



## Guía docente

# 250MEA004 - 250MEA004 - Cambio Climático y Calentamiento Global

Última modificación: 17/09/2024

**Unidad responsable:** Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona

**Unidad que imparte:** 758 - EPC - Departamento de Ingeniería de Proyectos y de la Construcción.

**Titulación:** MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA AMBIENTAL (Plan 2024). (Asignatura obligatoria).

**Curso:** 2024

**Créditos ECTS:** 5.0

**Idiomas:** Castellano

### PROFESORADO

**Profesorado responsable:** MARIA GONÇALVES AGEITOS

**Otros:** MARÍA GONÇALVES AGEITOS

### METODOLOGÍAS DOCENTES

La asignatura consta de 3 horas a la semana de clases presenciales en aula.

Se dedican a clases teóricas 2 horas, en las que el profesorado expone los conceptos y materiales básicos de la materia, presenta ejemplos.

Se dedica 1 hora, a la resolución de problemas y debate con una mayor interacción con los estudiantes. Se realizan ejercicios y trabajo prácticos con el fin de consolidar los objetivos de aprendizaje generales y específicos.

Se utiliza material de apoyo en formato de plan docente detallado mediante: contenidos, programación de actividades de evaluación y de aprendizaje dirigido y bibliografía.

Aunque la mayoría de las sesiones se impartirán en el idioma indicado en la guía, puede que las sesiones en las que se cuente con el apoyo de otros expertos invitados puntualmente se lleven a cabo en otro idioma.

### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

En este curso se estudian las causas, impactos y consecuencias del actual cambio climático. Se establecen las bases para evaluación, predicción y prevención de los impactos que el mismo genera en el sistema climático terrestre y en la sociedad humana.

Se presentan las bases del clima, su diferencia con el Tiempo y se analizan las implicaciones del actual cambio climático. Se analizan las escalas espacio-temporales del sistema climático.

Se presenta y analiza el balance radiativo Atmósfera-Tierra, los efectos Albedo e Invernadero, el papel que juegan los Gases de Efecto Invernadero (GEI) y su potencial de calentamiento, así como el forzamiento radiativo acumulado.

Se analiza la evolución de las emisiones de los distintos GEI. La contribución específica desde diferentes fuentes, actual e histórica.

Se presenta el progreso del conocimiento del actual cambio climático a partir de los informes del IPCC, y la mudanza desde el conocimiento científico a la política climática (UNFCCC, PK, AP) tanto global como en el marco de la Unión Europea.

Se describen y analizan las estrategias y consecuencias del movimiento negacionista.

### HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo mediano	9,8	7.83
Horas grupo grande	25,5	20.38
Horas aprendizaje autónomo	80,0	63.95
Horas grupo pequeño	9,8	7.83

**Dedicación total:** 125.1 h

## CONTENIDOS

### 1. Sistema climático terrestre

#### Descripción:

- Cambio global y Antropoceno
- Diferencia entre Tiempo y Clima.
- ¿Qué es el Sistema Climático?
- Variabilidad climática versus cambio climático
- Escalas de espacio y tiempo.
- Teleconexiones climáticas: cómo el clima y el tiempo se interconectan a través del espacio y el tiempo
- Historia del calentamiento global y el cambio climático.
- Efecto albedo
- Efecto invernadero: natural versus forzado
- Gases de efecto invernadero (GEI)
- Irradiancia (Sol) versus radiancia (Tierra)
- Balance radiativo: Atmósfera-Tierra
- Aumento del forzamiento radiativo ( $W/m^2$ )
- Los procesos de enfriamiento de la atmósfera.
- Sensibilidad Climática.

#### Objetivos específicos:

Entender el Sistema Climático Terrestre desde una perspectiva de su afectación por la modificación del balance radiativo a causa de los GEI

#### Actividades vinculadas:

Trabajo práctico

#### Dedicación: 13h

Grupo grande/Teoría: 6h

Aprendizaje autónomo: 7h

## 2. El actual Cambio Climático. Causa

### Descripción:

- Diferencias entre la contaminación del aire y el cambio climático
- Actividad solar. Constante solar. Ciclos de manchas solares.
- Teoría astronómica de Milankovic
- Emisiones volcánicas
- GEI: Evolución de su concentración en la atmósfera.
- GEI: Tiempo de residencia en la atmósfera
- El vapor de agua atmosférico como GEI
- CO2 versus temperatura del aire
- GEI y temperatura del aire en el último millón de años
- Amplificación Ártica
- Período de referencia para el cálculo de la anomalía de la temperatura del aire: 1850-1900
- ¿Cuánta energía hemos retenido? ¿Dónde se ha retenido?
- Aumento de la temperatura del aire y el calor en la atmósfera y los océanos.
- Atribución, forzamiento radiativo
- Velocidad del cambio
- Potencial de Calentamiento Global (GWP)

### Objetivos específicos:

Conocer y valorar el papel y participación que juegan los factores naturales y los diferentes GEI en el actual cambio climático.

### Actividades vinculadas:

Trabajo práctico

### Dedicación: 13h

Grupo grande/Teoría: 6h

Aprendizaje autónomo: 7h

## 3. Indicadores climáticos. Evidencias IPCC AR6

### Descripción:

- Indicadores climáticos= f(Evidencia)
- Indicadores de Impacto. Consecuencias
- Cambios de la temperatura global: Atmósfera y Océanos
- Aumento del contenido de calor de los océanos
- Nivel del mar: expansión térmica y deshielo
- Olas de calor marinas y marejadas
- Variación de los glaciares, de las capas de hielo y nieve
- Variación en el Ártico y en la Antártida
- Acidificación de los océanos. Variación del pH
- Variación de las olas de calor terrestres
- Cambios en los patrones de precipitación. Inundaciones
- Aumento de las sequías
- Variación en la duración de las estaciones.
- Alteración de la tropopausa
- Fenómenos extremos. Variación en frecuencia e intensidad

### Objetivos específicos:

Analizar todo el conjunto de evidencias que constatan la actual situación del calentamiento global y del consecuente cambio climático. Conocer y valorar los indicadores climáticos, de impacto y de consecuencias que se utilizar para su valoración

### Actividades vinculadas:

Trabajo práctico

### Dedicación: 13h

Grupo grande/Teoría: 6h

Aprendizaje autónomo: 7h

#### 4. Emisiones de GEI's: Globales-EU-España-Cataluña

**Descripción:**

- Unidades utilizadas
- Análisis de las emisiones globales de CO2 desde 1750 hasta la actualidad
- Emisiones según: fuente, combustible, GEI, país, per capita
- Relación fuente-sumidero
- Perturbación antropogénica del ciclo global del carbono
- Análisis de las emisiones de CH4 y N2O desde 1750 hasta la actualidad
- Relación de metano biogénico vs. Origen fósil
- Balance global de CH4 y N2O
- Sector por sector: ¿de dónde provienen las emisiones globales de GEI?
- Global Carbon Project: CO2, CH4, N2O and CFC's
- Balance de emission de GEI remanente

**Objetivos específicos:**

Se efectúa una revisión del conjunto de patrones de la emisión de los GEI, de su evolución histórica desde la Revolución Industrial a la situación actual.

**Actividades vinculadas:**

Trabajo práctico

**Dedicación:** 5h

Grupo grande/Teoría: 2h

Aprendizaje autónomo: 3h

#### 5. Indicadores de Riesgo. Definiciones, Niveles y Criterios

**Descripción:**

- ¿Qué es una ola de calor terrestre?
- Valor máximo de la temperatura nocturna mínima
- ¿Qué es una ola de calor marina?
- Tipos de sequía
- Restricciones en cada nivel de alerta en caso de sequía
- Niveles de riesgo de incendios forestales
- Criterios de aviso de un fenómeno meteorológico adverso

**Objetivos específicos:**

Se presentan, analizan y discuten el conjunto de indicadores operacionales que se utilizan para definir los diferentes niveles de riesgos.

**Actividades vinculadas:**

Trabajo práctico

**Dedicación:** 5h

Grupo grande/Teoría: 2h

Aprendizaje autónomo: 3h

## 6. Proxy-data - Termómetros naturales

### Descripción:

- ¿Qué es un proxy-data?
- Información histórica
- Arrecifes de coral
- Polen
- Perforaciones de hielo
- Anillos de los árboles
- Sedimentos de océanos y lagos

### Objetivos específicos:

Se presentan, analizan y discuten el conjunto de sistemas que se utilizan para poder conocer la evolución de datos paleoclimáticos.

### Actividades vinculadas:

Trabajo práctico

### Dedicación: 5h

Grupo grande/Teoría: 2h

Aprendizaje autónomo: 3h

## 7. Puntos de inflexión críticos en el sistema climático terrestre

### Descripción:

- ¿Qué es un punto de inflexión climático / Tipping point?
- Concepto de punto de inflexión climático
- Concepto de resiliencia
- Los principales puntos de inflexión críticos
- Shutdown of the Atlantic Meridional Overturning Circulation (AMOC)
- West Antarctic ice sheet disintegration
- Amazon rainforest dieback
- West African monsoon shift
- Permafrost and methane hydrates
- Coral reef die-off
- Indian monsoon shift
- Greenland ice sheet disintegration
- Boreal forest shift
- Otros puntos de inflexión

### Objetivos específicos:

Se presentan, analizan y discuten el conjunto de los Puntos de inflexión críticos que debido al cambio climático actual provoca en el sistema climático terrestre, con especial atención al caso de AMOC

### Actividades vinculadas:

Trabajo práctico

### Dedicación: 5h

Grupo grande/Teoría: 2h

Aprendizaje autónomo: 3h

## 8. Modelización climática

### Descripción:

- Proyección y previsión de la evolución e impactos del actual cambio climático
- Modelos predictivos simples de los años 70 del siglo XX's
- Desde los GCM a los AOGCM y Earth system modelling
- AOGCM: Núcleo dinámico. Resolución de las ecuaciones primitivas compresibles completas:
- ¿Cómo se resuelven las ecuaciones primitivas? Discretización
- Infraestructura de computación
- Proyecciones de cambios futuros en el clima
- Coupled Model Intercomparison Project Phase 7 (CMIP7) Experimental Design and Organization
- Tiempo de cálculo y volumen de los archivos de entrada y salida
- Incertidumbres en la modelización climática
- ¿Por qué la regionalización y la reducción de escala desde los modelos globales?
- Modelización regional para Cataluña
- Aplicación en diferentes sectores

### Objetivos específicos:

Se presenta y analizan los modelos numéricos utilizados en la proyección y previsión del clima.

### Actividades vinculadas:

Trabajo práctico

### Dedicación: 5h

Grupo grande/Teoría: 2h

Aprendizaje autónomo: 3h

## 9. IPCC UNFCCC Protocolo de Kioto-Acuerdo de París

### Descripción:

- La respuesta científica al cambio climático: IPCC
- La respuesta política al cambio climático: UNFCCC-COP's
- Informes del IPCC
- IPCC: Inventarios de emisiones. informes de metodología
- Protocolo de Kioto
- Acuerdo de París
- Mantener la temperatura media global "muy por debajo" de los 2 °C, y que no supere los 1,5 °C
- ¿Qué significan o implican los niveles de temperatura preindustriales?
- ¿Qué son las Contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC)
- Conferencia de las Partes (COP's)

### Objetivos específicos:

Se presenta y analiza el proceso de la adopción de medidas políticas acordadas en el marco de las Naciones Unidas desde el año 1992 para combatir el actual cambio climático

### Actividades vinculadas:

Trabajo práctico

### Dedicación: 13h

Grupo grande/Teoría: 6h

Aprendizaje autónomo: 7h

## 10. Política Climática: UN-EU-España (PNIEC)-Cataluña

### Descripción:

- Estrategias de Mitigación y Adaptación
- Naciones Unidas: UNFCCC y ODS
- Unión Europea: Pacto Verde
- España: PNIEC
- ¿Por qué su urgencia?
- Transición energética vs. Transición ecológica
- Estrategia Catalana de Adaptación al Cambio Climático 2021-2030 (ESCACC30)

### Objetivos específicos:

Se presenta y analizan los programas y medidas políticas acordadas en el marco de la Unión Europea y España para combatir el actual cambio climático.

### Actividades vinculadas:

Trabajo práctico

### Dedicación: 9h

Grupo grande/Teoría: 3h

Aprendizaje autónomo: 6h

## 11. Negacionismo, Escepticismo, Climagate, Retardismo

### Descripción:

- Negacionismo del cambio climático
- Negacionismo científico. Consenso científico
- Negacionismo corporativo
- Papel de las compañías petroleras y energéticas
- Papel de los think tanks
- Papel de los gobiernos
- ¿Qué fue el climagate? El palo de hockey
- "Noticias falsas" sobre el cambio climático
- Síndrome de rechazo al cambio climático
- ¿Qué es el retraso climático?
- Greenwashing
- Desobediencia climática: la rebelión de ciudadanos y científicos
- Justicia climática / Litigios climáticos

### Objetivos específicos:

Se efectúa un análisis del proceso negacionista impulsado principalmente por las compañías de petróleo desde los años 50-60 del siglo XX para seguir usando los combustibles fósiles.

### Actividades vinculadas:

Trabajo práctico

### Dedicación: 5h

Grupo grande/Teoría: 2h

Aprendizaje autónomo: 3h

## SISTEMA DE CALIFICACIÓN

---

La calificación de la asignatura se obtiene a partir de las calificaciones de evaluación continuada y de las correspondientes trabajos prácticos.

La evaluación continua consiste en hacer diferentes actividades, tanto individuales como de grupo, de carácter aditivo y formativo, realizadas durante el curso (dentro del aula y fuera de ella).

Las pruebas de evaluación constan de una parte con cuestiones sobre conceptos básicos y asociados a los objetivos de aprendizaje de la asignatura en cuanto al conocimiento o la comprensión, y de un conjunto de ejercicios de entendimiento y aplicación.

La calificación se efectúa de acuerdo al siguiente criterio:

$$NF = r*NE + (1-r)*NAC \quad r = 0,5$$

$$NAC = q*NAEP + (1-q)*NACET \quad q = 0,5$$

NF: Nota final

NE: Nota del examen

NAC: Nota de la evaluación continuada

NAEP: Nota evaluación enseñamientos prácticos (trabajos, presentaciones, etc.)

NACET: Nota evaluación continuada de los enseñamientos teóricos (test, etc.)

## NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

---

Si no se realiza alguna de las actividades de laboratorio o de evaluación continua en el periodo programado, se considerará como puntuación cero.

## BIBLIOGRAFÍA

---

### Básica:

- Goosse, H. Climate system dynamics and climate modelling. New York, NY: Cambridge University Press, 2015. ISBN 9781107445833.
- Archer, D. Global warming: understanding the forecast. 2nd ed. Hoboken, N.J : Chichester: Wiley, 2012. ISBN 0470943416.

### Complementaria:

- Climate change 2021: the physical science basis: Working Group I contribution to the Fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [en línea]. New York: Cambridge University Press, 2021 [Consulta: 05/07/2024]. Disponible a: <https://doi.org/10.1017/9781009157896>. ISBN 9781107661820.
- Baldasano, José M<sup>a</sup>. El actual cambio climático: una versión holística de la crisis climática [en línea]. Barcelona: RAED, 2019 [Consulta: 05/07/2024]. Disponible a: <https://raed.academy/wp-content/uploads/2019/07/discurso-ingreso-Jose-Maria-Baldasano-Actual-cambio-climatico-compr.pdf>. ISBN 978-84-09-13018-4.

## RECURSOS

---

### Otros recursos:

WMO Global Annual Decadal Climate Update 2024-2028  
<https://wmo.int/publication-series/wmo-global-annual-decadal-climate-update-2024-2028> />  
ESSD Indicators of Global Climate Change 2023  
<https://essd.copernicus.org/articles/16/2625/2024/essd-16-2625-2024-discussion.html> />  
2024 CAT Briefing\_Guide To Good NDCs <https://newclimate.org/news/press-release-cat-guide-to-a-good-2035-ndc-target> />  
Explainer: Nine 'tipping points' that could be triggered by climate change  
<https://www.carbonbrief.org/explainer-nine-tipping-points-that-could-be-triggered-by-climate-change/> />  
Encyclopedia CLIMA ESPERE: <http://www.espere.net/> />

Páginas web:

A pragmatic guide to Climate Change <https://www.tmrow.com/climatechange.html> />realclimate  
<http://www.realclimate.org/index.php/archives/2007/05/start-here/> />Copernicus: <https://climate.copernicus.eu/climate-bulletins>



/>Libro-Introduction ClimateDynamics-ClimateModelling-2008: <http://www.climate.be/textbook/> />Global carbon projects, videos: <http://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget/14/video.htm> />Glosario términos: <http://www.lenntech.es/efecto-invernadero/glosario-cambio-climatico.htm> />Global Warming, Clouds, and Albedo: Feedback Loops: [http://www.windows2universe.org/earth/climate/warming\\_clouds\\_albedo\\_feedback.html](http://www.windows2universe.org/earth/climate/warming_clouds_albedo_feedback.html) />Centro internacional para la investigación del fenómeno del niño (CIIFEN): <http://www.ciifen.org/> />NASA: <http://climate.nasa.gov/news/2199/> /><http://www.nasa.gov/content/goddard/nasa-satellites-see-arctic-surface-darkening-faster/> /><https://data.giss.nasa.gov/gistemp/> />NSIDC (National Snow Ice Data Center): <http://nsidc.org/> />NOAA: Artic [http://www.arctic.noaa.gov/essay\\_serreze.html](http://www.arctic.noaa.gov/essay_serreze.html) <http://www.arctic.noaa.gov/Report-Card/Report-Card-2016>