



MEMORIA PARA LA SOLICITUD DE
VERIFICACIÓN DE TÍTULOS OFICIALES

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN
GESTION SOSTENIBLE DEL AGUA**

1 Descripción, objetivos formativos y justificación del título

1.1 Denominación completa del título

Máster Universitario en Gestión Sostenible del Agua por la Universidad de A Coruña, Universidade de Santiago de Compostela y Universidade de Vigo.

1.2 Ámbito de conocimiento al que se adscribe

Arquitectura, construcción, edificación y urbanismo e ingeniería civil

1.3 Menciones / Especialidades

Sin menciones/especialidades

1.4 Universidades

Se trata de un máster conjunto impartido por la Universidad de A Coruña (UDC) (<https://www.udc.es/>), Universidade de Santiago de Compostela (USC) (<https://www.usc.es/es>) y la Universidade de Vigo (UVIGO) (<https://www.uvigo.gal/>). La primera de ellas actuará como universidad solicitante responsable asumiendo las labores de coordinación.

1.5 Centros

Se trata de un máster conjunto impartido por la ETS de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de A Coruña (ETSICCP-UDC) (<https://caminos.udc.es/hosting/web/>), ETS de Ingeniería de Santiago (ETSE-USC) (<https://www.usc.es/es/centro/escuela-tecnica-superior-ingenieria>) y la Escuela de Ingeniería de Minas y Energía de Vigo (EME-UVigo) (<http://minasenergia.uvigo.es/gl/>). La primera actuará como centro responsable asumiendo las labores de coordinación.

1.6 Modalidad de enseñanza

Modalidad de enseñanza presencial: el conjunto de la actividad lectiva se desarrolla de forma presencial, interactuando el profesorado y el estudiantado en el mismo espacio físico salvo en los casos en los que, debido su carácter interuniversitario, la actividad docente tenga lugar en un centro y al mismo tiempo de forma virtual en otro.

1.7 Número total de créditos

Créditos Obligatorios	36
Créditos Optativos	24
Prácticas externas	12
Créditos trabajo fin de máster	18
Número Total de Créditos ECTS	90

1.8 Idiomas de impartición

Castellano/Gallego/Inglés

1.9 Número de plazas ofertadas en el título

30 plazas

1.10 Justificación

El agua es un recurso finito esencial para el desarrollo económico, la salud y el bienestar del ser humano. A nivel global, factores como la presión demográfica; el desarrollo económico asociado a las demandas crecientes de la agricultura, la industria y la energía; la urbanización; las transformaciones en los estilos de vida y los patrones de consumo; o el cambio climático y la degradación medioambiental, están poniendo en grave peligro su disponibilidad futura. El papel preponderante del agua en el crecimiento económico y la sostenibilidad medioambiental está convirtiendo a este elemento en el eje central de los mayores retos mundiales de futuro y en una de las principales preocupaciones de la sociedad y los gobiernos. En los

próximos años, aspectos como el ahorro, la desalinización del agua del mar, la captación y el almacenaje del agua pluvial, la reutilización del agua, la descontaminación de los acuíferos unidos a una adecuada planificación hídrica y al uso de las nuevas tecnologías para mejorar el procesamiento del agua serán críticos para desarrollar una gestión sostenible de este recurso, alineada, entre otros, con las exigencias de la Directiva Marco del Agua y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

1.11 Principales objetivos formativos del título

. Esta titulación dotará específicamente al alumnado de las competencias necesarias para:

- Comprender el concepto de sostenibilidad, así como los desafíos asociados al agua contemplados en los diferentes ODS.
- Conocer y entender los problemas relacionados con el desarrollo, uso y acceso del agua.
- Aplicar una visión omnicomprendensiva de las dimensiones científicas, legales y políticas asociadas a la asignación y gestión del agua y considerar los objetivos y preferencias de los tomadores de decisiones, así como la equidad y sostenibilidad, en el desarrollo de soluciones.
- Aplicar el concepto de gestión integrada del recurso hídrico como base para la planificación hidrológica y la asignación de recursos a distintos usos, incluyendo los caudales de protección ambiental y los servicios ecosistémicos; y valorar las soluciones basadas en la naturaleza (infraestructura verde) como herramientas para la regulación hidrológica de las cuencas.
- Comprender el sistema del agua urbana incluyendo sus subsistemas (abastecimiento, saneamiento, drenaje) y las interrelaciones entre ellos generadoras de sinergias, como la reutilización del agua tratada, el aprovechamiento de las aguas pluviales o el drenaje sostenible, en un marco de desarrollo urbano sensible al agua.
- Diseñar sistemas de abastecimiento de agua y desarrollar sistemas de abastecimiento complementario basados en recursos no convencionales, así como programas de gestión de la demanda.
- Diseñar sistemas de saneamiento de agua, procesos de tratamiento avanzado de gestión de agua y planes de prevención y tratamiento para disminuir la carga contaminante del agua.
- Diseñar sistemas de drenaje urbano y desarrollar sistemas de tratamiento y gestión de los desbordamientos de los drenajes urbanos para la protección de las masas de agua receptoras.
- Evaluar el efecto del uso urbano sobre su cuenca hidrográfica y analizar las consecuencias del vertido de aguas (tratadas o no) hacia las masas de agua receptoras, así como desarrollar estrategias de protección de las zonas de generación de agua superficial y subterránea en las cuencas, bajo el principio de reconocimiento y potenciación de los servicios ecosistémicos.
- Emplear métodos avanzados relacionados con la ciencia de datos y el big data, así como con otras tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial, el IoT o la realidad virtual y aumentada en la gestión del agua.
- Aplicar en su desempeño la normativa relativa a la gestión del agua existente en los distintos niveles administrativos, con especial atención a la regulación medioambiental, de calidad y de explotación.

1.12 Estructuras curriculares específicas

No existen

1.13 Estrategias metodológicas de innovación docente específicas

Se otorgará un peso importante a la parte práctica de la titulación, incorporándola como objetivo docente prioritario. Las prácticas constituyen un elemento tractor de la demanda y de la empleabilidad. Se implementarán acciones que fomenten el interés de los perfiles TIC hacia el sector del agua. Cada vez más la gestión de redes se asocia a conceptos como el IoT, el big data, etc. Se reforzará la docencia en *competencias blandas* como la capacidad de análisis, la autonomía, la responsabilidad, la capacidad de toma de decisiones, la capacidad para hablar en público, así como los conocimientos en metodologías de gestión de proyectos, particularmente en metodologías ágiles.

1.14 Perfiles fundamentales de egreso

Los/as egresados/as de esta titulación podrán desarrollar su carrera como técnicos/as, responsables o expertos/as en gestión del agua en empresas de gestión, abastecimiento, tratamiento y valorización del

agua, estaciones depuradoras, laboratorios de análisis del agua, organismos públicos y otras organizaciones con competencias en aguas, empresas de ingeniería y consultoría ambiental, empresas de seguros, departamentos de medioambiente de empresas de producción, centros de I+D+i en el área de recursos hídricos, instituciones educativas, etc.

2 Resultados del proceso de formación y de aprendizaje

En lo que sigue, se especifican los resultados de la formación y aprendizaje que todo el alumnado del máster adquiere como culminación de sus estudios en el máster. Los resultados del aprendizaje serán clasificados como conocimientos (o contenidos), habilidades (o destrezas) y competencias.

2.1 Conocimientos

A continuación, se enumeran los conocimientos que se adquieren como resultado de la asimilación de información gracias al aprendizaje.

CON1 Describir los principios, conceptos y dimensiones que comprende la gestión integrada de los recursos hídricos, y su papel como herramienta clave para alcanzar la seguridad hídrica y avanzar en la consecución de los ODS asociados. Identificar los problemas relacionados con el desarrollo, uso y acceso al agua. Identificar y comparar la legislación en materia de aguas, en el ámbito europeo, estatal, autonómico y local, así como interpretar los marcos conceptuales sobre desarrollo sostenible y su aplicación al ámbito del agua, con una focalización específica en los ODS. Proporcionar las herramientas para explicar la economía del agua. Enumerar los aspectos de fiscalidad pública que pueden ser relevantes en la gestión del agua.

CON2 Identificar los diferentes sistemas urbanos con una vinculación directa o indirecta con el agua. Esquematizar sus interrelaciones y aplicar una visión ecosistémica e interdisciplinar. Reconocer las diversas fuentes de abastecimiento de agua, las implicaciones de su uso y sus implicaciones en la degradación del medio natural, así como sus posibilidades de reciclaje y reutilización. Identificar y explicar las claves de la integración de la economía circular en el sistema de agua urbana. Explicar cuáles son las herramientas usuales para la conceptualización de los sistemas vinculados al agua urbana. Revisar las tendencias actuales sobre soluciones basadas en la naturaleza para la gestión de las aguas pluviales urbanas. Interpretar el territorio para defender soluciones más o menos centralizadas o descentralizadas en la gestión del agua urbana en áreas con población y actividades económicas dispersas.

CON3 Explicar las bases de la química, la biología y la morfología de los ecosistemas acuáticos continentales. Proporcionar la metodología común de la UE para evaluar el estado de las masas de agua, y su adaptación a diferentes ámbitos territoriales. Identificar los modelos para evaluar las presiones y los impactos sobre las masas de agua, comprendiendo sus oportunidades y sus limitaciones. Indicar soluciones para el mantenimiento y mejora del estado de las masas de agua en sus diferentes elementos de calidad. Identificar bioindicadores.

CON4 Enumerar los sistemas de tratamiento de agua, tanto para el abastecimiento a poblaciones o industrias, como para la depuración y posterior restitución a los medios naturales y reutilización del agua regenerada. Identificar y describir los retos emergentes en el tratamiento del agua.

CON5 Describir los fundamentos sobre la evaluación de los recursos hídricos y las principales herramientas para la planificación hidrológica, a partir la Directiva Marco del Agua, de la legislación y de marcos globales sobre asignación del recurso hídrico, incluyendo la componente ambiental. Demostrar que los servicios ecosistémicos vinculados al agua tienen un alto valor añadido y que las soluciones basadas en la naturaleza permiten un enfoque sostenible a la gestión del recurso.

CON6 Indicar cuáles son los riesgos vinculados al agua, con una especial incidencia en las inundaciones, y también en las sequías. Proporcionar información sobre la legislación y la tecnología disponible para gestionar el riesgo hidrológico.

CON7 Demostrar mediante casos concretos que los de sistemas de información geográfica (SIG) son una herramienta básica en la gestión del agua, aplicados a la gestión de recursos hídricos. Explicar las funcionalidades básicas y avanzadas de los SIG para la elaboración, análisis e interpretación de información geoespacial de interés hidrológico.

CON8 Reconocer las principales herramientas para el manejo de datos hidrológicos y vinculados a la gestión del agua, y como los datos pueden ser usados para la toma de decisiones, mediante métodos basados en conceptos estadísticos o en inteligencia artificial.

2.2 Habilidades

Se enumera en lo que sigue las habilidades a adquirir, esto es, las capacidades de aplicar conocimientos y utilizarlos para completar tareas y resolver problemas.

HAB1 Emplear y comparar la legislación en materia de aguas y los marcos conceptuales en materia de desarrollo sostenible. Operar con herramientas que permitan estimar las variables económicas (macro y micro) vinculadas al agua, y emplear las herramientas para aplicar una adecuada fiscalidad y política de costes al agua.

HAB2 Construir modelos conceptuales del sistema del agua urbana, mediante la interacción de los distintos subsistemas y aplicando las adecuadas singularidades derivadas del urbanismo y la ordenación territorial. Desarrollar estrategias para la implantación de soluciones basadas en la naturaleza.

HAB3 Seleccionar y operar sistemas de tratamiento innovadores adaptados a distintas realidades, entornos geográficos y requerimientos de calidad, incluyendo los retos emergentes y la aplicación de tratamientos verdes o basados en la naturaleza. Experimentar con sistemas piloto de tratamiento de agua.

HAB4 Analizar la Directiva Marco del Agua y la Directiva de Inundaciones de la UE, sus implicaciones técnicas y su aplicación, a través de la planificación hidrológica. Utilizar herramientas informáticas para la resolución de problemas vinculados con la gestión del agua, en el marco de ambas directivas. Desarrollar mediciones y análisis de datos de interés hidrológico y vinculados al estado de las masas de agua. Evaluar el efecto del uso urbano sobre su cuenca hidrográfica y analizar las consecuencias del vertido de aguas (tratadas o no) hacia las masas de agua receptoras, así como desarrollar estrategias de protección de las zonas de generación de agua superficial y subterránea en las cuencas, bajo el principio de reconocimiento y potenciación de los servicios ecosistémicos.

HAB5 Utilizar sistemas de información geográfica (SIG) para el tratamiento y elaboración de datos geoespaciales. Manejar herramientas SIG, herramientas estadísticas y herramientas basadas en inteligencia artificial para el análisis de datos vinculados a la gestión del agua.

2.3 Competencias

A continuación, se enuncian las competencias adquiridas, entendidas éstas como la capacidad de utilizar los conocimientos y habilidades en situaciones de trabajo o estudio, en el desarrollo profesional y personal.

COM1 Validar, juzgar y adaptar para una situación concreta la legislación en materia de aguas. Sintetizar las variables económicas que intervienen en un problema vinculado con la gestión del agua. Adaptar los marcos conceptuales, en particular los ODS, a un problema concreto.

COM2 Integrar todos los sistemas de agua urbana en un marco de planificación global, en un área completa. Evaluar su rendimiento y optimizarlo. Comparar distintos tipos de soluciones, incluyendo aquellas adecuadas para núcleos dispersos y las basadas en la naturaleza.

COM3 Juzgar el rendimiento y la idoneidad de diversas propuestas de tratamiento de agua. Comparar distintas alternativas. Integrar criterio experto en la planificación de sistemas de tratamiento de agua, considerando los retos emergentes y las soluciones verdes.

COM4 Integrar las distintas fuentes que generan la oferta hídrica, y los usos que generan la demanda, en sistemas o balances que permitan una adecuada gestión. Planificar el recurso hídrico en la macroescala y en la microescala, asignando el agua a los distintos usos, integrando las demandas ambientales y sociales.

COM5 Evaluar el efecto de las inundaciones y las sequías y proponer estrategias para paliarlos, de acuerdo con la legislación, aplicando nuevas tecnologías. Proponer soluciones sostenibles y socialmente aceptables.

COM6 Integrar distintas fuentes de datos en marcos de decisión que permitan una mejor gestión del recurso hídrico.

3 Admisión, reconocimiento y movilidad

3.1 Requisitos de acceso y procedimientos de admisión de estudiantes

Los requisitos de acceso al máster son, con carácter general, los establecidos por el RD 822/2021, de 28 de septiembre. El acceso al título se atenderá a las disposiciones del Ministerio, de la Comunidad Autónoma de Galicia, y a lo que se disponga en el desarrollo normativo de las tres universidades.

Requisitos específicos de admisión

Los estudiantes que quieran ser admitidos en el título deberán estar en posesión de un Grado Universitario o titulación equivalente. Este máster está dirigido principalmente a profesionales del ámbito de la gestión del agua y a titulados/as de la rama de ingeniería y de ciencias que quieran desarrollarse laboralmente en este campo.

Será necesario acreditar un nivel B1 o equivalente de inglés.

Procedimiento de admisión

El procedimiento de admisión y matrícula en las titulaciones de máster en la UDC, USC y UVIGO se describe en las Normativas de Gestión Académica que se aprueban anualmente. Las competencias en materia de admisión son responsabilidad de la Comisión Académica Interuniversitaria. Los baremos para el procedimiento de admisión se basarán en los siguientes aspectos:

1. Adecuación de la titulación de acceso a los contenidos del máster
2. Expediente académico

El primero de los criterios es excluyente, de modo que los candidatos para los que se establezca la no adecuación del título de acceso quedarán excluidos. Para los que sean admitidos se valorará la adecuación de la titulación de acceso según un criterio no binario. La Comisión Académica Interuniversitaria del máster establecerá los complementos de formación hasta un máximo de 18 créditos en el caso de que los considere necesarios.

La información para la admisión y matrícula a másteres universitarios se encuentra en las páginas web de las tres universidades participantes:

UDC: <https://www.udc.es/matricula>

USC: <https://www.usc.gal/es/admision/master>

UVIGO: <https://www.uvigo.gal/es/estudiar/gestiones-estudiantes/matriculate/matricula-masteres>

3.2 Criterios para el reconocimiento y transferencia de créditos

No se contempla el reconocimiento de créditos cursados en el ámbito de la educación superior no universitaria, ni en títulos propios. Sí que se considerará el reconocimiento de los 12 créditos de prácticas externas por un mínimo de 3 meses a tiempo completo (o equivalente) de experiencia profesional estrechamente relacionada con los conocimientos, competencias y habilidades propias del máster. La Comisión Académica Interuniversitaria será la encargada de valorar dicha adecuación. No se reconocerá el TFM. Para la transferencia y reconocimiento de créditos se seguirán las indicaciones de la "Normativa de reconocimiento y transferencia de créditos para titulaciones adaptadas al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES)", que se puede encontrar en:

UDC: <https://www.udc.es/es/normativa/academica/>

USC: <https://www.usc.gal/es/normativa/>

UVIGO: <https://secretaria.uvigo.gal>

3.3 Procedimientos para la organización de la movilidad de los estudiantes

La UDC pone a disposición de sus estudiantes toda la información relacionada con los programas de movilidad a través de la página Web de la Oficina de Relaciones Internacionales <https://www.udc.es/es/ori/>. La Oficina de Relaciones Internacionales proporciona a los alumnos toda la información, incluida la solicitud de ayudas y becas de estudios. A su vez, la ETSICCP-UDC proporciona información específica para sus estudiantes en (<https://caminos.udc.es/hosting/web/index.php/convenios-intercambio/>). La UVIGO gestiona la movilidad de la comunidad universitaria a través de la ORI <https://www.uvigo.gal/es/estudiar/movilidad>. La USC gestiona la movilidad de sus estudiantes a través del Servicio de Captación Internacional <https://www.usc.es/gl/admision/mobilidade>. Cada uno de los tres centros tiene un responsable de movilidad asignado como queda especificado en las páginas web correspondientes de las tres universidades.

CONVENIOS CON UNIVERSIDADES NACIONALES Y EXTRANJERAS

Los convenios con universidades nacionales y extranjeras de la ETSICCP-UDC se pueden consultar en <https://udc.moveonfr.com/publisher/16/spa> y <https://udc.moveonfr.com/publisher/1/spa>, respectivamente. De entre ellos, son de destacar los acuerdos de doble título y conjunto firmados por la ETSICCP-UDC con el *Politécnico di Milano* y la *University of Applied Sciences of Magdeburg-Stendal* (Alemania). La EME-UVigo tiene convenios activos bajo los siguientes programas de movilidad: ISEP (9 univ), SICUE (4 univ); ERASMUS+ (25 univ), ERASMUS+ Prácticas, Erasmus+ K107 extracomunitarios (3 univ), acuerdos propios con universidades de todo el mundo (60) y GE4 (33 univ). La ETSE-USC tiene convenios activos en Ingeniería Química e Informática bajo los siguientes programas de movilidad: SICUE (30 univ); ERASMUS+ (27 univ), ERASMUS+ Prácticas y Erasmus+ K107 extracomunitarios.

4 Planificación de las enseñanzas

4.1 Estructura básica de las enseñanzas

El programa de máster se estructura en torno a tres cuatrimestres de 30 ECTS cada uno. Los dos primeros estarán dedicados a la impartición de asignaturas obligatorias (36c) y optativas (24c) y estarán a su vez estructurados alrededor de 5 módulos: Gobernanza del Agua (9c), Agua Urbana (9c), Ingeniería de Procesos (12c), Gestión de los Recursos Hídricos (21c) y Análisis de Datos (9c). El segundo curso de la titulación estará constituido por un único cuatrimestre, el módulo 6, dedicado a las Prácticas Externas (12c) y al Trabajo Fin de Máster (18c). Los contenidos de los seis módulos, entendidos éstos como conjunto de materias que integran una unidad docente completa y coherente, se especifican más abajo.

4.1.1 Esquema General del Plan de Estudios

Tipo de materia/asignatura	Créditos a cursar	Créditos ofertados
Obligatorias	36	36
Optativas	24	57
Prácticas externas	12	12
Trabajo fin de Máster	18	18
Total	90	123

4.1.2 Descripción General del Plan de Estudios

El programa se ha organizado en torno a una estructura de seis módulos que se ha considerado como la más adecuada a la hora de organizar los contenidos a impartir en una titulación de carácter interuniversitaria.

TABLA DE MÓDULOS

Módulo	ECTS a cursar
Módulo 1. Gobernanza del Agua	9
Módulo 2. Agua Urbana	9
Módulo 3. Ingeniería de Procesos	12
Módulo 4. Gestión de los Recursos Hídricos	21
Módulo 5. Análisis de Datos	9
Módulo 6. Prácticas Externas y TFM	30

TABLA DE PLAN DE ESTUDIOS

Módulo	ECTS a cursar	Asignatura	ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
Módulo 1 GOBERNANZA DEL AGUA	9	AGUA SOSTENIBILIDAD Y BIEN COMÚN	3	OB	1	1
		CONTRATACIÓN PÚBLICA Y FISCALIDAD DE LOS SERVICIOS DE AGUA URBANA	3	OB	1	1
		DERECHO DEL AGUA	3	OB	1	1
Módulo 2 AGUA URBANA	9	EL SISTEMA DEL AGUA URBANA	3	OB	1	1
		DRENAJE URBANO SOSTENIBLE	3	OP	1	1
		SERVICIOS DE AGUA EN MEDIO RURAL Y DISPERSO	3	OP	1	1
		DISEÑO AVANZADO DE REDES	3	OP	1	1
		INTRODUCCIÓN A LA HIDRÁULICA Y LA HIDROLOGÍA URBANA	3	OP	1	1
Módulo 3 INGENIERÍA DE PROCESOS	12	PROCESOS INNOVADORES EN POTABILIZACIÓN Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	6	OB	1	1
		EXPERIMENTACIÓN EN PLANTA PILOTO	3	OB	1	1
		EVALUACIÓN TÉCNICO AMBIENTAL DE PROCESOS	3	OP	1	1

		RETOS EMERGENTES	3	OP	1	1
		TECNOLOGÍAS DE RECUPERACIÓN DE AGUAS	3	OP	1	1
Módulo 4 GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS	21	ANÁLISIS DE LOS RECURSOS HÍDRICOS, CAMBIO CLIMÁTICO Y GESTIÓN DE EXTREMOS	3	OB	1	2
		EVALUACIÓN DEL ESTADO DE LAS MASAS DE AGUA SUPERFICIALES	3	OB	1	2
		ECONOMÍA DEL AGUA	3	OB	1	2
		ANÁLISIS DE PRESIONES E IMPACTOS	3	OP	1	2
		RECURSOS SUBTERRÁNEOS	3	OP	1	2
		EVALUACIÓN Y GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIONES	3	OP	1	2
		USO AGRARIO E INDUSTRIAL DEL AGUA	3	OP	1	2
		LIMNOLOGÍA	3	OP	1	2
		SERVICIOS ECOSISTÉMICOS Y ECOHIDRAÚLICA	3	OP	1	2
		MONITORIZACIÓN DE CUENCAS HIDROLÓGICAS PARA EL SEGUIMIENTO DEL ESTADO DE LAS MASAS DE AGUA	3	OP	1	2
		EVALUACIÓN BIOLÓGICA DE LA CALIDAD DEL AGUA	3	OP	1	2
		GIS APLICADO A LA GESTIÓN DEL AGUA	3	OP	1	2
Módulo 5 ANÁLISIS DE DATOS	9	MONITORIZACIÓN Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN GEOESPACIAL EN EL ÁMBITO DEL AGUA	3	OB	1	2

		ANÁLISIS DE DATOS Y FUNDAMENTOS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL	3	OB	1	2
		APRENDIZAJE AUTOMÁTICO	3	OP	1	2
		TÉCNICAS DE OPTIMIZACIÓN, IDENTIFICACIÓN DE PARÁMETROS E INFERENCIA BAYESIANA	3	OP	1	2
		ANÁLISIS INTEGRADO DE DATOS. SISTEMAS DE DECISIÓN MULTICRITERIO	3	OP	1	2
Módulo 6 PRÁCTICAS EXTERNAS Y TFM	30	PRÁCTICAS EXTERNAS	12	PE	2	3
		TRABAJO FIN DE MÁSTER	18	TFM	2	3

4.1.3 Descripción de las materias/ asignaturas

Módulo 1. GOBERNANZA DEL AGUA (9c)

El módulo está conformado por tres materias de carácter obligatorio: “Agua, Sostenibilidad y Bien Común”, “Derecho del Agua” y “Contratación Pública y Fiscalidad de los Servicios de Agua Urbana”.

El objetivo principal del Módulo de Gobernanza es facilitar que todas las personas que cursen el máster dispongan, a modo de enfoque general y previo, de un conjunto de conocimientos –de naturaleza técnica, jurídica y económica- que conformen un pensamiento sistémico e integrador orientado efectivamente, en términos de gobernanza, a la gestión sostenible del agua.

La materia “Agua, Sostenibilidad y Bien Común” proporciona los conocimientos y orientación metodológica para una visión del agua como recurso natural y como bien común, tomando en cuenta las determinaciones de los ODS, de modo que los distintos servicios y sistemas del agua urbana puedan gestionarse de una forma avanzada, integradora y sostenible. Esto supone un detallado análisis sistemista de la gestión del agua: instrumentos, actores e instituciones. Así como una profunda comprensión del modelo de desarrollo sostenible, incluyendo los mecanismos para la toma de decisiones, transparencia y participación pública inclusiva. Todo ello combinado con estudios de casos que faciliten el despliegue y aplicación de la teoría en las actividades de: gestión integrada de recursos hídricos; enfoque de Desarrollo Urbano Sensible al Agua; cooperación al desarrollo; y gestión de seguridad hídrica (en situaciones extremas y como adaptación al cambio climático).

Las materias “Derecho del Agua” y “Contratación Pública y Fiscalidad de los Servicios de Agua Urbana” conforman una oferta académica sistemática e integradora de toda la vertiente jurídica directamente relacionada con la gestión sostenible y avanzada del agua.

La titulación debe contemplar una relevante perspectiva jurídica con contenidos propios del Derecho Público en general y, especialmente, del Derecho Administrativo (Directiva del Agua, Ley de Aguas, Reglamento del Dominio Público Hidráulico, Ley del Plan Hidrológico Nacional, legislación sobre aguas termales y mineromedicinales, evaluación ambiental... etc.) y del Derecho Financiero y Tributario (tributación ambiental vinculada con la gestión de los servicios de agua urbana). Estas disciplinas aportan elementos formativos

de extraordinario interés práctico para quien pretenda conocer y aplicar los instrumentos legales necesarios en el ciclo integral del agua.

En concreto, la materia “Derecho del Agua” proporciona una visión global del marco normativo del agua en el contexto estatal e internacional. Por su parte, la justificación académica de la materia “Contratación Pública y Fiscalidad de los Servicios de Agua Urbana” viene determinada por el hecho incontestable de que cualquier profesional que proyecte, diseñe, supervise o gestione una obra o actuación que incida en cualquiera de las fases que intervienen en el ciclo del agua (desde su captación en alta hasta su saneamiento y depuración en baja), precisa conocer cuál es la regulación básica de los contratos públicos y de las distintas figuras tributarias que afectan a tales actuaciones. Las diferentes formas de gestionar los servicios públicos de agua urbana condicionan en gran medida los impuestos, las tasas y las contribuciones especiales exigibles para la adecuada prestación de dichos servicios, por lo que resulta crucial valorar en el proceso de toma de decisiones los diversos tributos estatales, autonómicos y locales que gravan las distintas fases del ciclo hídrico.

Asignaturas:

Denominación	Agua, Sostenibilidad y Bien Común
Módulo	1. Gobernanza del agua
Tipología	obligatoria
ECTS	3
Organización Temporal	primer curso/primer cuatrimestre
Lenguas de impartición	español/gallego/inglés
Presencialidad requerida)	presencial (30h)
Resultados de aprendizaje	
CON1, HAB1, COM1	
Contenidos	
El agua como derecho humano y bien común: recurso, ética y protección internacional del agua. Gestión (preservación y uso sostenible) del agua: instrumentos, actores e instituciones. El modelo de desarrollo sostenible. Agenda global para el desarrollo sostenible (ODS) y ODS 6 (agua limpia y saneamiento). Cooperación al desarrollo en ODS 6, conflictos de uso e hidrodiplomacia. Mecanismos de toma de decisión, transparencia y participación pública inclusiva. Gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH), DUSA y otros modelos innovadores de gestión de bienes comunes. Seguridad hídrica: situaciones extremas y adaptación al cambio climático. Gestión avanzada del agua: escenarios y tendencias en I+D+i.	

Denominación	Contratación Pública y Fiscalidad de los Servicios de Agua Urbana
Módulo	1. Gobernanza del agua
Tipología	obligatoria
ECTS	3
Organización Temporal	primer curso/primer cuatrimestre
Lenguas de impartición	español/gallego//inglés
Presencialidad requerida	presencial(30h)
Resultados de aprendizaje	
CON1, HAB1, COM1	
Contenidos	
Principios generales de la contratación del sector público. Su aplicación al abastecimiento y tratamiento de aguas. Los contratos administrativos de servicios y obras: especial referencia a la redacción de proyectos y a las obras hidráulicas. Los servicios públicos locales y sus modalidades de gestión: especial referencia al abastecimiento de agua potable, y a la evacuación y tratamiento de aguas residuales. Derechos y deberes de los usuarios de servicios públicos. Principios jurídico-financieros informantes de la Directiva Marco del Agua. La potestad tributaria de las Administraciones públicas sobre el ciclo integral del agua. Los tributos estatales regulados en la Ley de Aguas. Los impuestos autonómicos vinculados a los vertidos y al consumo del agua. Los cánones del agua. Las tasas y tarifas de la Administración local exigidas por el abastecimiento y saneamiento del agua.	

Denominación	Derecho del Agua
Módulo	1. Gobernanza del agua
Tipología	obligatoria
ECTS	3
Organización Temporal	primer curso/primer cuatrimestre
Lenguas de impartición	español/gallego//inglés
Presencialidad requerida	presencial(30h)
Resultados de aprendizaje	
CON1, HAB1, COM1	
Contenidos	
Introducción al Derecho medioambiental y al marco normativo del agua en el contexto internacional y estatal. Concepto, delimitación y protección del dominio público hidráulico. Régimen de usos, autorizaciones y concesiones. Protección de la calidad de las aguas (normas generales, vertidos, reutilización de aguas depuradas). Planificación hidrológica. Evaluación ambiental. Gestión de recursos hídricos compartidos. Régimen jurídico de las aguas termales y mineromedicinales.	

Módulo 2. AGUA URBANA (9c)

En este módulo se analiza el sistema del agua urbana, que integra el abastecimiento (convencional y con recursos complementarios), el saneamiento, el drenaje y la interacción con las masas de agua del territorio, superficiales y subterráneas. Es muy importante plantearlo como un único sistema, ya que hay abundantes interconexiones entre los diversos servicios urbanos vinculados al agua. La asignatura “*El sistema del agua urbana*” analiza esas interacciones y presenta herramientas para conocer sus componentes, su estructura relacional y mecanismos funcionales, de forma que sea posible evaluar su rendimiento y proponer mejoras en el marco de la sostenibilidad, tanto mediante soluciones estructurales como no estructurales.

Los contenidos de Ingeniería Hidráulica son importantes para poder dimensionar las redes de servicios urbanos vinculados con el agua. Dado que el alumnado tiene orígenes diversos, se proponen dos asignaturas optativas en el mismo horario, con distintos niveles de intensidad, a cursar respectivamente por

alumnos/as con o sin formación previa: una introducción a las redes, que permita comprender la problemática e interpretar la normativa, como por ejemplo las ITOHG, que servirán de base para esta asignatura (*Introducción a la Hidráulica e Hidrología Urbana*), y una avanzada (*Diseño Avanzado de Redes*), que permita incidir en los aspectos de cálculo y diseño, para el alumnado que ya maneje los conceptos básicos.

Se proponen, por último, dos asignaturas de cierta especificidad: una orientada a los servicios vinculados al agua en áreas de población dispersa (*Servicios de Agua en Medio Rural y Disperso*), que es una característica de Galicia, aunque puede ser extrapolada a otros territorios, y que hoy en día representa todo un reto social, económico y ambiental, y otra vinculada a potenciar un cambio de paradigma en la gestión de las aguas pluviales y de escorrentía en las zonas urbanas, sobre todo mediante el usos de soluciones basadas en la naturaleza, conocidas como técnicas SUDS (*Drenaje Urbano Sostenible*). Este tipo de técnicas, muy multifuncionales, están siendo potenciadas en la actualidad por todas las administraciones y probablemente se abrirán paso en el futuro como una parte sustantiva del sistema del agua urbana.

Asignaturas:

Denominación	El Sistema del Agua Urbana
Módulo	2. Agua urbana
Tipología	obligatoria
ECTS	3
Organización Temporal	primer curso/primer cuatrimestre
Lenguas de impartición	español/gallego//inglés
Presencialidad requerida	presencial(30h)
Resultados de aprendizaje	
CON2, HAB2, COM2, HAB1, COM1	
Contenidos	
Marco conceptual: ciudad, sostenibilidad y agua. Visión sistémica del agua urbana (análisis CESM). Los subsistemas vinculados al agua urbana e interacciones. El ecosistema institucional. Integración de la economía circular. Desarrollo urbano sensible al agua. Indicadores de desempeño de los servicios. Evaluación de sistemas de agua. Diagnóstico DUSA como base para la planificación urbana.	

Denominación	Drenaje Urbano Sostenible
Módulo	2. Agua urbana
Tipología	optativa
ECTS	3
Organización Temporal	primer curso/primer cuatrimestre
Lenguas de impartición	español/gallego//inglés
Presencialidad requerida	presencial(30h)
Resultados de aprendizaje	
CON2, HAB2, COM2, CON5, HAB3, COM3	
Contenidos	
Soluciones basadas en la naturaleza. Infraestructura verde y agua. El sistema urbano de drenaje. Problemática de contaminación asociada a las aguas pluviales y de escorrentía. Sistema urbano de drenaje sostenible (SUDS). Técnicas SUDS. Integración con el sistema de drenaje convencional. Cuantificación de la mejora del rendimiento del drenaje al introducir SUDS con SWMM/Iber-SWMM.	

Denominación	Servicios de Agua en Medio Rural y Disperso
Módulo	2. Agua urbana
Tipología	optativa
ECTS	3
Organización Temporal	primer curso/primer cuatrimestre
Lenguas de impartición	español/gallego//inglés
Presencialidad requerida	presencial(30h)
Resultados de aprendizaje	
CON2, HAB2, COM2, CON5, HAB3, COM3	
Contenidos	
Marco general y problemática. Gobernanza del agua en el medio rural. Modelos de gestión. Retos ambientales, demográficos, regulatorios, de sostenibilidad económica. Principios y objetivos. El servicio de abastecimiento. El servicio de saneamiento. El servicio de drenaje. Las soluciones autónomas. Evaluación de la eficiencia. Estrategias de futuro y planificación.	

Denominación	Diseño Avanzado de Redes
Módulo	2. Agua urbana
Tipología	optativa
ECTS	3
Organización Temporal	primer curso/primer cuatrimestre
Lenguas de impartición	español/gallego//inglés
Presencialidad requerida	presencial(30h)
Resultados de aprendizaje	
CON2, HAB2, COM2. Manejar herramientas informáticas para el diseño avanzado de redes	
Contenidos	
Diseño avanzado de redes de abastecimiento y saneamiento de agua. Esquematización de una red de abastecimiento con EPANET. Esquematización de una red de saneamiento y drenaje con SWMM.	

Denominación	Introducción a la Hidráulica y la Hidrología Urbana
Módulo	2. Agua urbana
Tipología	optativa
ECTS	3
Organización Temporal	primer curso/primer cuatrimestre
Lenguas de impartición	español/gallego//inglés
Presencialidad requerida	presencial(30h)
Resultados de aprendizaje	
CON: Comprender los fundamentos de la hidráulica y la hidrología.	
COM: Evaluar de un modo preliminar las principales variables hidráulicas e hidrológicas.	
Contenidos	
Introducción a la hidrología. Introducción a la hidráulica. Diseño básico de redes de abastecimiento y saneamiento de agua. Bases conceptuales y métodos básicos de cálculo, según las Instrucciones Técnicas para Obras Hidráulicas de Galicia.	

Módulo 3. INGENIERÍA DE PROCESOS (12c)

El módulo comprende 2 materias obligatorias "*Procesos innovadores en potabilización y tratamiento de aguas residuales*" y "*Experimentación en planta piloto*". En la primera de estas materias se presentan los contenidos necesarios para entender y aplicar los procesos y tecnologías de tratamiento convencionales e innovadores aplicados a la potabilización de agua y el tratamiento de aguas residuales. Se presta especial atención a la evaluación del funcionamiento integral de una ETAP o EDAR después de la instalación de estas tecnologías desde un punto conceptual y a través de la aplicación de simulaciones. En la segunda se plantea la puesta en práctica de conceptos teóricos mediante la experimentación en unidades piloto.

Las tres materias restantes son optativas y se plantean como un complemento a la formación de las materias obligatorias. Los procesos estudiados de forma teórica y experimental serán evaluados a continuación mediante un enfoque ambiental y simulación en la materia "*Evaluación técnico ambiental de procesos*". Asimismo, en la materia "*Retos emergentes*" se ahondará en aspectos relacionados con los retos actuales en la potabilización y tratamiento de aguas en especial dirigidos a la eliminación de microcontaminantes y la recuperación de energía y materias primas. Por otro lado, en la materia "*Tecnologías de recuperación de aguas*" se plantean la obtención de agua mediante procesos de desalación y tratamiento para reutilización. Garantizar el acceso al agua potable será uno de los principales aspectos a tener en cuenta en el futuro debido al aumento de la escasez de agua que se está sufriendo a nivel global.

Asignaturas:

Denominación	Procesos innovadores en potabilización y tratamiento de aguas residuales
Módulo	3. Ingeniería de procesos
Tipología	obligatoria
ECTS	6
Organización Temporal	primer curso/primer cuatrimestre
Lenguas de impartición	español/gallego//inglés
Presencialidad requerida	presencial(60h)
Resultados de aprendizaje	
CON4, HAB3, COM3	
Contenidos	
Fundamentos de los procesos convencionales aplicados a potabilización y tratamiento de aguas residuales y retos actuales. Tecnologías innovadoras en ETAP y EDAR: Procesos innovadores. Estrategias de potabilización, tratamiento y recuperación de recursos en base a tecnologías innovadoras.	

Denominación	Experimentación en planta piloto
Módulo	3. Ingeniería de procesos
Tipología	obligatoria
ECTS	3
Organización Temporal	primer curso/primer cuatrimestre
Lenguas de impartición	español/gallego//inglés
Presencialidad requerida	presencial(30h)
Resultados de aprendizaje	
CON4, HAB3, COM3	
Contenidos	
Experimentación con procesos aplicados en potabilización y tratamiento de aguas residuales. Procesos físicos, químicos y biológicos. Como ejemplos: Flotación. Coagulación-Floculación. Reactores de lodos activos. Digestor anaerobio. Agitación y mezcla. Ozonización. Procesos de oxidación Fenton. Adsorción por carbón activo. Determinación de coeficientes de transferencia de oxígeno. Ósmosis inversa. Determinación de actividad de lodos aerobios. Respirimetría. Reactores granulares aerobios. Proceso SIAM Anaerobio-Aerobio. Etc.	

Denominación	Evaluación técnico ambiental de procesos
Módulo	3. Ingeniería de procesos
Tipología	optativa
ECTS	3
Organización Temporal	primer curso/primer cuatrimestre
Lenguas de impartición	español/gallego//inglés
Presencialidad requerida	presencial(30h)
Resultados de aprendizaje	
CON4, HAB3, COM3	
Contenidos	
Herramientas ambientales basadas en el análisis de ciclo de vida aplicadas a sistemas y procesos de potabilización de aguas y tratamiento de aguas residuales. Herramientas de simulación de procesos de potabilización y tratamiento de aguas aplicadas al diseño y optimización de procesos.	

Denominación	Retos emergentes
Módulo	3. Ingeniería de procesos
Tipología	optativa
ECTS	3
Organización Temporal	primer curso/primer cuatrimestre
Lenguas de impartición	español/gallego//inglés
Presencialidad requerida	presencial(30h)
Resultados de aprendizaje	
CON4, HAB3, COM3	
Contenidos	
Calidad de agua: Microcontaminantes orgánicos y biológicos. Presencia en las ETAP y EDAR. Sistemas de tratamiento para la eliminación de estos microcontaminantes. Recuperación de recursos: Nutrientes, minerales. Obtención de productos. Producción de energía. Tecnologías anaerobias para la producción de biometano e hidrógeno y valorización del gas producido.	

Denominación	Tecnologías de Recuperación de Aguas
Módulo	3. Ingeniería de procesos
Tipología	optativa
ECTS	3
Organización Temporal	primer curso/primer cuatrimestre
Lenguas de impartición	español/gallego//inglés
Presencialidad requerida	presencial(30h)
Resultados de aprendizaje	
CON4, HAB3, COM3. Conocimiento: Reconocer las principales alternativas para la mejora de los recursos hídricos, así como, los aspectos sanitarios y ambientales de la utilización de aguas regeneradas	
Contenidos	
Desalación de aguas salobres, agua del mar y aguas residuales. Tecnologías para el incremento de los recursos hídricos. Reutilización de aguas y usos.	

Módulo 4. GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS (21c)

En este módulo se presentan los contenidos necesarios para entender y aplicar las Directivas Europeas directamente vinculadas con el agua: la 60/2000 (Directiva Marco del Agua), y la 60/2007 (Directiva de Inundaciones). Se incide más en la primera por su mayor carga conceptual y por sus implicaciones en los principios, objetivos y metodologías de la planificación hidrológica en España, que es la que inspira el eje vertebrador de las asignaturas que conforman este módulo.

Dado que se cuenta con un alumnado potencialmente diverso en cuanto a su formación previa, se incluyen asignaturas optativas con un perfil variado de forma que se puedan configurar perfiles formativos adaptados a diferentes intereses. No se pretende en estas asignaturas formar expertos ni nivelar aportando los mismos conocimientos técnicos que puedan tener alumnos/as de profesiones técnicas, sino dar unas mínimas bases que permitan poder hablar un lenguaje común y entender los conceptos técnicos. Se establecerán horarios que superpongan estas asignaturas con otras muy técnicas, de modo que los/as estudiantes con una base previa puedan avanzar en conocimientos nuevos.

Asignaturas:

Denominación	Análisis de los Recursos Hídricos, Cambio Climático y Gestión de Extremos
Módulo	4. Gestión de los recursos hídricos
Tipología	obligatoria
ECTS	3
Organización Temporal	primer curso/segundo cuatrimestre
Lenguas de impartición	español/gallego/inglés
Presencialidad requerida	presencial(30h)
Resultados de aprendizaje	
CON1, CON5, CON6, HAB1, HAB4, COM4.	
Contenidos	
Fuentes de datos globales sobre el recurso hídrico. Oferta del agua en una cuenca (precipitación). Demanda natural en forma de evapotranspiración. Excedentes. Balance hidrológico básico. Cambio climático. Inundaciones y sequías. Directiva europea de Inundaciones. Determinación de indicadores de sequía.	

Denominación	Evaluación del Estado de las Masas de Agua Superficiales
Módulo	4. Gestión de los recursos hídricos
Tipología	obligatoria
ECTS	3
Organización Temporal	primer curso/segundo cuatrimestre
Lenguas de impartición	español/gallego/inglés
Presencialidad requerida	presencial(30h)
Resultados de aprendizaje	
CON1, CON5, HAB1, HAB4, COM4.	
Contenidos	
Fundamentos, marco normativo. Conceptos básicos. Metodología de determinación del estado ecológico de las aguas: estado ecológico (indicadores físico-químicos, biológicos, hidromorfológicos) y estado químico. Zonas protegidas Los programas de seguimiento y la evaluación del riesgo. Programa de control de vigilancia, de control operativo, de investigación; criterios de diseño e implantación. Análisis de casos.	

Denominación	Economía del Agua
Módulo	4. Gestión de los recursos hídricos
Tipología	obligatoria
ECTS	3
Organización Temporal	primer curso/segundo cuatrimestre
Lenguas de impartición	español/gallego//inglés
Presencialidad requerida	presencial(30h)
Resultados de aprendizaje	
CON1, HAB1, COM1	
Contenidos	
Economía ambiental y de los recursos naturales. Agua y economía circular. Técnicas de valoración económica del agua (disposición a pagar, costes evitados, daño ambiental...). Análisis económico del uso del agua en la planificación hidrológica (caracterización económica del uso del agua y recuperación de costes). Bases económicas para entidades gestoras de servicios del agua. Análisis económico y planificación financiera (infraestructuras y servicios del agua). Internalización económica del agua (huella hídrica de actividades y productos).	

Denominación	Análisis de Presiones e Impactos
Módulo	4. Gestión de los recursos hídricos
Tipología	optativa
ECTS	3
Organización Temporal	primer curso/segundo cuatrimestre
Lenguas de impartición	español/gallego//inglés
Presencialidad requerida	presencial(30h)
Resultados de aprendizaje	
CON1, CON5, HAB1, HAB4, COM4. En espera de conocer listado final	
Contenidos	
Enfoque de la DMA y la IPH. Presiones e impacto. Metodología de análisis del impacto. Tipología de contaminantes, efectos, impactos. Susceptibilidad de masas de agua superficiales. Problemática de vertidos de AR (impactos en ríos, lagos y embalses, masas de agua costeras). Modelos numéricos de calidad de aguas: submodelos de calidad F+Q del agua. Presentación y aplicación práctica con IBER.	

Denominación	Recursos Subterráneos
Módulo	4. Gestión de los recursos hídricos
Tipología	optativa
ECTS	3
Organización Temporal	primer curso/segundo cuatrimestre
Lenguas de impartición	español/gallego//inglés
Presencialidad requerida	presencial(30h)
Resultados de aprendizaje	
CON3, CON5, HAB4, COM4. Conocimiento. Entender el concepto de recarga de acuíferos y la interrelación existente entre los cuerpos de agua superficial y subterránea. Conocimiento. Interpretar los resultados proporcionados por los ensayos y modelos empleados para la cuantificación y gestión del recurso hídrico subterráneo.	
Contenidos	
Fundamentos de hidrogeología. Flujo del agua subterránea. Tipos de recursos subterráneos. Interacción aguas superficial/subterránea. Modelos para la gestión del recurso hídrico subterráneo. Evaluación del estado de las masas de agua subterránea. Procesos contaminantes. Usos y protección del recurso hídrico subterráneo.	

Denominación	Evaluación y Gestión del Riesgo de Inundaciones
Módulo	4. Gestión de los recursos hídricos
Tipología	optativa
ECTS	3
Organización Temporal	primer curso/segundo cuatrimestre
Lenguas de impartición	español/gallego//inglés
Presencialidad requerida	presencial(30h)
Resultados de aprendizaje	
CON6, HAB4, COM5. COM: Aplicar modelos profesionales de cálculo a problemas reales.	
Contenidos	
Modelización hidrológica e hidráulica con Iber. Aplicación a la determinación de zonas inundables fluviales y pluviales, de acuerdo con los requerimientos de la Directiva Europea de Inundaciones.	

Denominación	Uso Agrario e Industrial del Agua
Módulo	4. Gestión de los recursos hídricos
Tipología	optativa
ECTS	3
Organización Temporal	primer curso/segundo cuatrimestre
Lenguas de impartición	español/gallego//inglés
Presencialidad requerida	presencial(30h)
Resultados de aprendizaje	
CON5, HAB4, COM4.	
Contenidos	
Demandas de agua: UDA-UDI. Uso agrario del agua. Introducción a la gestión de sistemas de riego. Agua para la ganadería: implicaciones sobre el medio ambiente. Agua en la industria. Agua y energía. Otros usos del agua. Panorama gallego, estatal y mundial del uso del agua por sectores.	

Denominación	Limnología
Módulo	4. Gestión de los recursos hídricos
Tipología	optativa
ECTS	3
Organización Temporal	primer curso/segundo cuatrimestre
Lenguas de impartición	español/gallego//inglés
Presencialidad requerida	presencial(30h)
Resultados de aprendizaje	
CON3, HAB1, HAB4, COM4.	
Contenidos	
Sistemas lóticos y lénticos. Características, clasificación y origen. Morfometría de lagos y embalses. Ambiente lumínico. Temperatura, calor y estratificación térmica. Nociones de limnología física. Movimiento del agua y estabilidad. Calidad química. Constituyentes mayoritarios y parámetros indicadores. Oxígeno y metabolismo de lagos y embalses. Ciclo del C en lagos y embalses. Ciclos del N y P en lagos y embalses. Ciclos del Fe y Mn en lagos y embalses. Interfaz agua-sedimentos. Fitoplancton y zooplancton. Interacción de peces, aves y otros organismos con los sistemas límnicos. Lagos y embalses en el contexto de la DMA.	

Denominación	Servicios Ecosistémicos y Ecohidráulica
Módulo	4. Gestión de los recursos hídricos
Tipología	optativa
ECTS	3
Organización Temporal	primer curso/segundo cuatrimestre
Lenguas de impartición	español/gallego//inglés
Presencialidad requerida	presencial(30h)
Resultados de aprendizaje	
CON1, CON3, HAB1, HAB4, COM1, COM5	
Contenidos	
<p>Servicios ecosistémicos de los ríos y las aguas de transición. Efectos ambientales de las obras hidráulicas. Restauración de ríos. Implicaciones en la Instrucción de Planificación Hidrológica. Acondicionamiento de obras hidráulicas. Caudales ambientales. Obras para garantizar la continuidad de los ecosistemas acuáticos. Soluciones basadas en la naturaleza como complemento o alternativa a obras hidráulicas.</p>	

Denominación	Monitorización de cuencas hidrológicas para el seguimiento del estado de las masas de agua
Módulo	4. Gestión de los recursos hídricos
Tipología	optativa
ECTS	3
Organización Temporal	primer curso/segundo cuatrimestre
Lenguas de impartición	español/gallego//inglés
Presencialidad requerida	presencial(30h)
Resultados de aprendizaje	
CON8, HAB4, COM6	
Contenidos	
<p>Redes de estaciones de aforo y control de embalses. Redes de control piezométrico. Seguimiento de la calidad del agua. Gestión de datos y acceso en tiempo real.</p>	

Denominación	Evaluación biológica de la calidad del agua
Módulo	4. Gestión de los recursos hídricos
Tipología	optativa
ECTS	3
Organización Temporal	primer curso/segundo cuatrimestre
Lenguas de impartición	español/gallego//inglés
Presencialidad requerida	presencial(30h)
Resultados de aprendizaje	
CON5, HAB4, COM4	
Contenidos	
Biomonitorización pasiva. Fracción biodisponible de los contaminantes. Parámetros que influyen la biomonitorización pasiva. Bioensayos. Evaluación toxicológica. Diversidad biológica. Medidas de diversidad biológica. Establecimiento de referencias y comparación de comunidades biológicas. Análisis estadístico en el ámbito de la diversidad biológica.	

Denominación	GIS Aplicado a la Gestión del Agua
Módulo	4. Gestión de los recursos hídricos
Tipología	optativa
ECTS	3
Organización Temporal	primer curso/segundo cuatrimestre
Lenguas de impartición	español/gallego//inglés
Presencialidad requerida	presencial(30h)
Resultados de aprendizaje	
CON7, CON8, HAB5, COM4, COM6	
Contenidos	
Introducción a las tecnologías de información geográfica en la gestión del agua. Fuentes de datos geográficos en estudios hidrológicos. Edición y tratamiento de datos geográficos. Geoprocesos vectoriales y geomorfometría. Diseño de mapas hidrológicos.	

Módulo 5. MÓDULO DE ANÁLISIS DE DATOS (9c)

El objetivo principal del Módulo 'Análisis de Datos' es dotar a las personas egresadas de la formación sobre las diversas tipologías de datos asociadas a la gestión integrada del recurso hídrico y acerca del potencial de las diferentes técnicas y modelos matemáticos más empleados para su tratamiento.

Se abordarán las metodologías más novedosas relacionadas con la adquisición de datos de interés hidrológico, valorando las posibilidades que ofrecen los nuevos sistemas open data, plataformas y sensores empleados para la estimación de parámetros medioambientales, así como el manejo de los repositorios temáticos y bases de datos de interés hidrológico disponibles.

Para el análisis y explotación de la información se trabajarán técnicas matemáticas y herramientas avanzadas de visualización de datos masivos, diseño de experimentos, análisis de datos en tiempo continuo, procesamiento de imágenes, machine learning y big data, entre otros.

Se introducirán también conceptos y técnicas de optimización (que permiten planificar y gestionar con mayor eficacia), de identificación de parámetros (que permiten calibrar los modelos y mejorar su capacidad de predicción) y de teoría Bayesiana de la decisión (que permiten incorporar la incertidumbre al proceso).

El objetivo del conocimiento y manejo de todas estas técnicas es ser capaz de tratar el problema de la toma de decisiones en el ámbito Agua desde un punto de vista global e integrado, conjugando toda la información geoespacial/vectorial y mejores técnicas disponibles, para facilitar la propuesta de las soluciones óptimas y sostenibles que la sociedad actual demanda.

Asignaturas:

Denominación	Monitorización y Procesamiento de Información Geoespacial en el Ámbito del Agua
Módulo	5. Análisis de datos
Tipología	obligatoria
ECTS	3
Organización Temporal	primer curso/segundo cuatrimestre
Lenguas de impartición	español/gallego/inglés
Presencialidad requerida	presencial(30h)
Resultados de aprendizaje	
CON7, HAB5, COM6	
Contenidos	
Sensores multibanda y multiescala. Plataformas espaciales, aéreas, terrestres y acuáticas. Procesamiento y análisis de datos geoespaciales. Clasificaciones de imagen. Variables e índices de interés hidrográfico. Generación de modelos ráster/vectoriales (geoprocesos). Ejemplos de aplicación.	

Denominación	Análisis de Datos y Fundamentos de Inteligencia Artificial
Módulo	5. Análisis de datos
Tipología	obligatoria
ECTS	3
Organización Temporal	primer curso/segundo cuatrimestre
Lenguas de impartición	español/gallego//inglés
Presencialidad requerida	presencial(30h)
Resultados de aprendizaje	
CON8, HAB5, COM6	
Contenidos	
Diseño de experimentos. Análisis de datos en tiempo continuo - Series temporales. Fundamentos de Inteligencia Artificial. Aplicaciones basadas en Open data y Big data. Visualización de datos. Ejemplos de aplicación.	

Denominación	Aprendizaje Automático
Módulo	5. Análisis de datos
Tipología	optativa
ECTS	3
Organización Temporal	primer curso/segundo cuatrimestre
Lenguas de impartición	español/gallego//inglés
Presencialidad requerida	presencial(30h)
Resultados de aprendizaje	
CON8, HAB5, COM6.	
Contenidos	
Aprendizaje automático supervisado, semisupervisado y no supervisado. Aprendizaje en tiempo real sobre datos continuos (streaming data). Modelos avanzados: deep learning, big data, aprendizaje federado. Ejemplos de aplicación.	

Denominación	Técnicas de Optimización, Identificación de Parámetros e Inferencia Bayesiana
Módulo	5. Análisis de datos
Tipología	optativa
ECTS	3
Organización Temporal	primer curso/segundo cuatrimestre
Lenguas de impartición	español/gallego//inglés
Presencialidad requerida	presencial(30h)
Resultados de aprendizaje	
CON8, HAB5, COM6.	
Contenidos	
Problemas directos y problemas inversos: calibración, optimización e identificación de parámetros. Optimización sin restricciones y con restricciones: métodos de Programación Matemática. Optimización multiobjetivo. Toma de decisiones bajo condiciones de riesgo e incertidumbre. Inferencia Bayesiana. Ejemplos de aplicación.	

Denominación	Análisis Integrado de Datos. Sistemas de Decisión Multicriterio
Módulo	5. Análisis de datos
Tipología	optativa
ECTS	3
Organización Temporal	primer curso/segundo cuatrimestre
Lenguas de impartición	español/gallego/inglés
Presencialidad requerida	presencial(30h)
Resultados de aprendizaje	
<p>CON8, COM6. Conocimiento: Conocer las herramientas de análisis geoespacial para la evaluación y gestión de los recursos hídricos y la prevención de riesgos, incluyendo el control de impactos, mediante métodos de evaluación multicriterio</p> <p>Habilidad: Utilizar modelos matemáticos y sistemas de decisión objetivo para la toma eficiente de decisiones.</p> <p>Competencia: Modelizar un problema real de decisión mediante criterios y alternativas para poder integrarlo dentro de un modelo objetivo de decisión.</p>	
Contenidos	
Teoría de la Decisión. Métodos de Decisión multicriterio discretos. Geoanálisis. Ejemplos de aplicación.	

Módulo 6. PRACTICAS EXTERNAS Y TRABAJO FIN DE MÁSTER (9c)

Denominación	Prácticas Externas
Módulo	6. Prácticas externas y trabajo fin de máster
Tipología	prácticas externas
ECTS	12
Organización Temporal	segundo curso/primer cuatrimestre
Lenguas de impartición	español/gallego/inglés
Presencialidad requerida	presencial
Resultados de aprendizaje	
<p>Acercarse al tejido empresarial y poner en práctica los conocimientos adquiridos durante los estudios previos. Identificar las implicaciones sociales, económicas, ambientales y jurídicas de la gestión del recurso hídrico. Enfrentarse a la resolución de problemas con los condicionantes del ámbito laboral e identificar las variables relevantes en la resolución de los mismos. Identificar los elementos y claves que definen y determinan la organización de una empresa. Identificar las funciones y responsabilidades del liderazgo y trabajar en equipos con personas de diferentes niveles formativos, disciplinas y responsabilidades.</p>	
Contenidos	
<p>En relación a las condiciones de realización de las prácticas se atenderá a lo dispuesto en la normativa de ámbito nacional. Durante su estancia el alumno se integrará en la organización de la empresa y se coordinará con el resto de integrantes del equipo de trabajo al que sea asignado. El alumno tendrá un tutor dentro de la empresa que le guiará y supervisará en las tareas específicas que tendrá que desarrollar dentro de la misma; y un tutor académico que definirá junto con el tutor de la empresa, el marco general de la actividad del alumno. La Comisión Académica Interuniversitaria elaborará las pautas relativas a: (i) procedimiento de oferta y difusión de las prácticas, (ii) criterios de asignación de las prácticas al alumnado, (iii) criterios de asignación de personas tutoras en el ámbito académico, (iv) procedimientos y rúbricas de evaluación y calificación</p>	

Denominación	Trabajo Fin de Máster
Módulo	6. Prácticas externas y trabajo fin de máster
Tipología	trabajo fin de máster
ECTS	18
Organización Temporal	segundo curso/primer cuatrimestre
Lenguas de impartición	español/gallego/inglés
Presencialidad requerida	presencial
Resultados de aprendizaje	
<p>Desarrollar un trabajo original de forma individual y presentar y defender el mismo ante un tribunal universitario. Identificar en el problema a resolver o proyecto las restricciones sociales, jurídicas, de seguridad, ambientales, económicas y tecnológicas. Realizar, si procede, una reflexión sobre la responsabilidad social o ética vinculada al desarrollo del TFM. Comunicar de forma precisa y sin ambigüedades, tanto de forma escrita como oral, conocimientos, procedimientos, argumentos, resultados, ideas y conclusiones, a públicos especializados y no especializados en el ámbito del agua.</p> <p>Integrar conocimientos, metodologías procedimentales y competencias adquiridas previamente para resolver un problema relacionado con el ámbito del agua en su concepción más amplia.</p>	
Contenidos	
<p>Cada curso académico se ofertará una relación de temas sobre los que puede versar el Trabajo Fin de Máster, asignando a cada alumno/a una persona tutora, quien orientará en la elaboración del trabajo, redacción del documento y preparación de la exposición pública. El documento final donde se plasmará el trabajo realizado deberá contener, al menos: (i) objetivos, (ii) metodología, (iii) resultados, (iv) legislación y/o normativa sectorial y transversal aplicable en su caso, (v) estudio de impacto ambiental en su caso, (vi) presupuesto en su caso, (vii) conclusiones y (viii) bibliografía. Finalmente, señalar que, en relación a las competencias específicas, se trabajarán las relacionadas directamente con el ámbito en el que se desarrolle el Trabajo Fin de Máster.</p>	

4.2 Actividades y metodologías docentes

Dado el carácter heterogéneo de las asignaturas propuestas, se recomienda la selección, por parte del/de la docente responsable, de una o varias de las actividades/metodologías docentes que siguen para cada una de las asignaturas planteadas:

Actividades docentes

- AD1 Actividades presenciales propias: clases magistrales, prácticas de laboratorio, seminarios, evaluaciones, tutorías
- AD2 Trabajo autónomo del estudiante
- AD3 Visitas de campo, a instalaciones y a obras

Metodologías docentes

- MD1 Clase magistral de docencia expositiva
- MD2 Prácticas de laboratorio
- MD3 Seminarios de formación
- MD4 Evaluaciones
- MD5 Trabajo autónomo del estudiante
- MD6 Tutorías en grupos reducidos
- MD7 Visitas de campo, a instalaciones y obras

4.3 Sistemas de evaluación

Dado el carácter heterogéneo de las asignaturas propuestas, se recomienda la selección, por parte del/de la docente responsable, de uno o varios de los sistemas de evaluación que siguen para cada una de las asignaturas planteadas:

- SE1 Examen final
- SE2 Pruebas escritas para la evaluación continua de los contenidos expuestos en clase
- SE3 Pruebas con ordenador para la evaluación de los conocimientos y habilidades adquiridas
- SE4 Presentaciones orales
- SE5 Trabajos prácticos individuales o en grupo

4.4 Estructuras curriculares específicas

No procede, no las hay

4.5 Mecanismos de coordinación docente.

El nuevo título contará con distintas acciones y herramientas de coordinación. Algunas de ellas ya son parte del funcionamiento normal del centro responsable, *comisión docente y comisión de garantía de calidad*. Además de las comisiones anteriores, comunes a todos los títulos impartidos en la ETSICCP-UDC, se crearán específicamente las siguientes figuras y comisiones para llevar a cabo la coordinación académica del *Máster en Gestión Sostenible del Agua*:

- **Coordinador/a del máster:** A propuesta de la *ETSICCP-UDC*, como centro responsable. Esta figura será la máxima responsable de la coordinación docente del título. Su principal función será el lanzamiento de las demás actuaciones de coordinación (formación de comisiones, nombramiento de coordinadores, etc.) y velar por su correcto funcionamiento, así como participar directamente en algunas de ellas.
- **Coordinadores locales:** A propuesta del/la directora/a de la *EME-UVigo* y de la *ETSE-USC*.
- **Comisión académica interuniversitaria del máster (CAI).** Las universidades firmantes nombrarán una CAI, con el objetivo de realizar la planificación y seguimiento del título, así como de elevar a los órganos proponentes y responsables del Máster de cada institución participante las propuestas de mejora para futuras ediciones. En su caso, también podrá proponer su supresión. La composición de la CAI será la siguiente:
 - Serán miembros natos las/los coordinadoras/es locales de las universidades participantes. Presidirá la Comisión la persona correspondiente a la universidad coordinadora.
 - Un/una secretario/a, que será elegido/a entre los miembros de la Comisión.
 - Otros dos miembros del personal docente del Máster por cada universidad.
 - Un/una estudiante del título por cada universidad.
- **Comisión de Trabajos de Fin de Máster y Prácticas Externas:** Dada la importancia del Trabajo Fin de Máster y de las Prácticas Externas en el plan de estudios, se crea una comisión que estará compuesta por el/la coordinador/a del máster, y por los/las coordinadores/as locales de las otras dos universidades. Sus funciones incluirán la definición y mantenimiento de la normativa de Trabajos de Fin de Máster, la evaluación de anteproyectos, la formación de los tribunales de evaluación de los trabajos de fin de máster y la gestión y adjudicación de las prácticas externas

5 Personal académico y de apoyo a la docencia

5.1 Profesorado

Universidad	Categoría	Número	Doctores	Sexenio vivo	Quinquenio vivo
UDC	Catedrático Universidad	18	18	18	18
UDC	Catedrático Escuela Un.	2	2	2	2
UDC	Titular Universidad	47	47	43	47
UDC	Titular Escuela Un.	3	1	0	3
UDC	Contratado Doctor	23	23	19	23
UDC	Ayudante Doctor	10	10		
UDC	Colaborador	1	0	0	1
UDC	Asociado	15	3		
UDC	Interino Sustitución	17	10		
USC	Catedrático Universidad	3	3	3	3
USC	Titular Universidad	3	3	3	3
USC	Contratado Doctor	2	2	2	2
USC	Ayudante Doctor	2	2		1
UVigo	Catedrático Universidad	9	9	9	9
UVigo	Titular Universidad	10	10	8	10
UVigo	Contratado Doctor	3	3	2	3
UVigo	Ayudante Doctor	2	2		
UVigo	Asociado	1	0		
UVigo	Ramón y Cajal	2	2	1	1
UVigo	Postdoc Xunta	1	1		

Profesorado de la UDC

Ámbito o área de conocimiento:	Ingeniería del Terreno	Ingeniería Hidráulica	Tecnologías del Medio Ambiente	Matemática Aplicada	Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría	Ciencias de la comunicación e inteligencia artificial
Número de profesores y profesoras:	14	8	4	11	5	94
Número de doctores:	11	6	4	11	2	80
Prof. permanente doctor	7	5	3	10	2	64
Prof. permanente no doctor	0	0	0	0	1	2
Prof. ayudante doctor	1	0	0	0	0	9
Prof. asociado doctor	2	0	1	0	0	0
Prof. asociado no doctor	3	2	1	0	2	5
Otros	1(Int. Sust. doctor)	1 (INT-SU Doctor)	0	1 (INT-SU Doctor)	0	7 (INT-SU Doctor) + 7(INT-SU)
Número de quinquenios:	33	22	13	35	12	287
Número de sexenios:	26	15	6	28	2	206
Créditos ECTS totales que impartirán:	14	14	14	3,5	3	2,5
Disponibilidad docente en créditos ECTS en este ámbito de conocimiento:	14	14	14	3,5	3	2,5

Profesorado de la USC

Ámbito o área de conocimiento:	Ingeniería Química	Zoología	Ecología	Fundamentos del análisis económico
Número de profesores y profesoras:	7	1	1	1
Número de doctores:	7	1	1	1
Prof. permanente doctor	5	1	1	1
Prof. permanente no doctor	0	0	0	0
Prof. ayudante doctor	2	0	0	0
Prof. asociado doctor	0	0	0	0
Prof. asociado no doctor	0	0	0	0
Otros	0	0	0	0
Número de quinquenios:	16	4	3	
Número de sexenios:	12	3	3	
Créditos ECTS totales que impartirán:	15	1,5	1,5	2
Disponibilidad docente en créditos ECTS en este ámbito de conocimiento:	15	1,5	1,5	2

Profesorado de la UVigo

Ámbito o área de conocimiento:	Explotación de Minas	Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría	Derecho Administrativo	Derecho financiero y tributario	Matemática Aplicada	Ingeniería Química
Número de profesores y profesoras:	8	4	3	2	7	4
Número de doctores:	8	4	2	2	7	4
Prof. permanente doctor	6	2	2	2	7	4
Prof. permanente no doctor	0	0	0	0	0	0
Prof. ayudante doctor	1	1	0	0	0	0
Prof. asociado doctor	0	0	0	0	0	0
Prof. asociado no doctor	0	0	1	0	0	0
Otros	1 (Ramón y Cajal)	2 (1 Ramón y Cajal y 1 Post Doc Xunta)	0	0	0	0
Número de quinquenios:	24	12	5	9	35	12
Número de sexenios:	22	11	3	6	24	11
Créditos ECTS totales que impartirán:	3	4.5	3	3	4.5	3
Disponibilidad docente en créditos ECTS en este ámbito de conocimiento:	3	4.5	3	3	4.5	3

5.2 Otros recursos humanos

El personal de administración y servicios que sirve de apoyo en la ETSICCP-UDC, en la ETSE-USC y en la EME-UVigo es:

	ETSICCP-UDC	ETSE-USC	EME-UVigo
Administración/asuntos económicos/secretario dirección	6	5	14
Conserjería	4	3	3
Biblioteca	4	4	4
Técnicos de laboratorio e informáticos	3	1	2

6 Recursos para el aprendizaje

6.1 Recursos materiales y servicios

El máster tendrá a su disposición los medios materiales y los servicios de los que dispongan las tres universidades participantes y en particular de aquellos que son de la competencia directa de los centros responsables en cada una de las tres universidades y que a continuación se enumeran:

ETSICCP-UDC

Se beneficia tanto de los medios materiales y servicios propios de un edificio exclusivo de más de 16.000m² en el Campus de Elviña, que incluye una decena de laboratorios docentes; como de las instalaciones del CITEEC (Centro de Innovación Tecnológica en Edificación e Ingeniería Civil, <https://www.udc.es/citeec/>), centro de investigación puntero a nivel nacional, en el edificio anexo, con laboratorios pesados de Hidráulica, Puertos y Costas, Construcción, e Ingeniería Sanitaria y Ambiental entre otros.

ETSE-USC

Está situada en el Campus Vida de la USC y su equipamiento se puede consultar en (<https://www.usc.es/ql/centro/escuela-tecnica-superior-enxenaria/equipamentos>). Incluye 5 laboratorios dedicados a prácticas experimentales temáticas, una planta piloto para prácticas a escala y diversas aulas docentes, salas de trabajo, de informática y de proyectos. La ETSE dispone de un plan de mantenimiento y reparación de equipamiento en su Plan Estratégico (https://pro-assets-usc.azureedge.net/cdn/ff/rKBjmJ6IA2Qg_Ylym1JE50L-LI5eFhx2RylDzJpGwUc/1635401099/public/documents/2021-04/20201211_acordoprroga_planestratexico_etse.pdf)y Está acreditado por la norma ISO 45001:2018, que garantiza que el centro dispone de un sistema actualizado de Seguridad y Salud.

EME-UVIGO

Está ubicada en el Campus As Lagoas-Marcosende de Vigo y cuenta con diversas aulas docentes con equipamientos punteros de teledocencia, aulas de informática y una decena de laboratorios docentes. Son de destacar los laboratorios de Investigación de los Grupos GESSMIN (Gestión Minera y Sostenible de Recursos Mineros) y GEOTECH (Geotecnologías Aplicadas) y los Laboratorios de Mecánica de Rocas y Mecánica de Suelos. La información detallada al respecto está disponible en <http://minaseenerxia.uvigo.es/es/escuela/recursos-materiales-y-servicios/>

6.2 Procedimiento para la gestión de las prácticas externas

Será responsabilidad de la *Comisión de Trabajos de Fin de Máster y Prácticas Externas* que establecerá los criterios y los procedimientos y tomará las decisiones al respecto, conforme a la normativa nacional, autonómica y de cada universidad.

6.3 Previsión de dotación de recursos materiales y servicios

Será necesario cubrir las carencias al respecto de los desplazamientos de estudiantes y personal docente derivados de la naturaleza interuniversitaria de la titulación. También habrá que cubrir los costes de

armonización de los procesos administrativos de tres sistemas distintos, que precisan convertirse en uno solo a efectos materiales y humanos.

7 Calendario de Impartición

7.1 Cronograma de implantación

La implantación del plan de estudios se realizará de manera progresiva en las tres universidades participantes, comenzando con el primer curso del máster a partir del curso académico 2023/24, de manera que el tercer cuatrimestre del máster se empezará a impartir a partir del curso 2024/25. Para ello, la memoria de verificación del máster deberá de estar aprobada antes de comenzar con la implantación de los estudios.

7.2 Procedimiento de adaptación

No procede, no se adapta ningún máster previo

7.3 Enseñanzas que se extinguen

No procede, no es consecuencia de una extinción

8 Sistema interno de garantía de calidad

8.1 Sistema interno de garantía de calidad

El SIGC puede consultarse en el enlace (<https://sgic.udc.es/seguimiento.php?id=632>). En el momento presente, tanto su diseño como su implantación se encuentran en proceso de ser certificados por la ACSUG (programa FIDES-AUDIT).

8.2 Medios para la información pública

La universidad informará de los medios de información pública del plan de estudios con los que cuenta y que utilizarán para atender las necesidades del estudiantado.