energia del vent. Coeficient de potència. Límit de Betz. Usar l'arrossegament (drag) o la sustentació (lift). Forces i torsor aerodinàmic. Control de l'angle d'atac de les pales. Corbes de potència, coeficient de potència en funció de la velocitat del vent.

Energia del vent. Exercici

Origen del vent. Variabilitat. Distribució temporal del vent. Distribució en altura del vent. Intensitat de turbulència. Obstacles. Mapes de recurs. Instruments de mesura del vent.

Caracterització del vent. Pràctica

Turbines d'eix vertical i d'eix horitzontal. Classificació de turbines eòliques segons IEC-61400. Parts d'una turbina eòlica. Evolució de la potència de les turbines. Informes de producció d'una turbina. Avaluació del recurs i de la producció d'una turbina. Pràctica sobre la producció esperable. Avantatges de les turbines off-shore. Exemples d'instal·lació de turbines off-shore, fixes i flotants.

Dedicació: 40h 48m

Grup gran/Teoria: 9h

Grup mitjà/Pràctiques: 3h

Grup petit/Laboratori: 5h

Aprenentatge autònom: 23h 48m

Energia undimotriu

Descripció:

Principis físics per l'extracció de l'energia de l'onatge. Fonts de dades d'onatge. Generació de dades d'onatge (models). Avaluació del recurs. Coeficients de variabilitat.

Sistemes de captació. Tipus de convertidors de l'energia de l'onatge (WECs). Càlcul de la producció d'un WEC. Matrius de conversió. Factor de capacitat. Exemples de plantes pilot de WECs.

Pràctiques sobre l'avaluació del recurs energètic en una zona determinada i sobre la producció de diversos WECs.

Dedicació: 21h 36m

Grup gran/Teoria: 5h

Grup mitjà/Pràctiques: 4h

Aprenentatge autònom: 12h 36m

Energia mareomotriu

Descripció:

Principis físics per l'extracció de l'energia de les marees. Energia potencial (rang de marees). Energia cinètica (corrents de marea). Fonts de dades de marea. Generació de dades de marees (models).

Tipus de centrals de marea. Càlcul de la producció d'una central. Exemples de centrals existents.

Tipus de convertidors de l'energia cinètica de les marees (TECs). Càlcul de la producció d'un TEC. Condicionants per a la producció: límit de Betz, velocitat d'inici i potència nominal. Exemples de plantes pilot de TECs.

Pràctica sobre la producció d'energia d'un TEC.

Dedicació: 19h 12m

Grup gran/Teoria: 5h

Grup mitjà/Pràctiques: 3h

Aprenentatge autònom: 11h 12m

Altres tipus d'energies i temes a considerar

Descripció:

Energia tèrmica oceànica: principi físic. Estat de l'energia tèrmica oceànica i exemples de plantes pilot. Energia osmòtica: principi físic i estat de situació.

Introducció al modelat numèric. Tipus de models que es poden utilitzar per avaluar dispositius d'extracció d'energia marina.

Models Lagrangians. Presentació d'un model tipus SPH per efectuar estudis d'interacció onatge-dispositiu. Pràctica amb el model.

Marc regulatori a l'Estat Espanyol i a Europa. Criteris per a la selecció de l'emplaçament. Protocols per a la realització d'estudis d'impacte ambiental en el medi marí. Impactes potencials de l'extracció d'energia en el medi ambient. Situació del sector de les energies renovables marines.

Dedicació: 26h 24m

Grup gran/Teoria: 3h

Grup petit/Laboratori: 8h

Aprenentatge autònom: 15h 24m

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

L'assignatura s'avaluarà mitjançant exàmens parcials, a més dels treballs pràctics, que tindran un pes del 50% en la nota final. És a dir

Nota de curs = 0.5 (Nota mitjana exàmens parcials) + 0.5 (Nota mitjana pràctiques).

Re-avaluació (RE)

Criteris de qualificació i d'admissió a la reavaluació (Re):

Els alumnes suspesos a l'avaluació ordinària que s'hagin presentat regularment a les proves d'avaluació de l'assignatura suspesa tindran opció a realitzar una prova de reavaluació en el període fixat en el calendari acadèmic. No podran presentar-se a la prova de reavaluació d'una assignatura els estudiants que ja l'hagin superat ni els estudiants qualificats com no presentats o que no hagin lliurat la totalitat dels exercicis/problemes (*Pr) i dels treballs i informes (*Tr).

La reavaluació (RE) consistirà en un únic examen que abasta tot el contingut del curs. La nota màxima de la reavaluació serà de cinc (5.0) i la nota final del curs serà la nota màxima entre l'avaluació continuada i l'examen de re-avaluació, és a dir, MAX(Avaluació ordinària/RE).

La no assistència d'un estudiant convocat a la prova de reavaluació, celebrada en el període fixat no podrà donar lloc a la realització d'una altra prova amb data posterior. Es realitzaran avaluacions extraordinàries per a aquells estudiants que a causa de força major acreditada no hagin pogut fer alguna de les proves d'avaluació continuada. Aquestes proves han de ser autoritzades pel cap d'estudis corresponent, a petició del professor responsable de l'assignatura, i es realitzaran dins del període lectiu corresponent.

NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

Si no es realitza alguna de les activitats de laboratori o d'avaluació contínua en el període programat, es considerarà com a puntuació zero. Les proves es realitzaran de forma individual, amb preguntes tipus test que poden ser teòriques o preguntes tipus problemes. Els exàmens poden incloure preguntes curtes a desenvolupar per l'alumnat i exercicis a resoldre.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Pecher, A.; Kofoed, J.P. Handbook of Ocean Wave Energy. Cham: Springer, 2017. ISBN 9783319398891.
- Chakrabarti, K.S. Handbook of Offshore Engineering [en línia]. Amsterdam: Elsevier Science, 2005 [Consulta: 09/02/2023]. Disponible a: <https://www.sciencedirect-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/9780080443812/handbook-of-offshore-engineering>. ISBN 0080443818.
- Multon, B. (ed.). Marine renewable energy handbook (ISTE). London ; Hoboken, NJ: ISTE ; John Wiley & Sons, 2012. ISBN 9781848213326.
- Yang, Z. ; Copping, A. Marine Renewable Energy. Resource Characterization and Physical Effects [en línia]. Cham: Springer, 2017 [Consulta: 09/02/2023]. Disponible a: <https://link-springer-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/10.1007/978-3-319-53536-4>. ISBN 9783319535364.
- Matha, D., Cruz, J.; Masciola, M.; Bachynski, E.; Atechson, M.; Goupee, A.; Gueydon, S.; Robertson, A. Floating offshore wind energy: The next generation of wind energy [en línia]. Cham: Springer, 2016 [Consulta: 09/02/2023]. Disponible a: <https://link-springer-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/10.1007/978-3-319-29398-1>. ISBN 9783319293981.