

**Módulo 1:** Conocimiento de la estructura y función de la Biodiversidad Marina.

Obligatorios 9 ECTS

Optativos 12 ECTS

Todas las asignaturas tienen 3 ECTS, están organizadas en quincenas durante el primer semestre (septiembre-diciembre), y se imparten en inglés.

**Resultados de Aprendizaje**

Este módulo tiene que ver con aspectos fundamentales de la Biodiversidad Marina y con los cambios de la misma en el tiempo y el espacio. Específicamente se analizan los patrones de biodiversidad a varias escalas (biodiversidad genética hasta la complejidad de las redes tróficas); se identifican y analizan los factores responsables del cambio y pérdida de biodiversidad y se enuncian las bases para la conservación de la Biodiversidad. Se analizan los modelos y teorías que están detrás de las estrategias que amortiguan, minimizan o corrigen las pérdidas de biodiversidad. Las bases multidisciplinares de este módulo son esenciales para comprender el papel de la biodiversidad en los ecosistemas. Concretamente, la docencia en éste módulo proporcionará al estudiante:

1. Familiaridad con la los patrones de biodiversidad a diferentes escalas.
2. Bases conceptuales para la detección de cambios en los ecosistemas marinos.
3. Bases para la predicción de cambios futuros y potenciales respuestas.

**Contenidos**

**1. Evolución y Biogeografía de Organismos Marinos. Optativa.**

- Mecanismos de Evolución.
- Evolución de las secuencias nucleotídicas.
- Patrones de sustitución de nucleótidos.
- Relaciones filogenéticas moleculares.
- Biogeografía y evolución.
- Procesos históricos.
- Endemismos, regiones biogeográficas y provincias.
- Procesos Ecológicos.

**2. Biodiversidad de las Redes Tróficas Marinas. Obligatoria.**

- Estructura y funcionamiento de los ecosistemas marinos. Organización de comunidades. Interacciones biológicas. Perturbaciones físicas. Flujos de materia y energía.
- El medio pelágico. Estructura de tamaños. Variabilidad espacio-temporal.

- El medio costero: costas rocosas y arenosas. Los gradientes. Zonación. Organización de comunidades
- Estuarios y marismas. Productividad y flujo energético. Biodiversidad
- La plataforma continental: rocas y sedimentos. Tipos funcionales y redes tróficas
- El medio abisal. Fuentes de energía. Biodiversidad. Surgencias hidrotermales.
- Manglares y praderas de fanerógamas marinas. Estructura y biodiversidad.
- Arrecifes coralinos. Productividad y cadenas tróficas. Amenazas.
- Las regiones polares. La vida en bloques de hielo. El bentos. Acoplamiento bentos-plancton.

### **3. Cambio Global. Obligatoria.**

- Bases científicas del Cambio Global.
- Modificaciones del Medio Marino derivadas del cambio climático.
- Respuestas de los organismos marinos al cambio climático.
- Respuestas de las poblaciones marinas a la explotación.
- Respuestas de los organismos marinos al cambio climático.
- Sistemas de control del cambio.
- Indicadores de cambio climático. Limitaciones en el uso de la información
- Sistemas de búsqueda y captura de información.
- Salidas de modelos del IPCC y PRUDENCE.
- Uso de la información recogida o generada para la investigación o la gestión de recursos o áreas protegidas.

### **4. Invasiones biológicas. Optativa.**

- Las invasiones biológicas: situación actual del problema. Características generales de las especies invasoras y comunidades receptoras.
- Vectores de introducción de especies en el medio marino.
- Métodos de muestreo en el agua de lastre. Fouling.
- Vectores de introducción II: acuicultura e introducción de especies.
- Indicadores de introducción de especies e invasibilidad.
- Efectos genéticos de las invasiones.
- Aspectos socioeconómicos de las invasiones en el medio marino.

### **5. Áreas marinas protegidas. Optativa.**

- La ética de la conservación y el Millennium Ecosystem Assessment. El sistema marino: peculiaridades, limitaciones, derechos y desafíos.
- Las herramientas de conservación en el océano.
- El diseño de Reservas Marinas.
- Detección del "efecto reserva".
- Redes de reservas marinas.
- El sistema Chileno de reservas marinas.

### **6. Biodiversidad Genética. Obligatoria.**

- Variación genética en organismos marinos animales y vegetales.
- Variación genética en poblaciones naturales: efectos del tamaño poblacional.
- Distribución de la variación genética en una especie.
- Selección natural, adaptación y diversidad genética.

### **7. Acuicultura. Optativa.**

- Principios de acuicultura.
- Explotaciones de acuicultura y biología de la conservación.
- Impacto ambiental de la acuicultura en el medio marino
- Control de nuevas patologías y difusión genética.
- Variación genética en acuicultura.
- Impacto genético de la acuicultura.
- Las repoblaciones. Interacción entre individuos domésticos y salvajes.
- Manipulación genética en acuicultura.

### **Observaciones**

La evaluación se realizará asignatura por asignatura.

**Módulo 2:** Herramientas para investigar la biodiversidad marina

Obligatorios 9 ECTS

Optativos 12 ECTS

Todas las asignaturas tienen 3 ECTS, están organizadas en quincenas durante el primer semestre (septiembre-diciembre), y se imparten en inglés.

<b>Resultados de Aprendizaje</b>
El módulo proporciona la capacidad de utilización de técnicas avanzadas para medir la evaluar, gestión y conservación de la biodiversidad.
<b>Contenidos</b>
<p><b>1. Técnicas moleculares y su aplicación. Obligatoria.</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>● Detección de la variación genética</li><li>● Marcadores genéticos variables y sus aplicaciones.</li><li>● Marcadores genéticos invariantes y sus aplicaciones.</li><li>● Estrategias para desarrollar nuevos marcadores genéticos.</li><li>● Recursos moleculares en la web.</li></ul> <p><b>2. Sistemas de información geográfica y teledetección. Optativa.</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>● Introducción. Proyecciones geográficas. Datos geográficos y biogeográficos.</li><li>● Bases de datos. Diseño de una base de datos mediante Microsoft Access. Introducción al PostgreSQL.</li><li>● Principios de la teledetección. Aplicaciones en ecología y sensores más importantes para estudios marinos y costeros. Mapas de temperatura de la superficie del agua.</li><li>● Mapas de clorofila superficial. Sensores radar. Análisis de series temporales.</li><li>● Introducción al SIG y sus componentes. Cartografía digital, los dos formatos – vector y ráster. Estructura y visualización de la cartografía digital. Composición cartográfica; consultas en un SIG.</li><li>● Creación de la cartografía digital (datos geográficos de entrada). Cálculos en el sistema vectorial y ráster, filtros y cálculos con SQL.</li><li>● Técnicas de interpolación espacial. Modelado cartográfico.</li><li>● Operadores de distancia y coste de desplazamiento. Modelado de procesos de difusión.</li><li>● Servidores de Mapas en Internet. Como acceder, consultar y trabajar con la cartografía online (gvSIG).</li></ul>

### **3. Avances en gestión integrada de la zona costera. Obligatoria.**

- Evolución a nivel mundial de los planteamientos sobre Planificación y Gestión Integrada del litoral.
- El nuevo contexto europeo para la Ordenación del Espacio Marítimo y de la GIZC: retos y oportunidades.
- El proceso de implementación de la GIZC en España: conceptos, métodos y resultados.
- Elementos avanzados para la Gestión Integrada de Zonas Costeras: del modelo general a los casos de estudio.
- La Gestión integrada en el contexto de la protección, conservación y mejora de los ecosistemas litorales.

### **4. Modelado Ecológico. Optativa.**

- Fundamentos del modelado de ecosistemas: balance de masas, modelos temporales y espacio-temporales.
- Uso de la plataforma EwE (Ecopath with Ecosim and Ecospace).
- Uso de un paquete informático para el cálculo científico, la simulación numérica y la visualización gráfica.
- Introducción al diseño de software para el análisis de modelos.

### **5. Detección y Evaluación de Impactos. Obligatoria.**

- Principales impactos en el medio marino
- Detección e identificación de impactos: diseños generales y particulares
- Cuantificación de la magnitud del impacto
- Captura de la información
- Valoración de recursos
- Modificación de procesos
- Evaluación de riesgos
- Defectos principales de los estudios de impacto
- Desarrollo de un estudio de impacto

### **6. Aspectos Jurídicos y Económicos de los Recursos Marinos. Optativa.**

- La ordenación de los espacios y de los recursos marinos: diversos ámbitos de creación y aplicación normativas. Relaciones entre los distintos sistemas normativos
- Los espacios marinos y su régimen jurídico
- La protección del medio marino en el ámbito internacional: principios. La lucha contra la contaminación y la ordenación de la pesca y la conservación de los recursos vivos del mar: Principales instrumentos jurídicos

y Organismos internacionales

- La protección del medio marino en el ámbito regional. Principales manifestaciones de la cooperación e integración de ámbito regional. Referencia especial a la Unión Europea
- La ordenación de los recursos marinos en España: el marco legal estatal y autonómico
- Concepto de Economía. Enfoque económico de los problemas ambientales
- La contaminación como una externalidad. El teorema de Coase y los fallos del mercado
- Instrumentos de intervención pública: el impuesto pigouviano y otras alternativas
- Las medidas de intervención en la práctica. Aplicación y resultados
- Valor económico total (VET). Los componentes del VET. Métodos de valoración económica del medio ambiente
- Espacios naturales, áreas protegidas y desarrollo sostenible.
- El concepto de recurso natural. Los recursos renovables y no renovables y su explotación 'eficiente'. La tragedia de los comunes: el libre acceso y la extinción
- Aprovechamiento de recursos agropecuarios y pesqueros. Presentación de ejemplos

#### **7. Biología de Poblaciones Aplicada a la Conservación. Optativa.**

- Poblaciones no estructuradas.
- Poblaciones con estructura de edades y clases. Modelos matriciales.
- Poblaciones estructuradas espacialmente. Migración, modelos de expansión e invasión.
- Periodicidad ambiental. Aleatoriedad ambiental y demográfica.
- Modelos basados en el individuo.
- Análisis de sensibilidad. Identificación de tasas vitales críticas. Robustez del modelo.
- Inferencia estadística.
- Recapitulación. El análisis de viabilidad de poblaciones (PVA).

#### **Observaciones**

La evaluación se realizará asignatura por asignatura

**Módulo 3.** Iniciación a la práctica profesional.

Obligatorias. 18 ECTS.

Segundo semestre, entre Enero y Abril. Dependiendo de la dedicación del estudiante (mañana y tarde, jornada continua, media jornada...), durarán entre dos y cuatro meses. Se esperan 360 horas de trabajo presencial.

La oferta de prácticas se publicará durante el primer semestre. Se respetará la elección del estudiante en la medida de lo posible, y en caso de conflicto se considerará el expediente del estudiante.

<b>Resultados de Aprendizaje</b>
<p>Las prácticas en empresa exponen al estudiante al ambiente y problemas reales del ámbito empresarial. Las prácticas también enseñan el planteamiento y ejecución de hipótesis operativas a partir de cuestiones o hipótesis científicas.</p> <p>El alumno deberá ser capaz de demostrar la adquisición de las competencias propias y específicas en el ámbito de la Biodiversidad marina y la conservación. También deberá demostrar capacidad para la integración de conocimientos y la formulación de juicios basados en el conocimiento disponible.</p>
<b>Contenidos</b>
<p><b>1. Prácticas en empresas</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Actividad supervisada en empresas u organismos del ámbito de la biodiversidad marina y la conservación.</li><li>• Integración en un equipo de investigación con proyectos en marcha.</li><li>• Temática variable según el laboratorio o empresa seleccionados.</li></ul>
<b>Observaciones</b>
<p>La evaluación las Prácticas en Empresas se realizará considerando un informe del tutor de prácticas o responsable del grupo de investigador en el que se integre el estudiante, que contará un 30 % de la evaluación total. El 70% restante se evaluará sobre la base de la memoria de actividades presentada por el estudiante.</p>

#### Módulo 4. Trabajo Fin de Máster

12 ECTS obligatorios.

Segundo semestre, entre Enero y Junio.

Durante el primer semestre se publicará la oferta de TFM. La distribución se realizará por acuerdo entre los directores y los estudiantes, y en caso de conflicto primará la opción del director/a.

<b>Resultados de Aprendizaje</b>
<p>El alumno deberá demostrar la adquisición de las competencias propias y específicas en el ámbito de la Biodiversidad marina y la conservación, aplicando los conocimientos adquiridos para resolver problemas nuevos o poco conocidos empleando herramientas y metodologías científicas.</p> <p>Por otro lado, deberá demostrar capacidad de aprendizaje autónomo o autodirigido y de comunicar de forma oral y escrita los resultados de un trabajo científico y sus conclusiones.</p>
<b>Contenidos</b>
<p><b>1. Trabajo Fin de Máster</b></p> <p>Líneas que se ofrecerán para la realización de Trabajos Fin de Master</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Ecología de las medusas y otros organismos marinos gelatinosos</li><li>• Estructura y dinámica de comunidades del litoral rocoso</li><li>• Biología y ecología de especies de macroalgas</li><li>• Efecto de las algas invasoras en las comunidades nativas.</li><li>• Diversidad biológica y biosintética de actinomicetos del mar Cantábrico productores de antibióticos, antitumorales y otros compuestos de interés biomédico.</li><li>• Desarrollo de marcadores genéticos y metodología de ADN ambiental para el estudio de invasiones marinas y la caracterización de la macro y microbiota.</li><li>• Genética de conservación de especies marinas: aplicación de técnicas de genética de poblaciones y filogenéticas para resolver problemas relacionados con la conservación y manejo sostenible de especies acuáticas.</li><li>• Evolución de especies y comunidades marinas en el Cuaternario.</li><li>• Uso de recursos biológicos de diferentes comunidades (costeras, pelágicas, demersales), impacto del mismo y evaluación de alternativas sostenibles.</li><li>• Ciencia ciudadana y ecoeducación para la sostenibilidad de los recursos marinos vivos.</li></ul> <p>Todas estas líneas corresponden a líneas de investigación del Observatorio Marino de Asturias (OMA). Es posible que se añadan otras líneas dependiendo de la evolución de los proyectos de investigación del OMA.</p> <p>Independientemente del tema elegido para el trabajo el estudiante deberá ajustarse al siguiente esquema:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) Presentación al tutor de un plan de trabajo</li><li>2) Ejecución del proyecto<ul style="list-style-type: none"><li>• Presentación de los fundamentos teóricos del tema elegido</li><li>• Descripción de las herramientas y métodos y justificación de su elección</li><li>• Resultados obtenidos</li></ul></li></ol>



- Discusión

3) Preparación de la memoria y exposición y defensa públicas

**Observaciones**

Para el Trabajo Fin de Máster se tendrá en cuenta la evaluación continua del tutor (30%), la calidad de la Memoria (60%) y la calidad, concisión y originalidad de la presentación y defensa (10%).