# Guia docent
# 220112 - FT - Fluidotècnia

**Última modificació:** 17/07/2025

**Unitat responsable:** Escola Superior d'Enginyeries Industrial, Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa
**Unitat que imparteix:** 729 - MF - Departament de Mecànica de Fluids.

**Titulació:** GRAU EN ENGINYERIA EN TECNOLOGIES INDUSTRIALS (Pla 2010). (Assignatura obligatòria).

**Curs:** 2025 **Crèdits ECTS:** 4.5 **Idiomes:** Català, Castellà

## PROFESSORAT

**Professorat responsable:** Pedro Javier Gamez-Montero

**Altres:** MIQUEL TORRENT GELMÀ

## CAPACITATS PRÈVIES

Es considera imprescindible haver superat l'assignatura de Mecànica de Fluids

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

**Específiques:**
CE26T-GETI. Coneixement aplicat dels fonaments dels sistemes i màquines fluidomecàniques (Mòdul de tecnologia específica - itineari ESEIAAT)

## METODOLOGIES DOCENTS

Grup gran: Metodologies de Càlcul i Disseny
En les sessions d'exposició dels continguts el professor introduirà les bases teòriques de la matèria, conceptes, mètodes i resultats il·lustrant-los amb exemples convenients per facilitar-ne la comprensió. Les classes de teoria combinen mètode expositiu i aprenentatge actiu directament relacionats amb l'Activitat 1 i es treballaran exemples i aplicacions particulars relacionats amb l'Activitat 2.

Grup petit: Laboratori / Seminaris d'aplicacions
Les classes de pràctiques, en grups petits, es realitzaran al laboratori o en les aules informàtiques. El treball pràctic es desenvolupa individualment, en parelles i/o equips, a especificar en cada laboratori / seminari. L'objectiu és que l'alumnat sigui capaç de recopilar dades, tractar-les, analitzar-les i extreure les conclusions, comparant els resultats amb altres de referència, teòrics, numèrics, o experimentals. Les classes estan relacionades directament amb les activitats de seminaris I a la VI.

Aprenentatge autònom
Els estudiants, de forma autònoma hauran d'estudiar i exercitar-se per assimilar i aprendre els conceptes, resoldre els exercicis proposats ja sigui manualment o amb l'ajuda de l'ordinador. Les activitats programades fora de l'aula estaran dissenyades perquè serveixin com autoaprenentatge, realització d'activitats avaluables i resoldre els qüestionaris.

Idioma
L'idioma d'impartició de les classes és el català. El material docent i de les activitats (apunts, transparències, diapositives, dossiers, qüestionaris, etc.), es presentarà en català, castellà i/o anglès, en funció de la seva funcionalitat per l'ensenyament i l'aprenentatge.
Els controls i els exàmens estaran escrits en castellà, i l'estudiantat pot triar qualsevol de les dues llengües oficials per expressar-se oralment i per escrit, independentment de la llengua d'impartició de l'assignatura.

En aquesta assignatura pot haver algunes classes en català i algunes en castellà en el mateix grup. Consultar els horaris per saber l'idioma concret de cada classe/grup.

## OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Els objectius generals de l'assignatura de Fluidotècnia són:

A nivell de tècnica en l'àmbit de la seva especialitat
• Identificar els fonaments científics
• Utilitzar la tecnologia i l'enginyeria necessària

A nivell d'actuació professional
• Analitzar situacions concretes, definir problemes, prendre decisions i implementar plans d'actuació en la recerca de solucions
• Aplicar coneixements adquirits a situacions reals, gestionant adequadament els recursos disponibles
• Interpretar estudis, informes, dades i analitzar-les numèricament
• Seleccionar i manejar les fonts de informació
• Utilitzar les eines informàtiques existents com a suport
• Treballar en equip multidisciplinari
• Valorar la formació integral, la motivació personal, la mobilitat

A nivell d'aptitud i actitud,
• Entendre i expressar-se amb la terminologia adequada
• Treballar, analitzar, discutir i sintetitzar en grup

Els objectius d'aprenentatge de l'assignatura basats en la taxonomia de Bloom, impliquen que a l'acabar l'assignatura, l'estudiant ha de ser capaç de:
Nivell 3 (aplicar)
• Resoldre els problemes de Tecnologies Industrials relacionats amb el flux de fluids newtonians
• Utilitzar les eines teòriques, experimentals i numèriques adequades a cada problema

## HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

| Tipus | Hores | Percentatge |
|---|---|---|
| Hores grup petit | 14,0 | 12.44 |
| Hores grup gran | 31,0 | 27.56 |
| Hores aprenentatge autònom | 67,5 | 60.00 |

**Dedicació total:** 112.5 h

## CONTINGUTS

### Mòdul 1: INTRODUCCIÓ AL DISSENY FLUIDODINÀMIC

**Descripció:**
1.1 Anàlisi / Disseny (problema directe i problema invers)
1.2 Tipus d'anàlisi: integral, diferencial i adimensional
1.3 Fluids: propietats, tipologia, newtonians i no-newtonians
1.4 Aplicacions fluidoestàtiques
1.5 Exemples d'aplicacions i casos pràctics

**Objectius específics:**
En acabar aquest contingut l'estudiant ha de ser capaç de:
• Definir l'anàlisi i disseny directe i invers
• Descriure els tipus d'anàlisi
• Anomenar les principals propietats mecàniques dels fluids
• Explicar el criteri de compressibilitat i donar alguns exemples
• Anomenar les principals propietats termodinàmiques dels fluids
• Explicar el criteri de compressibilitat i donar alguns exemples
• Aplicar l'anàlisi fluidoestàtic i realitzar càlculs numèrics
• Realitzar càlculs numèrics basats en l'anàlisi fluidoestàtic
• Realitzar càlculs numèrics basats en les propietats mecàniques i termodinàmiques dels fluids

**Activitats vinculades:**
Classes expositives teoria amb exemples i problemes/aplicacions
Activitat 1 (aprenentatge actiu en aula)
Activitat 2 (problemes / aplicacions)
Activitat 3 (qüestionaris autoaprenentatge)
Activitat 4 (control coneixement)
Activitat 5 (examen parcial)

**Dedicació:** 7h 30m
Grup gran/Teoria: 3h
Aprenentatge autònom: 4h 30m

**Mòdul 2: APLICACIONS ANÀLISI DINÀMIC INTEGRAL**

**Descripció:**
2.1 Conceptes propedèutics: lleis de conservació
2.2 Formulació integral i diferencial
2.3 Balanços macroscòpics en sistemes isotèrmics
2.4 Aplicacions de disseny i càlcul d'elements, màquines i instal·lacions per a la manipulació de fluids (agitadors, toveres, dipòsits, sistemes de canonades amb turbomàquines, sistemes de regulació, etc.)
2.5 Utilització dels balanços macroscòpics per plantejar problemes de flux no estacionari
2.6 Exemples i casos pràctics

**Objectius específics:**
En acabar aquest contingut l'estudiant ha de ser capaç de:
• Enunciar, definir i interpretar les lleis bàsiques: conservació de massa, quantitat de moviment, moment cinètic i energia
• Distingir entre formulació integral i diferencial i enumerar les característiques més importants de les dues formulacions
• Utilitzar l'anàlisi dinàmic integral
• Resoldre aplicacions relacionades les lleis bàsiques en anàlisis integral de sistema de referència inercial i no inercial.
• Calcular magnituds en estudi d'aplicacions de disseny i càlcul d'elements, màquines i instal·lacions per a la manipulació de fluids.

**Activitats vinculades:**
Classes expositives teoria amb exemples i problemes / aplicacions
Activitat 1 (aprenentatge actiu en aula)
Activitat 2 (problemes / aplicacions)
Activitat 3 (qüestionaris autoaprenentatge)
Activitat 4 (control coneixement)
Activitat 5 (examen parcial)
Activitat 7 (control de laboratori/seminaris)
Activitat 8 (seminari I: flux extern en CFD)

**Dedicació:** 17h 30m
Grup gran/Teoria: 5h
Grup petit/Laboratori: 2h
Aprenentatge autònom: 10h 30m

## Mòdul 3: APLICACIONS ANÀLSI DINÀMIC DIFERENCIAL

**Descripció:**
3.1 Conceptes propedèutics amb equacions de moviment: Navier-Stokes, Reynolds, Euler, Bernoulli
3.2 Flux dominat per la viscositat (Re baixos). Flux de Couette i flux de Hagen-Poiseuille.
3.3 Exemples d'aplicacions de fluxos dominats per la viscositat, com flux entre dos cilindres concèntrics, coixinets (hidrostàtics i fluid dinàmics), lubricació, entre d'altres.
3.4 Flux ideal (Re alts). Equació d'Euler i estudi de la partícula de fluid al llarg i normal a una línia de corrent.
3.5 Exemples d'aplicacions de fluxos ideals, com flux en conducte amb curvatura, al voltant d'un cos amb curvatura, entre d'altres.
3.6 Introducció al flux no-newtonià en canonada de secció recta circular. Llei potencial. Plàstic de Bingham.
3.7 Exemples d'aplicacions de fluxos de manipulació de productes alimentaris, flux en medis porosos, etc.
3.8 Casos pràctics

**Objectius específics:**
En acabar aquest contingut l'estudiant ha de ser capaç de:
• Interpretar i simplificar l'equació de Navier-Stokes
• Utilitzar l'anàlisi dinàmic diferencial
• Resoldre aplicacions relacionades les lleis bàsiques en anàlisis diferencial.
• Calcular el perfil de velocitats i les magnituds dinàmiques derivades pel flux dominat per la viscositat i fluix ideal
• Calcular el flux i les magnituds dinàmiques no-newtonià en canonada de secció recta circular per fluid de llei potencial i plàstic de Bingham.
• Calcular magnituds en estudi d'aplicacions de disseny i càlcul d'elements, màquines i instal·lacions per a la manipulació de fluids.

**Activitats vinculades:**
Classes expositives teoria amb exemples i problemes / aplicacions
Activitat 1 (aprenentatge actiu en aula)
Activitat 2 (problemes / aplicacions)
Activitat 3 (qüestionaris autoaprenentatge)
Activitat 6 (examen final)
Activitat 7 (control de laboratori / seminaris)
Activitat 9 (seminari II: flux amb viscositat dominant en CFD)

**Dedicació:** 22h 30m
Grup gran/Teoria: 5h
Grup petit/Laboratori: 4h
Aprenentatge autònom: 13h 30m

## Mòdul 4: APLICACIONS ANÀLISI ADIMENSIONAL

**Descripció:**
4.1. Les lleis de semblança (geomètrica, cinemàtica i dinàmica)
4.2. Números adimensionals bàsics
4.3. Teoria de models, el disseny d'experiments i la correlació de dades experimentals.
4.4. Exemples d'aplicacions i casos pràctics

**Objectius específics:**
En acabar aquest contingut l'estudiant ha de ser capaç de:
• Explicar les bases de l'anàlisi dimensional i donar exemples de les seves aplicacions
• Donar les unitats bàsiques de magnituds físiques utilitzades
• Enunciar el teorema Pi de Buckingham
• Calcular els grups adimensionals que intervenen en una determinada llei física
• Identificar grups adimensionals importants
• Utilitzar l'anàlisi adimensional
• Calcular l'escala d'un model sobre la base de la similitud cinemàtica i dinàmica
• Calcular la relació de magnituds físiques entre prototip i model

**Activitats vinculades:**
Classes expositives teoria amb exemples i problemes / aplicacions
Activitat 1 (aprenentatge actiu en aula)
Activitat 2 (problemes / aplicacions)
Activitat 3 (qüestionaris autoaprenentatge)
Activitat 6 (examen final)
Activitat 7 (control de laboratori / seminaris)
Activitat 12 (seminari V: nombres adimensionals i teoria de models)

**Dedicació:** 10h
Grup gran/Teoria: 2h
Grup petit/Laboratori: 2h
Aprenentatge autònom: 6h

## Mòdul 5: APLICACIONS INSTAL·LACIONS DE FLUIDS

**Descripció:**
5.1 Equació de Bernoulli generalitzada
5.2 Pèrdues de càrrega primàries i secundàries. Darcy-Weisbach, Moody, factor de fricció i elements
5.3 Corba de sistema
5.4 Rendiments i corba característica de la bomba centrífuga
5.5 Instal·lacions amb bomba centrífuga. Punt de funcionament
5.6 Regulació

**Objectius específics:**
En acabar aquest contingut l'estudiant ha de ser capaç de:
• Definir l'equació de Bernoulli generalitzada
• Interpretar el diagrama de Moody
• Calcular el factor de fricció
• Calcular pèrdues de càrrega primàries i secundàries
• Identificar els rendiments i corba característica de la bomba centrífuga
• Identificar la corba de sistema
• Calcular el punt de funcionament d'una instal·lació amb bomba
• Descriure la regulació d'una instal·lació

**Activitats vinculades:**
Classes expositives teoria amb exemples i problemes / aplicacions
Activitat 1 (aprenentatge actiu en aula)
Activitat 2 (problemes / aplicacions)
Activitat 3 (qüestionaris autoaprenentatge)
Activitat 6 (examen final)

**Dedicació:** 10h
Grup gran/Teoria: 6h
Aprenentatge autònom: 4h

## Mòdul 6: APLICACIONS SISTEMES OLEOHIDRÀULICS DE TRANSMISSIÓ DE POTÈNCIA

**Descripció:**
6.1 Tecnologia potència de fluids (comparació de sistemes oleohidràulics, mecànics, elèctrics i pneumàtics en termes de rendiment, fiabilitat, eficiència i versatilitat), sistemes industrials i mòbils d'energia, representació i unitats de símbols ISO, normes ISO 1219:2012 i 4413:2011.
6.2 Generació de pressió, pèrdues de pressió, generació de calor, fuites de fluids, cavitació, soroll i vibració. Informació clau: el producte de l'esforç i el flux és la potència com a elèctrica (tensió × corrent), mecànica (força × velocitat), rotacional (parell × velocitat angular) i fluid (pressió × flux).
6.3 Màquines de desplaçament positiu: tipus de disseny, principi de funcionament, concepte de desplaçament, bomba de desplaçament fix/variable, cabal, cas ideal, rendiment real, pressió de funcionament, potència hidràulica, eficiència, pèrdues, parell i velocitat del motor.
6.4 Cilindres o actuadors (dimensions, àrea del pistó i força transmesa, velocitat de la barra, pandeig, càrrega lateral)
6.5 Vàlvules. Construcció i característiques, aplicacions i tipus de disseny (a pressió, cabal i direccional).
6.6 Circuit bàsic. Components bàsics: actuador, vàlvula de control direccional, bomba i vàlvula d'alleujament de pressió. Principi de funcionament i funció dels components. Tipus de càrrega: resistiva/desbordament. Protecció contra embalament. Exemple.
6.7 Circuits de control de velocitat. Controls de restricció (sistemes d'entrada, de sortida i de purga). Control de velocitat amb vàlvules limitadores simples. Control de cabal i efectes dels circuits de canvi de càrrega amb vàlvules de control de cabal compensada per pressió. Exemple.

**Objectius específics:**
• Interpretar les diferents propietats dels fluids hidràulics
• Interpretar i discutir esquemes oleohidràulics segons l'estàndard ISO 1219 i les dades tècniques dels catàlegs de bombes, vàlvules, motors i actuadors.
• Descriure l'ús de diferents tipus de vàlvules (de cabal, de pressió i direccionals) en sistemes hidràulics.
• Analitzar l'ús de diferents tipus de vàlvules (caudal, pressió i direccional) en sistemes hidràulics.
• Explicar com funcionen els diferents components olehidràulics en sistemes de transmissió de potència.
• Analitzar el rendiment d'una bomba hidràulica i un motor hidràulic i fer-ne càlculs.
• Realitzar càlculs en sistemes de transmissió de potència
• Seleccionar dimensionament dels components en funció del seu ús final i dissenyar sistemes oleohidràulics senzills per controlar actuadors lineals i rotatius.

**Activitats vinculades:**
Classes expositives teoria amb exemples i problemes / aplicacions
Activitat 1 (aprenentatge actiu en aula)
Activitat 2 (problemes / aplicacions)
Activitat 3 (qüestionaris autoaprenentatge)
Activitat 6 (examen final)
Activitat 10 (seminari III: compenents oleohidràulics)
Activitat 11 (seminari IV: circuit oleohidràulics)

**Dedicació:** 35h
Grup gran/Teoria: 10h
Grup petit/Laboratori: 4h
Aprenentatge autònom: 21h

**Mòdul 7: GUIA I BONES PRÀCTIQUES EN LA LECTURA D'ARTICLES CIENTIFICOTÈCNICS AL DISSENY FLUIDODINÀMIC**

**Descripció:**
7.1 Introducció
7.2 Què són els articles de recerca? Per què llegir 'primary literature'?
7.3 El joc del llenguatge, la ciència i la filosofia.
7.4 És això 'primary literature'. Sempre en anglès?
7.5 Innovació: una paraula
7.6 L'anatomia del 'paper'. Seccions i en pràctica
7.7 Com llegir articles de recerca? En pràctica: hipòtesis i qüestions de recerca, argumentació de la recerca, conceptes i resultats.
7.8 En conjunt, a tenir en compte. En pràctica

**Objectius específics:**
En acabar aquest contingut l'estudiant ha de ser capaç de:
• De com la lectura d'articles de recerca aporta aprenentatge actiu a la docència d'enginyeria
• Identificar els paràmetres aplicables a la millora del propi aprenentatge
• Descobrir les principals aportacions de la lectura, crítica i avaluació d'articles de recerca
• Conèixer l'anatomia, seccions i continguts bàsics d'un article de recerca
• Gestionar la lectura no-lineal i selectiva dels continguts
• Seleccionar i aplicar la guia de bones pràctiques per criticar i avaluar un article de recerca
• Articular la recerca i trobada d'autors, indexes bibliomètrics i articles de recerca

**Activitats vinculades:**
Classes expositives teoria amb exemples i problemes / aplicacions
Activitat 1 (aprenentatge actiu en aula)
Activitat 2 (problemes / aplicacions)
Activitat 3 (qüestionaris autoaprenentatge)
Activitat 6 (examen final)
Activitat 13 (seminari VI: reading primeary literature, la sostenibilitat, la internacionalització i els fluids)

**Dedicació:** 10h
Grup gran/Teoria: 2h
Grup petit/Laboratori: 2h
Aprenentatge autònom: 6h

## ACTIVITATS

### ACTIVITAT 1. APRENENTATGE ACTIU A L'AULA

**Descripció:**
Aprenentatge actiu en aula per tal de potenciar la motivació, reforçar el pensament crític i activar l'aprenentatge adaptant-se així a les necessitats específiques de l'aula, entre altres, com:
- Passatemps clàssics creats pel professor ad hoc i lliurats en fotocòpies/dispositives (sopes de lletres, mots encreuats, les N diferències, aparellament, etc.)
- Eines multiplataforma d'aprenentatge mòbil electrònic i de ludificació ("gamificació")
- Recursos interactius H5P per a l'aprenentatge en web (tecnologia oberta i completament lliure)
- Altres eines i recursos a disposició

**Objectius específics:**
En acabar aquesta activitat l'estudiant ha de ser capaç de:
- Interpretar i exemplificar l'aprofitament i l'assimilació dels objectius específics associats en avaluació contínua als continguts 1, 2, 3, 4, 5 i 6.

**Material:**
Fotocòpies, eines multiplataforma, aplicacions, recursos interactius, etc.

**Lliurament:**
Les activitats són realitzades, comentades i corregides a l'aula entre estudiants i entre professor i estudiants.
Aquesta activitat no té un pes específic directe a la nota global de el curs.

**Dedicació:** 12h
Grup gran/Teoria: 4h
Aprenentatge autònom: 8h

### ACTIVITAT 2. PROBLEMES/APLICACIONS

**Descripció:**
Exercicis bàsics presentats en la documentació teòrica de l'assignatura. Problemes i aplicacions propostes per resoldre a classe. Els enunciats dels problemes i aplicacions es discuteixen, prèviament preparats pel professor, a classe.

**Objectius específics:**
En acabar aquesta activitat l'estudiant ha de ser capaç de:
- Analitzar i gestionar el temps per tal de resoldre els problemes de forma eficient. Treballar en grup i distribuir tasques en cas necessari.
- Trobar i analitzar documentació tècnica en el material suport, la bibliografia i / o internet relacionada amb els problemes proposats.

**Material:**
Apunts de l'assignatura a ATENEA (eina de gestió d'aprenentatge de la UPC basada en Moodle).
Llibre de l'assignatura ATENEA.

**Lliurament:**
La resolució del problema ha d'incloure els apartats següents: (a) Hipòtesi, (b) Dibuix de l'esquema, (c) Principis bàsics, (d) Resolució, (i) Resultats, (f) Conclusions i (g) Explicació: dins cada apartat, s'ha d'incloure sempre una petita explicació per raonar i argumentar els passos que s'han donat.
Aquesta activitat no té un pes específic directe a la nota global de el curs.

**Dedicació:** 18h
Grup gran/Teoria: 10h
Aprenentatge autònom: 8h

## ACTIVITAT 3. QÜESTIONARIS AUTOAPRENENTATGE

**Descripció:**
Qüestionaris tipus test realitzats individualment d'exercicis conceptuals formant part de l'aprenentatge autònom.

**Objectius específics:**
En acabar aquesta activitat l'estudiant ha de ser capaç de:
- Demostrar l'assoliment dels objectius específics associats en avaluació contínua als continguts 1, 2, 3, 4, 5, 6 i 7.

**Material:**
Qüestionaris on-line desenvolupats en la plataforma ATENEA de l'assignatura (eina de gestió d'aprenentatge de la UPC basada en Moodle)

**Lliurament:**
Cada qüestionari s'avalua i la seva nota forma part del 5% corresponent a la nota final de curs de les proves de qüestionaris autoaprenentatge.

**Dedicació:** 18h
Grup gran/Teoria: 10h
Aprenentatge autònom: 8h

## ACTIVITAT 4. CONTROL CONEIXEMENTS

**Descripció:**
Prova control tipus test realitzada a classe en parelles.

**Objectius específics:**
En acabar aquesta activitat l'estudiant ha de ser capaç de:
- Demostrar l'assoliment dels objectius específics associats als continguts 1, 2, 3 i 4.

**Material:**
Formulari d'en A4 una cara realitzat a mà per l'estudiant.

**Lliurament:**
El test s'avalua, i la seva nota té un pes del 5%, de la nota final de curs.

**Dedicació:** 5h
Grup gran/Teoria: 1h
Aprenentatge autònom: 4h

## ACTIVITAT 5. EXAMEN PARCIAL

**Descripció:**
Prova parcial individual.

**Objectius específics:**
En acabar aquesta activitat l'estudiant ha de ser capaç de:
- Demostrar l'assoliment dels objectius específics associats als continguts 1, 2, 3 i 4.

**Material:**
Els formularis utilitzats en els controls de coneixements.

**Lliurament:**
La prova té un pes del 35% de la nota final de curs.

**Dedicació:** 13h
Grup gran/Teoria: 3h
Aprenentatge autònom: 10h

### ACTIVITAT 6. EXAMEN FINAL

**Descripció:**
Prova parcial individual. Inclourà una activitat de recuperació de l'activitat (Primer Parcial).

**Objectius específics:**
En acabar aquesta activitat l'estudiant ha de ser capaç de:
- Demostrar l'assoliment dels objectius específics associats als continguts 1, 2, 3, 4, 5, 6 i 7.

**Material:**
Els formularis utilitzats en els controls de coneixements.

**Lliurament:**
La prova té un pes del 35% de la nota final de curs.

**Dedicació:** 13h
Grup gran/Teoria: 3h
Aprenentatge autònom: 10h

### ACTIVITAT 7. CONTROL DE LABORATORI/SEMINARIS

**Descripció:**
Prova control tipus test realitzada a classe individualment.

**Objectius específics:**
En acabar aquesta activitat l'estudiant ha de ser capaç de:
- Demostrar l'assoliment dels objectius específics associats als continguts 8, 9, 10, 11, 12 i 13.

**Material:**
Formulari o dossier lliurat a l'estudiant per part de professor per dur a terme la prova. A l'acabar, s'ha de retornar a professor.

**Lliurament:**
El test s'avalúa i la seva nota és el 10% corresponent a la nota final de curs de la prova control laboratori/seminari.

**Dedicació:** 5h
Grup petit/Laboratori: 2h
Aprenentatge autònom: 3h

## ACTIVITAT 8. SEMINARI I: FLUX EXTERN EN CFD

**Descripció:**
Pràctica realitzada amb programari de Computational Fluid Dynamics (CFD). Es simula un flux extern sobre un objecte (cilindre, esfera o perfil aerodinàmic) es comparen els resultats amb els càlculs teòrics realitzats a classe de teoria i/o problemes.

**Objectius específics:**
En acabar aquesta activitat l'estudiant ha de ser capaç de:
- Cercar informació a Internet, llibres, articles sobre mètodes numèrics emprats en CFD.
- Descriure de forma genèrica què és un programa de CFD.
- Realitzar una simulació amb geometria simple, d'un flux laminar amb condicions de contorn estàndard.
- Interpretar els resultats obtinguts d'una simulació de CFD.

**Material:**
Programari de CFD.
Ordinador d'aula informàtica.
Apunts de l'assignatura a ATENEA (eina de gestió d'aprenentatge de la UPC basada en Moodle).
Guió del seminari a ATENEA. L'idioma dels guions de seminaris és l'anglès.

**Lliurament:**
El lliurament correcte de l'informe forma part de el 10% de la nota global de curs, corresponent a la nota de pràctiques de laboratori / seminari.

**Dedicació:** 4h
Grup petit/Laboratori: 2h
Aprenentatge autònom: 2h

## ACTIVITAT 9. SEMINARI II: FLUX DE VISCOSITAT DOMINANT EN CFD

**Descripció:**
Pràctica realitzada amb programari de Computational Fluid Dynamics (CFD). Es simula un flux amb viscositat dominant de casos en geometries rectangulars i es comparen els resultats amb els càlculs teòrics realitzats a classe de teoria i/o problemes.

**Objectius específics:**
En acabar aquesta activitat l'estudiant ha de ser capaç de:
- Dissenyar una simulació de flux amb viscositat dominant amb una geometria simple.
- Interpretar els resultats obtinguts de la simulació i comparar amb els resultats analítics.

**Material:**
Programari de CFD.
Ordinador d'aula informàtica.
Apunts de l'assignatura a ATENEA (eina de gestió d'aprenentatge de la UPC basada en Moodle).
Guió del seminari a ATENEA. L'idioma dels guions de seminaris és l'anglès.

**Lliurament:**
El lliurament correcte de l'informe forma part de el 10% de la nota global de curs, corresponent a la nota de pràctiques de laboratori/seminari.

**Dedicació:** 3h 30m
Grup petit/Laboratori: 2h
Aprenentatge autònom: 1h 30m

## ACTIVITAT 10. SEMINARI III: COMPONENTS OLEOHIDRÀULICS

**Descripció:**
Pràctica realitzada amb components oleohidràulics. Es presenten, mostren, expliquen i estudien elements i components oleohidràulics bàsic (bombes, actuadors, motors, vàlvules, filtres i acumuladors) i es comparen amb els realitzats a classe de teoria i/o problemes.

**Objectius específics:**
En acabar aquesta activitat l'estudiant ha de ser capaç de:
- Descriure el funcionament dels components bàsics oleohidràulics.
- Interpretar la geometria i parts dels components bàsics oleohidràulics.
- Identificar simbologia normalitzada de components.

**Material:**
Laboratori de Mecànica de Fluids.
Components i equips de pràctiques.
Apunts de l'assignatura a ATENEA (eina de gestió d'aprenentatge de la UPC basada en Moodle).
Guió del seminari a ATENEA. L'idioma dels guions de seminaris és l'anglès.

**Lliurament:**
El lliurament correcta de l'informe forma part de el 10% de la nota global de curs, corresponent a la nota de pràctiques de laboratori/seminari.

**Dedicació:** 7h
Grup petit/Laboratori: 2h
Aprenentatge autònom: 5h

## ACTIVITAT 11. SEMINARI IV: CIRCUITS OLEOHIDRÀULICS

**Descripció:**
Pràctica realitzada amb esquemes i muntatge i/o funcionament en panell de laboratori de circuits bàsics oleohidràulics, i pràctica de treball segura. Es presenten, mostren, expliquen i estudien circuits bàsics oleohidràulics i amb funcions (identificació de contrapressió, càrregues resistives i d'accelerament, circuits de control de velocitat.) i es comparen amb els realitzats a classe de teoria i/o problemes.

**Objectius específics:**
En acabar aquesta activitat l'estudiant ha de ser capaç de:
- Interpretar l'esquema unifiliar de circuits i components correctament identificats.
- Aplicar components identificats i funcionament en el sistema oleohidràulic relacionat
- Visualitzar i anticipar el funcionament del circuit, i pràctica de treball segura..
- Interpretar els resultats obtinguts i comparar amb els resultats analítics.

**Material:**
Laboratori de Mecànica de Fluids.
Components i equips de pràctiques.
Apunts de l'assignatura a ATENEA (eina de gestió d'aprenentatge de la UPC basada en Moodle).
Guió del seminari a ATENEA. L'idioma dels guions de seminaris és l'anglès.

**Lliurament:**
El lliurament correcta de l'informe forma part de el 10% de la nota global de curs, corresponent a la nota de pràctiques de laboratori/seminari.

**Dedicació:** 7h
Grup petit/Laboratori: 2h
Aprenentatge autònom: 5h

## ACTIVITAT 12. SEMINARI V: NÚMEROS ADIMENSIONALS I TEORÍA DE MODELS

**Descripció:**
Introducció a l'anàlisi dimensional.
Identificats els números adimensionals, la semblança i teoria de models permet predir el comportament d'un prototip a partir de les mesures realitzades en el model.
Intervenció mitjançant aprenentatge invers en classe inversa "flippled classroom".

**Objectius específics:**
En acabar aquesta activitat l'estudiant ha de ser capaç de:
- Explicar les bases de l'anàlisi dimensional i donar exemples de les seves aplicacions.
- Donar les unitats bàsiques de magnituds físiques utilitzades.
- Enunciar el teorema Pi de Buckingham.
- Calcular els grups adimensionals que intervenen en una determinada llei física.
- Calcular l'escala de models sobre la base de la similitud cinemàtica i dinàmica.
- Calcular la relació de magnituds físiques entre prototip i model.

**Material:**
Planificació detallada de la intervenció aula invertida "flippled classroom" a ATENEA (eina de gestió d'aprenentatge de la UPC basada en Moodle).
Apunts de l'assignatura a ATENEA
Materials ad hoc específics de el seminari a ATENEA.

**Lliurament:**
Qüestionari on-line en aula desenvolupat a la plataforma ATENEA de l'assignatura.
El qüestionari s'avalua i la seva nota forma part del 10% de la nota global de curs, corresponent a la nota de pràctiques de laboratori/seminari.

**Dedicació:** 3h 30m
Grup petit/Laboratori: 2h
Aprenentatge autònom: 1h 30m

**ACTIVITAT 13. SEMINARI VI. READING PRIMEARY LITERATURE, LA SOSTENIBILITAT, LA INTERNACIONALITZACIÓ I ELS FLUIDS**

**Descripció:**
Pràctica de laboratori on s'introdueix a l'estudiant a la lectura d'artícles científicsals, i conceptes de sostenibilitat i internacionalització en l'educació superior en enginyeria de fluids. El seminari mira el pla estratègic i els ODS de la UPC. Amb les bones pràctiques en la lectura d'articles s'enfoca en conèixer l'actualitat mundial respecte a noves i innovadores propostes. Intervenció mitjançant aprenentatge invers en classe inversa "flippled classroom".

**Objectius específics:**
En acabar aquesta activitat l'estudiant ha de ser capaç de:
- Concebre una sensibilització cap a la internacionalització i la comunicació intercultural. «Globalització no és internacionalització».
- Reconèixer com la internacionalització incorpora la relació i la cooperació, que va de local a global amb focus a la societat.
- Descriure la internacionalització "a casa" i la "del currículum".
- Descriure noves propostes com el Green New Deal, les tecnologies d'emissions negatives (NET i BECCS), el desacoblament relatiu i absolut, la geoenginyeria o l'ecomodernisme, entre altres.
- Enunciar nous conceptes derivats de la sostenibilitat com els "límits planetaris" d'en Johann Rockström i "l'economia rosquilla" amb les set maneres de pensar l'economia de Kate Raworth, entre altres.
- Descriure correctament termes sovint mal interpretats tècnicament per donar un sentit conscient de sostenibilitat, com ara aquest glossari breu: "carbon neutral", "regenerative", "circular", "sustainable", "organic" i "zero waste"., entre altres.
- Percebre un desenvolupament personal des d'una perspectiva moral i ètica, en una personalitat madura amb un sentit de responsabilitat amb la sostenibilitat.

**Material:**
Planificació detallada de la intervenció aula invertida "flippled classroom" a ATENEA (eina de gestió d'aprenentatge de la UPC basada en Moodle).
Apunts de l'assignatura a ATENEA
Materials ad hoc específics de el seminari a ATENEA.

**Lliurament:**
Qüestionari on-line en aula desenvolupat a la plataforma ATENEA de l'assignatura.
El qüestionari s'avalua i la seva nota forma part del 10% de la nota global de curs, corresponent a la nota de pràctiques de laboratori/seminari.

**Dedicació:** 3h 30m
Grup petit/Laboratori: 2h
Aprenentatge autònom: 1h 30m

## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Examen parcial, pes: 35%
Examen final, pes: 35%
Proves qüestionaris autoaprenentatge, pes: 5%
Control de coneixements, pes: 5%
Pràctiques de laboratori/seminaris, pes: 10%
Control laboratori/seminaris, pes: 10%

*En el cas de resultats poc satisfactoris al primer parcial, i sempre que la nota sigui inferior a 5, el segon parcial se substituirà per un examen final amb el contingut de tota l'assignatura, amb parts diferenciades per parcials. La nota final corresponent a parcials (70%) serà la més alta entre l'examen final i la ponderació entre 1er parcial i la part del segon parcial a l'examen final.

## NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

Els qüestionaris autoaprenentatge són tipus test i es faran individualment com a aprenentatge autònom a ATENEA.

El control de coneixements és del tipus tests i es farà en parelles a l'horari de classe amb una durada aproximada de 45-60 minuts. Es pot tenir un formulari fet a mà per l'alumnat.

Els informes de les pràctiques de laboratori / seminaris han de ser entregats a ATENEA, realitzats a mà o amb un processador de textos, amb el format de la informació disponible a ATENEA, i sempre amb format PDF.

Els exàmens parcial i final són proves individuals i estan formats d'exercicis que, generalment, són més de tipus resolutiu que expositiu, i sovint es demanaran resultats numèrics. Les dades numèriques sempre expressades en unitats del SI. Cada exercici serà puntuable entre 0 i 10 punts en funció de la seva dificultat i extensió. Cada exercici podrà tenir diferents apartats amb la seva puntuació explícita. La duració aproximada de cada examen serà de 2 hores. Es pot tenir un formulari fet a mà pels estudiants.

Criteris de correcció
Per obtenir la màxima puntuació cal:
o Incloure els apartats següents: (a) Hipòtesi, (b) Dibuix/esquema, (c) Principis bàsics, (d) Resolució, (i) Resultats, (f) Conclusions i (g) Explicació: dins de cada apartat, s'ha d'incloure sempre una petita explicació per raonar i argumentar els passos que s'han donat.
o Presentar els gràfics indicant les escales amb unitats correctes.
o Arribar al resultat numèric correcte amb unitats correctes.
o Presentar els esquemes, diagrames de blocs, etc. sense ambigüitats.
o Es valora positivament la pulcritud, concisió, precisió i claredat en la presentació. És bo fer a part i separar esborranys, càlculs previs, etc., del desenvolupament i resolució que es donen per bons. Aquests, en general, només cal que incloguin comentaris concisos.

D'altra banda, es penalitzen fortament de manera que poden arribar a anul·lar la puntuació en un apartat:
o Els errors dimensionals i conceptuals en els raonaments.
o Els resultats sense unitats o expressats en unitats que no pertanyen al SI.
o Els errors numèrics que portin a resultats raonables (p.ex. dins de l'ordre de magnitud del resultat correcte) només es penalitzen lleument. Altres errors numèrics, com ara un canvi de signe o un valor sense sentit, poden arribar a ser considerats errors conceptuals (p.ex. una pressió absoluta negativa).
o En preguntes encadenades no es penalitzen els errors derivats dels resultats anteriors, sempre que prendre aquests com a dades no representi un error conceptual i els resultats que es derivin siguin raonables.

## BIBLIOGRAFIA

**Bàsica:**
- García Vílchez, Mercè; Gámez Montero, Pedro Javier. Effective reading practices for engineering research articles: an engineer's guide to reading, critiquing, and evaluating primary lliterature [en línia]. 1. Barcelona: Iniciativa Digital Politècnica. Oficina de Publicacions Acadèmiques Digitals de la UPC, July 2024 [Consulta: 24/09/2024]. Disponible a: http://hdl.handle.net/2117/411802. ISBN 9788410008687.
- Gamez Montero, Pedro Javier; Codina Macià, Esteban. Fluidotecnia: problemas resueltos [en línia]. Terrassa: Iniciativa Digital Politècnica, 2018 [Consulta: 28/02/2022]. Disponible a: http://hdl.handle.net/2117/126277. ISBN 9788498807349.
- White, Frank M. Mecánica de fluidos [en línia]. 6ª ed. Madrid: McGraw-Hill, 2008 [Consulta: 20/09/2022]. Disponible a: https://www-ingebook-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=4144. ISBN 9788448166038.
- Shames, I.H. Mecánica de fluidos. 3ª ed. Santafé de Bogotá: McGraw-Hill, 1995. ISBN 9586002462.
- Gerhart, P.M.; Gross, R.J.; Hochstein, J.I. Fundamentos de mecánica de fluidos. 2ª ed. Argentina: Addison-Wesley Iberoamericana, 1995. ISBN 0201601052.
- Round G.F.; Garg, V.K. Applications of fluid dynamics. London: Edward Arnold, 1986. ISBN 0713135468.
- Spurk, J.H. Fluid mechanics: problems and solutions. Berlín: Springer, 1997. ISBN 3540616527.
- Heras Jiménez, Salvador de las. Mecánica de fluidos en ingeniería [en línia]. Barcelona: Iniciativa Digital Politècnica, 2012 [Consulta: 10/03/2023]. Disponible a: http://hdl.handle.net/2099.3/36608. ISBN 9788476539361.
- Heras Jiménez, Salvador de las. Fluidos, bombas e instalaciones hidráulicas [en línia]. 2a ed. Barcelona: Iniciativa Digital Politècnica, 2018 [Consulta: 10/03/2023]. Disponible a: http://hdl.handle.net/2117/127556. ISBN 9788498807288.
- Çengel, Yunus A. [et al.]. Mecánica de fluidos: fundamentos y aplicaciones [en línia]. 4a ed. México D.F.: McGraw-Hill, 2018 [Consulta: 20/09/2022]. Disponible a: https://www-ingebook-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=8102. ISBN 9781456260941.
- Yeong, Foong May. How to read and critique a scientific research article: notes to guide students reading primary literature [en línia]. HackensacP.k, NJ: World Scientific, 2013 [Consulta: 16/11/2022]. Disponible a: https://www-worldscientific-com.recursos.biblioteca.upc.edu/worldscibooks/10.1142/9051#t=aboutBook. ISBN 9789814579162.
- Yudkin, Ben. Critical reading: making sense of research papers in life sciences and medicine [en línia]. London: Routledge, 2006 [Consulta: 09/07/2024]. Disponible a: https://www-taylorfrancis-com.recursos.biblioteca.upc.edu/books/mono/10.4324/9780203464137/critical-reading-ben-yudkin. ISBN 9780415303224.

**Complementària:**
- Bird, R.Byron; Stewart, Warren E.; Lightfoot, Edwin N. Fenómenos de transporte: un estudio sistemático de los fundamentos del transporte de materia, energía y cantidad de movimiento [en línia]. Barcelona: Reverté, 1964 [Consulta: 23/04/2025]. Disponible a: https://research-ebsco-com.recursos.biblioteca.upc.edu/plink/78bfe375-692d-3a11-bda3-05ee6a8e6446. ISBN 9788429170504.
- Schlichting, Hermann. Teoria de la capa límite. Bilbao: Urmo, 1972.
- Virto Albert, L. Mecànica de fluids: fonaments. Vol. 1 [en línia]. Barcelona: Edicions UPC, 1993-1996 [Consulta: 19/05/2020]. Disponible a: http://hdl.handle.net/2099.3/36714. ISBN 8476533721.
- Virto Albert, L. Mecànica de fluids: fonaments. Vol. 2 [en línia]. Barcelona: Edicions UPC, 1993-1996 [Consulta: 19/05/2020]. Disponible a: http://hdl.handle.net/2099.3/36715. ISBN 8483011441.
- Virto Albert, Luis. Mecánica de fluidos: problemas resueltos. Barcelona: Barcelona: Ediciones UPC, 1993.
- Virto Albert, Luis. Dinámica de gases [en línia]. Barcelona: Iniciativa Digital Politècnica, Oficina de Publicacions Acadèmiques Digitals de la UPC, 2017 [Consulta: 13/10/2020]. Disponible a: http://hdl.handle.net/2117/114130. ISBN 9788498806922.
- Kundu, Pijush K.; Cohen, Ira M.; Dowling, David R. Fluid mechanics [en línia]. 5th ed. Amsterdam: Elsevier, 2012 [Consulta: 22/06/2022]. Disponible a: https://www-sciencedirect-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/9780123821003/fluid-mechanics. ISBN 9780123821003.
- Gillen, Christopher M. Reading primary literature: a practical guide to evaluating research articles in biology. San Francisco, CA: Pearson Benjamin Cummings, 2007. ISBN 9780805345995.

## RECURSOS

**Altres recursos:**
Apunts i transparències a ATENEA.
Enllaços web:
Sèrie de 39 vídeos i textos acompanyants que van revolucionar l'ensenyament de la Mecànica de Fluids
http://web.mit.edu/hml/ncfmf.html />Portal sobre Computational Fluid Dynamics (CFD)

www.cfd-online.com