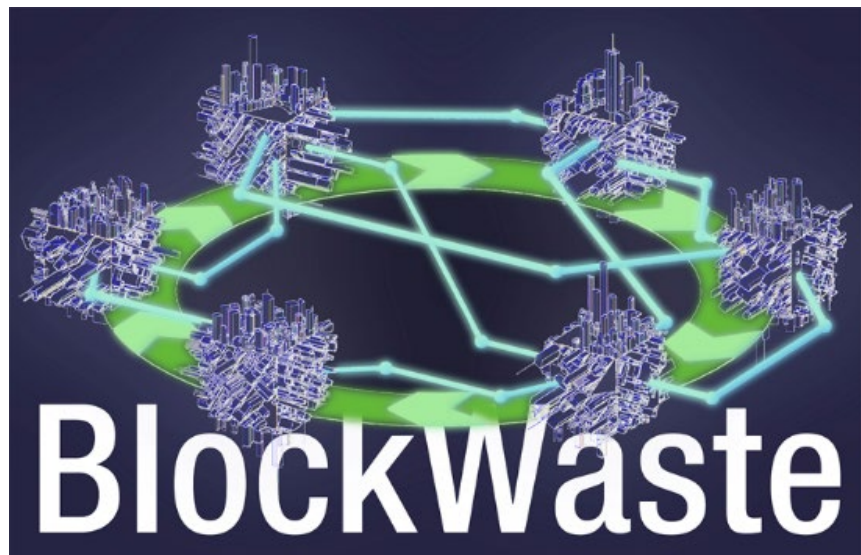


O2.A2 Producción de un plan de estudios de gestión de residuos municipales utilizando tecnología blockchain



[Descargo de responsabilidad](#)

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Ficha de resultados:

Programa de financiación	Programa Erasmus+ de la Unión Europea
Financiación NA	EL01 Fundación de Becas Estatales Griegas (IKY)
Título completo del proyecto	Formación innovadora basada en la tecnología Blockchain aplicada a la gestión de residuos — BlockWaste
Campo	KA2 — Cooperación para la innovación y el intercambio de buenas prácticas KA203 — Asociaciones estratégicas para la educación superior
Número de proyecto	2020-1-EL01-KA203-079154
Duración del proyecto	24 meses
Fecha de inicio del proyecto	01-10-2020
Fecha de finalización del proyecto:	30-09-2022

Control del documento

Título de salida: O2: Currículo común europeo sobre RSU que aplica tecnologías Blockchain para estrategias de economía circular

Título de la tarea: A2 — Producción de un plan de estudios de gestión de residuos urbanos utilizando tecnología blockchain

Líder de salida: Bielefeld

Líder de la tarea: Bielefeld

Autor(es): Bernd Kleinheyer, Bielefeld UAS, bernd.kleinheyer@fh-bielefeld.de, Alemania, Rainer Lenz, rlenz@fh-bielefeld.de, Bielefeld UAS, Alemania, David Caparros Perez, Centro Tecnológico del Mármol, Piedra y Materiales, david.caparros@ctmarmol.es, España Paraskevas Tsangaratos, Universidad Técnica Nacional de Atenas, Grecia, Christa Barkel, Saxion UAS, Países Bajos

Revisado por: Maria Menegaki, Universidad Técnica Nacional de Atenas, menegaki@metal.ntua.gr, Grecia, Perry Smit, Saxion UAS, p.j.smit.01@saxion.nl, Países Bajos

Control de Documentos

Versión del documento	Versión	Enmienda
V0.1	29/10/2021	Versión final — 28/12/2021

Contenido

Resumen ejecutivo	iii
1 Introducción	1
1.1 Breve descripción del proyecto	1
1.2 Comentario.....	1
1.3 Objetivos y enfoque metodológico	2
1.3.1 Contexto educativo, propósito del plan de estudios e integración en programas educativos y de formación más amplios	2
1.3.2 Grupos destinatarios	3
1.3.3 Cualificaciones de ingreso	4
1.3.4 Enseñanza y aprendizaje, personalización y adaptación.....	4
1.3.5 Recomendaciones sobre la elaboración de planes de estudios.....	4
2 Módulos de currículum BlockWaste	6
2.1 Módulo 1 — Gestión de residuos y economía circular	6
2.2 Módulo 2 — Blockchain.....	11
2.3 Módulo 3 — Gestión de residuos municipales basada en Blockchain	14
2.4 Módulo 4 – Aprendizaje basado en proyectos de GRSU y el papel de Blockchain	17
3 Bibliografía.....	21

Lista de abreviaturas

Abreviatura	Definición
RSU	Residuos sólidos urbanos
GRSU	Gestión de residuos sólidos urbanos
CE	Economía circular
Pequeñas y medianas empresas	Pequeñas y medianas empresas
IT	Tecnología de la información

Resumen ejecutivo

Este plan de estudios sugiere temas y materiales que complementan las ofertas de enseñanza y aprendizaje para la Gestión de Residuos que normalmente se encuentran en títulos de ingeniería establecidos (ingeniería civil, tecnologías ambientales), pero también en tecnologías ambientales o gestión empresarial sostenible. El plan de estudios aborda la necesidad de habilidades que ayuden a transformar la gestión de residuos principalmente «lineal» en procesos de economía circular y cambiar la percepción de «residuos» a «recursos». En el aspecto técnico y tecnológico, el plan de estudios presenta herramientas y procesos innovadores que ayudan a las organizaciones municipales y privadas de gestión de residuos a hacer frente a nuevos desafíos económicos como la mitigación del cambio climático, la eficiencia de los recursos y los daños ambientales.

Se presta especial atención a la minería de datos y la circulación de datos, ambas funciones que contribuyen masivamente a cosechar los beneficios de la digitalización para las prácticas empresariales respetuosas con el clima y el medio ambiente. El punto focal instrumental en esto son las tecnologías Blockchain y Distributed Ledger que se consideran que facilitan tanto los procesos industriales en la economía circular como los niveles más altos de transparencia para las partes interesadas.

1 Introducción

1.1 Breve descripción del proyecto

El proyecto BlockWaste tiene como objetivo abordar la interoperabilidad entre la gestión de residuos y la tecnología blockchain y promover su tratamiento adecuado a través de la formación educativa, de modo que los datos recopilados se compartan dentro de un entorno seguro, donde no hay lugar para la incertidumbre y la desconfianza entre todas las partes involucradas. Para ello, los objetivos del proyecto BlockWaste son los siguientes:

- Realizar investigaciones sobre los residuos sólidos generados en las ciudades y cómo se gestionan, de modo que puedan utilizarse para crear una base de información de buenas prácticas, con el fin de reintroducir los residuos en la cadena de valor, promoviendo la idea de Ciudades Circulares Inteligentes.
- Identificar los beneficios de la tecnología Blockchain dentro del proceso de gestión de residuos urbanos (RSU).
- Crear un plan de estudio que permita la formación de docentes y profesionales de organizaciones y empresas del sector, en la superposición de los campos de Gestión de Residuos, Economía Circular y Tecnología Blockchain.
- Desarrollar una herramienta interactiva basada en la tecnología Blockchain, que permitirá poner en práctica la gestión de los datos obtenidos a partir de residuos urbanos, visualizando así la forma en que se implementan los datos en la Blockchain y permitiendo a los usuarios evaluar diferentes formas de gestión.

BlockWaste tiene como objetivo implementar nuevos contenidos educativos transnacionales con el objetivo de formar a sus estudiantes en los países socios y proporcionarles las habilidades básicas necesarias que les permitan actuar profesionalmente como futuros trabajadores del sector, agregando las competencias digitales requeridas por las empresas que están abrazando el proceso de transformación digital. En este sentido, el proyecto está dirigido a:

- Empresas y pymes, profesionales de TI, urbanismos y profesionales de la gestión de residuos.
- Universidades (profesores, estudiantes e investigadores).
- Organismos públicos

El proyecto incluye cuatro salidas intelectuales de la siguiente manera:

- O1. Materiales de aprendizaje para Blockchain-RSU interdisciplinario
- O2. Plan de estudios común europeo sobre la aplicación de las tecnologías Blockchain a las estrategias de economía circular
- O3. Herramienta de aprendizaje electrónico basada en Blockchain-RSU centrada en la economía circular
- O4. BlockWaste Open Educational Resource (OER)

1.2 Comentario

Los desafíos en la gestión de residuos están atravesando actualmente debido al cambio climático, el calentamiento global, la crisis de producción y eliminación de residuos y la digitalización han desencadenado esfuerzos a nivel político, industrial, científico y también

educativo(Directive 2018/851). La inversión se realiza en equipos, instalaciones y procesos industriales, administraciones públicas y también en investigación y educación.

Los cambios que la crisis climática y otros factores desencadenan tienen un impacto dramático no solo en el contenido del aprendizaje, sino también en los modos y entornos de aprendizaje. Las opciones de aprendizaje digital, los cambios en las organizaciones, la desaparición de jerarquías y factores similares han creado una demanda de autogestión, aprendizaje permanente y justo a tiempo(Laloux, 2014). Al mismo tiempo, la «transgresión» interdisciplinaria y una rotación generalmente constante de los contenidos de aprendizaje han hecho imperativo un plan de estudios abierto y adaptable. La aceleración en la aparición de opciones digitales como Machine Learning o Blockchain disponibles para la gestión de residuos (Bozkurt & Stowell, 2016) ha sacudido las agendas educativas en todo el mundo de una manera que los diseñadores de currículos, cualquiera que sea la disciplina, corren el riesgo de quedarse atrás en los desarrollos en el mundo real, especialmente en Academia, donde los procesos de ajuste a menudo son lentos y las mentalidades ‘silo’ se cimentan.

El proyecto Blockwaste se propuso contribuir a los recursos educativos en apoyo de los cambios y el desarrollo de capacidades necesarios para establecer una economía circular y transformar el concepto de «residuos» en uno de «recursos». El estudio sobre residuos en bloque de los planes de estudios existentes en varios países de la UE (véase más detalles: BlockWaste entregable «O2/A1.1 Estudio comparativo de los planes de estudio centrados en la tecnología Blockchain en los países participantes») ha demostrado que la mayoría de los programas de educación superior para la gestión de residuos siguen siendo de naturaleza disciplinaria (principalmente ingeniería civil, pero las ofertas de capacitación en gestión de residuos a recursos circulares de otras disciplinas, por ejemplo, Estudios Empresariales, Estudios Ambientales, Estudios de Sostenibilidad (ver detalles: BlockWaste entregable «O2/A1.1 Estudio comparativo de los planes de estudio centrados en la tecnología Blockchain en los países participantes») y especialmente los programas de capacitación del sector privado han sido pioneros en un cambio interdisciplinario. Este es el impulso que el currículo Blockwaste intenta apoyar.

1.3 Objetivos y enfoque metodológico

1.3.1 Contexto educativo, propósito del plan de estudios e integración en programas educativos y de formación más amplios

Como el contexto futuro del aprendizaje y la enseñanza para la gestión de residuos reflejará los cambios en curso en la fabricación industrial (Mavropoulos & Nilsen, 2020) conocidos como Industria 4.0, los currículos tendrán que cruzar los límites disciplinarios estrictos heredados desde hace mucho tiempo, como la Ingeniería Civil. El análisis de datos, las tecnologías de TI y de contabilidad distribuida/Blockchain, el análisis del ciclo de valor, la gestión de la administración pública, la gestión del cambio, etc., deben formar parte del programa de estudios. Esto refleja la demanda y abre espacio para la especialización dentro del ámbito de los planes de estudio. Teniendo en cuenta la heterogeneidad de los grupos destinatarios mencionados en una sección siguiente, el plan de estudios ha sido concebido para permitir a los alumnos combinar y estudiar un subconjunto de módulos seleccionados individualmente. Todos los módulos son autónomos y la mayoría de ellos permiten al personal de Gestión de Residuos adquirir habilidades específicas relevantes para el cambio para los enfoques de Economía Circular. El plan de estudios, por otro lado, no vuelve a abordar los

conceptos básicos de la gestión de residuos (lineales) que se cree que los grupos destinatarios han adquirido antes.

Esto es lo que hará que la incorporación «inteligente» del contenido de módulos y currículos sea crucial para los planificadores. El apoyo a la elaboración integrada de planes de estudios para la educación y la formación que necesitan urgentemente los expertos y el personal directivo en el cambio circular de los residuos a los recursos requiere innovación tecnológica, organizativa, de gestión, cultural y de comunicación.

El plan de estudios Blockwaste es abordar esta necesidad a medio y largo plazo sin descuidar las realidades «lineales» actuales que evolucionan hacia procesos circulares. Ofrece habilidades básicas en GRSU basado en Blockchain (12 ECTS). En los contextos académicos, sin embargo, un plan de estudios completo podría ofrecerse como una opción de 30 ECTS (Sistema Europeo de Transferencia de Créditos) o como un componente básico de un programa de máster de 60 ECTS más amplio, por ejemplo, en Economía circular y gestión de residuos.

Los módulos individuales también se pueden integrar como componentes de másteres más amplios como Gestión Sostenible (Materiales) o Economía Circular, Estudios de Sostenibilidad entre otros. Cuando se utiliza para la formación industrial, individuales o conjuntos de módulos se pueden estudiar y certificar de forma independiente.

Por lo tanto, las opciones de inserción o adición del plan de estudios Blockwaste pueden ser:

- Formación profesional inicial: adición de módulos seleccionados y adaptados a los planes de estudios aprobados de perfiles profesionales reconocidos del sector de residuos y servicios públicos
- Formación continua industrial: formación especializada en gestión de residuos (diseño y ejecución de ciclos) y economía circular como complemento de habilidades o mejora de habilidades, a menudo como parte de programas más amplios
- Educación académica:
 - Complementos o asignaturas optativas de Ingeniería, Negocios/Economía y títulos relacionados
 - Módulos individuales integrados en maestrías de tamaño completo (como a menudo se practica en Ingeniería Civil);
 - Integración completa del conjunto de módulos en los másteres de Ingeniería Ambiental
 - Módulos básicos integrados en títulos de negocios (sostenibles) con un fuerte enfoque en CE
 - Conjunto de módulos como electivos en gestión de recursos más amplia o también títulos de TI aplicados

1.3.2 Grupos destinatarios

El plan de estudios Blockwaste está dirigido al personal de Gestión de Residuos y Servicios Públicos del sector público y privado en puestos manuales, técnicos, administrativos y de gestión. Su despliegue a gran escala está dirigido a futuros responsables de la toma de decisiones en el sector de los residuos, al personal técnico/ingeniería (civil/mecánico/mecánico/de procesos/ingeniería minera y de extracción/ciencias de materiales/bioquímica) y al personal de gestión de la industria de residuos, de las industrias

manufactureras y de los proveedores de equipos. También está dirigido a (futuros) consultores y estudiantes y expertos de ingeniería ambiental, economistas y estudiantes de economía y negocios graduados.

1.3.3 Cualificaciones de ingreso

El plan de estudios está diseñado principalmente para el personal técnico/administrativo y directivo superior del sector de residuos. Sin embargo, algunos módulos pueden utilizarse para la formación de personal profesional con suficiente experiencia laboral en organizaciones de gestión de residuos.

a. Nivel vocacional: Diploma y experiencia profesional en administración pública, ingeniería, química, fabricación, gestión de materiales, minería, logística, administración de empresas, TI y servicios digitales y administración, agricultura, textil, artesanía y tecnología alimentaria

B. Nivel académico: Primer grado en Ingeniería, Química, Estudios de Materiales, Gestión Agrícola, Agroeconomía, Ciencias Ambientales e Ingeniería Logística, Economía, Negocios, Administración Pública, IT.

1.3.4 Enseñanza y aprendizaje, personalización y adaptación

Al implementar un plan de estudios como el plan de estudios Blockwaste, los gerentes de formación y los profesores pueden aplicar modos de «aprendizaje ágil» que permiten estilos centrados en el alumno, currículos abiertos y aprendizaje basado en proyectos (Krehbiel et al., 2017). Es cierto que la industria de residuos con sus numerosas interfaces de partes interesadas tiene una gran necesidad de agilidad y disposición para el cambio. Esto requerirá una revolución en la cultura del aprendizaje, pero los desarrollos en esta dirección solo han comenzado a surgir y serán graduales. Esto ha mantenido bajo control la ambición del consorcio Blockwaste, de modo que el plan de estudios actual también refleja las necesidades expresadas en el aprendizaje y los enfoques curriculares encontrados «sobre el terreno» (ver también para más detalles: BlockWaste entregable «O2/A1.1 Estudio comparativo de los planes de estudio centrados en la tecnología Blockchain en los países participantes»).

1.3.5 Recomendaciones sobre la elaboración de planes de estudios

Para fines prácticos y la implementación del plan de estudios, el consorcio Blockwaste hace las siguientes recomendaciones a los gerentes de grado, programa y formación.

Secuenciación y combinación de módulos

Todos los módulos descritos aquí se pueden entregar por separado o como un conjunto o una combinación de módulos. La elección dependerá de los antecedentes y los niveles de habilidades del grupo objetivo. Como los niveles de habilidades variarán inevitablemente entre un grupo (especialmente en el entrenamiento industrial), recomendamos una gran parte del autoestudio entrenado para ser considerado en la entrega.

Integración en planes de estudio más amplios

Todos los módulos pueden integrarse en planes de estudio más amplios (por ejemplo, gestión de residuos y aguas en un título de ingeniería civil), pero luego deberán interactuar de forma inteligente para evitar redundancias o lagunas. Este puede ser el caso especialmente con contenido altamente específico como el análisis de datos. Cuando se integran en programas más generalistas/transversales como la Gestión de la Sostenibilidad o las Tecnologías Ambientales, ciertos módulos, especialmente los centrados en TI, podrían ofrecerse como optativas.

Currículos abiertos y ágiles

Todos los módulos se pueden enseñar/estudiar en un aula convencional. Si se eligen enfoques más innovadores para el diseño del aprendizaje, como el aprendizaje basado en proyectos (digital) o el enfoque constante del alumno (aula invertido, aprendizaje entre pares), la investigación de los participantes puede convertirse en el centro del curso para que los temas de un módulo se distribuyan entre los participantes para el auto-estudio apoyado por la lectura y las listas de enlaces y el coaching de los profesores. Para ello, la participación de los actores de la industria de residuos y materiales en la investigación realizada por los participantes que operan en un entorno académico agregaría un valor considerable al plan de estudios. Esta exposición a las «realidades de residuos» también proporcionaría pistas sobre las actualizaciones necesarias del plan de estudios y las nuevas necesidades de investigación que, teniendo en cuenta el ritmo del cambio, inevitablemente se convertirán en parte de la agenda de aprendizaje.

Perfiles ocupacionales y certificación

Los módulos Blockwaste están diseñados para formar parte de los programas académicos. A efectos de formación industrial, la certificación deberá coordinarse con taxonomías de la UE o nacionales que varían de un país a otro.

Dado que la mayoría de los contextos académicos requieren largos procedimientos de actualización curricular en las condiciones actuales, se recomienda mantener la redacción de las descripciones que entran en catálogos de módulos, etc., relativamente generales y actualizables.

Para su uso en la formación profesional inicial, el contenido del módulo debe compactarse y dar lugar a resultados finales como listas de verificación o resúmenes prácticos orientados a la acción que pueden probarse y certificarse de acuerdo con las normas profesionales.

2 Módulos de currículum BlockWaste

2.1 Módulo 1 — Gestión de residuos y economía circular

Nombre del módulo/contenido	Módulo 1 Gestión de residuos y economía circular		
ECTS	3	Número de horas	75
Sector productivo	Genérico, enfoque en la industria de residuos		
Cualificaciones formales, perfil de inscripción	BSC/BA en <ul style="list-style-type: none"> ○ Ingeniería Civil ○ Ingeniería de construcción ○ Ingeniería de Minería ○ Geología ○ Ingeniería ambiental ○ Ingeniería de Sostenibilidad ○ Negocios y Gestión Sostenible ○ Ingeniería de TI ○ Ciencia de datos 		
Puestos de trabajo	—Consultor Ambiental —Técnico ambiental —Administrador o Director del Sitio de Construcción —Administrador de Minería —Administrador de Fabricación —Administrador de residuos —Consultores de Economía Circular y Economía de Residuos		
Objetivos de aprendizaje del módulo	Aumentar las capacidades y cualificaciones de los trabajadores activos (nivel de grado) para mejorar su adaptación al mercado laboral hacia la transición a una economía verde para lograr un crecimiento inteligente, sostenible e integrado en el sector de la gestión de residuos. Este curso de economía circular y módulo de gestión de RSU es multidisciplinario y aplicado, dirigido a cualquier persona que busque poner en marcha la economía circular y la gestión de residuos.		
Competencias generales y	GC 1. Tener una comprensión amplia del concepto y el funcionamiento de una economía circular con respecto específicamente a los flujos de residuos		

competencias específicas	<p>SC 1.1. Comprensión de los posibles peligros para la salud y el medio ambiente de las sustancias de desecho</p> <p>SC 1.2. Ser conscientes del impacto y los requisitos que conlleva la transición emergente de una economía lineal a una economía circular</p> <p>SC 1.3. Comprender las opciones tecnológicas disponibles para apoyar una economía circular</p> <p>SC 1.4. Integrar el flujo de sustancias y datos en cualquier modelización de ciclos de sustancias</p> <p>SC 1.5. Tener una buena comprensión de los marcos jurídicos de la gestión de residuos y la economía circular a nivel nacional y de la UE</p>
	<p>GC 2. Comprensión bien fundamentada de los aspectos teóricos y prácticos y la metodología de trabajo en el campo de la Economía Circular.</p> <p>SC 2.1. Conocer los principios del desarrollo sostenible aplicados a la gestión de residuos municipales.</p> <p>SC 2.2. Llevar a cabo operaciones en todo momento priorizando la Economía Circular y los procesos sostenibles.</p> <p>SC 2.3. Adoptar las medidas medioambientales establecidas para la prevención de daños al medio ambiente.</p>
	<p>GC 3. Ser capaz de predecir y controlar la evolución de situaciones complejas a través del desarrollo de metodologías de trabajo nuevas e innovadoras adaptadas al campo de la Economía Circular.</p> <p>SC 3.1. Conocer las ventajas y desventajas de los enfoques de tratamiento de residuos y poder evaluar qué enfoque de tratamiento es rentable económica y ambientalmente.</p> <p>SC 3.2. Poder aplicar modelos circulares a la gestión de RSU.</p> <p>SC 3.3. Comprender y aplicar las nuevas tecnologías con el fin de mejorar los procesos circulares asociados con la gestión de RSU.</p> <p>SC 3.4. Capacidad para aplicar criterios éticos y sostenibilidad en la toma de decisiones.</p>

	<p>GC 4. Ser capaz de asumir la responsabilidad de su propio desarrollo profesional y su especialización en Ingeniería Ambiental, Economía Circular y Procesos de Gestión Sostenible de RSU.</p> <p>SC 4.1. Conocimiento del impacto de la gestión de RMS en el logro del desarrollo sostenible y, especialmente, profundizando el conocimiento de las regulaciones y políticas desde el punto de vista de la economía circular.</p> <p>SC 4.2. Conocimiento de las técnicas para evaluar el impacto ambiental de los enfoques de tratamiento de RMS.</p> <p>SC 4.3. Capacidad para conciliar los requisitos ambientales con las condiciones del desarrollo sostenible.</p>
	<p>GC 5. Ser capaz de fomentar, en contextos profesionales, el avance tecnológico, social o cultural dentro de una sociedad basada en el conocimiento.</p> <p>SC 5.1. Conocer las diferentes herramientas de gestión ambiental, así como su correcta aplicación para reducir los problemas ambientales de la gestión de RMS.</p> <p>SC 5.2. Capacidad para administrar herramientas informáticas que permiten la gestión de datos, la resolución de problemas y ayudar a la toma de decisiones.</p>
	<p>GC 6. Ser capaz de asumir la responsabilidad de su propio desarrollo profesional y su especialización en uno o más campos de estudio.</p> <p>SC 6.1. Planificar la implementación de un sistema de gestión ambiental, así como coordinar y mantener a través de los avances de las nuevas tecnologías.</p>
	<p>GC 7. Comprender y aplicar los marcos legales que rigen la Economía Circular y la gestión de residuos.</p> <p>SC 7.1. Comprender las clasificaciones de residuos y los principios de jerarquía de residuos</p> <p>SC 7.2. Conocer todas las normas y normas pertinentes aplicables a la economía circular y a la gestión de residuos</p> <p>SC 7.3. Estar familiarizado con todos los certificados y procedimientos de certificación pertinentes</p>

Programa de estudios: Unidades y competencias docentes	Unidad de Enseñanza 1. Introducción a los residuos sólidos municipales TU 1.1. Definición TU 1.2. Clasificación de RSU. <p style="text-align: center;">Categorías de residuos municipales, según Eurostat (2017).</p> TU 1.3. Características de la corriente de RSU <ol style="list-style-type: none"> 1. Métodos de caracterización de RSU 2. Materiales en RSU por peso 3. Descartes de RMS por volumen 4. Variabilidad de la generación de RSU TU 1.3. RSU y el medio ambiente <ol style="list-style-type: none"> 1. Cantidades de RMS 2. Emisión de contaminantes procedentes de RMS 3. Gestión de RSU y cambio climático 4. Gestión de RSU y Salud Pública
	Unidad de Enseñanza 2. Introducción a la gestión de RSU TU 2.1. Introducción a la gestión de RSU <ol style="list-style-type: none"> 1. Cuestiones relativas a la generación y gestión de residuos 2. Gestión integrada de residuos 3. Costes típicos de las principales opciones de gestión de residuos TU 2.2. Jerarquía de gestión de residuos Prevenición, preparación para la reutilización, eliminación, recuperación, reciclaje TU 2.3. Principios comunes en la gestión de los RMS Asequibilidad, quien contamina paga y sostenibilidad
	Unidad de Enseñanza 3 Tratamiento de RSU TU 3.1. Vertederos TU 3.2. Incineración y recuperación de energía TU 3.3. Compostaje y biometanización

	<p>TU 3.4. Reciclaje</p> <hr/> <p>Unidad Docente 4 Introducción al CE</p> <p>TU 4.1. Introducción a la economía circular</p> <p>TU 4.2. El modelo lineal de producción y consumo</p> <p>TU 4.3. Economía circular: concepto, orígenes y principios</p> <p>TU 4.4. Economía circular vs. economía lineal</p> <p>TU 4.5. Retos y beneficios de los sistemas circulares</p> <hr/> <p>Unidad Docente 5 Gestión de RSU en un CE</p> <p>TU 5.1. Esquema conceptual de la economía circular en el sector de gestión de RMS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Definición de economía circular y su importancia en el sector de gestión de RMS 2. Evolución del sector de gestión de RMS hacia la economía circular <p>TU 5.2. Desarrollo de la economía circular en el sector de gestión de RMS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Funciones de los agentes del sector de gestión de RMS en la economía circular 2. Desafíos y barreras en el desarrollo de la economía circular en el sector de gestión de RMS <hr/> <p>Unidad de enseñanza 6 Tecnologías para una gestión circular de RSU</p> <p>TU 6.1. IoT</p> <p>TU6.2. Robótica</p> <p>TU 6.3. Sensorización</p> <p>TU 6.4. Track-and-Trace</p> <p>TU 6.5. Procesos y equipos de tratamiento</p>
<p>Métodos de enseñanza</p>	<p>Se organizarán conferencias y seminarios para el contenido teórico. En los seminarios se ampliarán los temas específicos del programa teórico.</p> <p>Resolución de casos prácticos. Los problemas se plantean a los estudiantes para su resolución individual.</p>

	<p>Se organizarán tutoriales para la resolución de dudas individuales o grupales sobre teoría, problemas, prácticas y seminarios.</p> <p>Los recursos didácticos multimedia se utilizarán cuando estén disponibles.</p> <p>Las lecciones deben complementarse con la visita a diferentes tipos de empresas de piedra natural.</p>
--	---

2.2 Módulo 2 — Blockchain

Nombre del curso/contenido	Módulo 2 Blockchain		
ECTS	3	Número de horas	75
Sector productivo	Genérico		
Cualificaciones formales, perfil de inscripción	<p>— BSc/BA en</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Ingeniería Civil ○ Ingeniería de construcción ○ Ingeniería de Minería ○ Geología ○ Ingeniería ambiental ○ Ingeniería de Sostenibilidad ○ Negocios y Gestión Sostenible ○ Ingeniería de TI ○ Ciencia de datos 		
Puestos de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> ○ Consultora Ambiental ○ Ingeniero ambiental ○ Gerente o ingeniero de sitio ○ Gerente de Residuos/Reciclaje ○ Gerente de Fabricación ○ Especialista/ingeniero de hardware o software de TI o posición similar 		
Objetivos de aprendizaje del módulo	<p>El objetivo del curso es desarrollar una comprensión profunda de los problemas para los que la tecnología blockchain es adecuada y las principales ventajas, pero también los riesgos y desventajas que conlleva. Además, los participantes deben entender la interacción entre la cadena de bloques como una base de datos de transacciones descentralizadas y el Internet de las Cosas, el Análisis de Big Data y la Inteligencia Artificial, y ser capaces de integrarlos en su propio trabajo. La cadena de bloques requiere la transferencia de tokens como</p>		

	<p>representantes de los valores digitales. En este sentido, es esencial que los estudiantes reconozcan qué valores subyacentes reales pueden representarse digitalmente como tokens para cuyo propósito. El objetivo de todo el curso es impartir conocimientos prácticos para que los participantes puedan iniciar proyectos de blockchain.</p>
<p>Competencias generales y competencias específicas</p>	<p>GC 1. Comprender el funcionamiento de la tecnología Blockchain</p> <p>SC 1.1. Obtenga una comprensión de las redes Peer-to-peer, Client-server y Hybrid</p> <p>SC 1.2. Obtenga una comprensión de conceptos básicos como el doble gasto, la prueba de trabajo y la descentralización</p> <p>SC 1.3. Comprender los beneficios y riesgos de las aplicaciones Blockchain</p>
	<p>GC 2. Obtenga una comprensión profunda de Blockchain 2.0 y los contratos inteligentes</p> <p>SC 2.1. Conoce la diferencia entre Blockchain 1.0 y 2.0</p> <p>SC 2.2. Obtenga conocimiento de Ethereum y Smart Contracts</p>
	<p>GC 3. Obtenga una comprensión profunda de los tipos de Blockchain</p> <p>SC 3.1. Conozca la diferencia de protocolos de consenso Blockchain</p> <p>SC 3.2. Obtenga conocimiento de la gobernanza de Blockchain</p> <p>SC 3.3. Obtenga conocimiento de las plataformas y consorcios Blockchain</p>
	<p>GC 4. Obtenga una comprensión de las criptomonedas y los tokens</p> <p>SC 4.1. Aprenda sobre los tokens y sea capaz de tokenizar el flujo de material de las cadenas de suministro y residuos mediante el uso de monedas estables y criptomonedas</p> <p>SC 4.2. Aprenda sobre la clasificación de tokens Blockchain y tokens de adquisición de fondos</p>
	<p>GC 5. Ser capaz de resolver problemas simples de Blockchain utilizando juegos de simulación</p>
	<p>Unidad de Enseñanza 1. Fundamentos de blockchain</p>

Programa de estudios: Unidades y competencias docentes	TU 1.1. Red peer-to-peer
	TU 1.2. Red cliente-servidor
	TU 1.3. Redes híbridas: el caso de Napster
	TU1.4. Blockchain
	TU 1.5. Doble gasto
	TU 1.6. Prueba de trabajo
	TU 1.7. Descentralización
	TU 1.8. Privacidad
	Unidad de Enseñanza 2. Blockchain 2.0 y contratos inteligentes
	TU 2.1. Blockchain 1.0 y 2.0
	TU 2.2. Ethereum
	TU 2.3. Contratos inteligentes
	TU 2.4. Aplicaciones descentralizadas y organizaciones autónomas
	Unidad de Enseñanza 3 Tipos de Blockchain
	TU 3.1. Tipos de Blockchain según protocolo de consenso
	TU 3.2. Gobernanza de blockchain
	TU 3.3. Plataformas y consorcios
	Unidad de enseñanza 4 Criptomonedas y tokens
	TU 4.1. Criptoconomía
	TU 4.2. Clasificación de tokens Blockchain
	TU 4.3. Fichas de adquisición de fondos
	Unidad de Enseñanza 5 Usos y aplicaciones de Blockchain
	T.U5.1. Modelos de negocio
	TU 5.2. Aplicaciones de Blockchain empresarial
	TU 5.3. Condiciones para implementar Blockchain con éxito

	<p>Unidad de enseñanza 6 Juegos de simulación Blockchain</p> <p>TU 6.1. El modificado «Blockchain game!»</p> <p>TU 6.2. El simulador interactivo de Blockchain</p>
Métodos de enseñanza	<p>Se organizarán conferencias y seminarios para el contenido teórico. En los seminarios se ampliarán los temas específicos del programa teórico.</p> <p>Resolución de casos prácticos. Los problemas se plantean a los estudiantes para su resolución individual.</p> <p>Se organizarán tutoriales para la resolución de dudas individuales o grupales sobre teoría, problemas, prácticas y seminarios.</p> <p>Los recursos didácticos multimedia se utilizarán cuando estén disponibles.</p>

2.3 Módulo 3 — Gestión de residuos municipales basada en Blockchain

Nombre del curso/contenido	Módulo 3 Gestión de residuos municipales basada en blockchain		
ECTS	3	Número de horas	75
Sector productivo	Genérico		
Cualificaciones formales, perfil de inscripción	BSC/BA en <ul style="list-style-type: none"> ○ Ingeniería Civil ○ Ingeniería de construcción ○ Ingeniería de Minería ○ Geología ○ Ingeniería ambiental ○ Ingeniería de Sostenibilidad ○ Negocios y Gestión Sostenible ○ Ingeniería de TI ○ Ciencia de datos 		
Puestos de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> ○ Consultora Ambiental ○ Ingeniero ambiental ○ Gerente o ingeniero de sitio ○ Gerente de Residuos/Reciclaje ○ Gerente de Fabricación ○ Especialista/ingeniero de hardware o software de TI o posición similar 		

<p>Objetivos de aprendizaje del módulo</p>	<p>El objetivo del módulo es orientar a los profesionales del sector de gestión de residuos sobre cómo deben implementar la tecnología IoT y Blockchain como estrategias de Economía Circular. Los practicantes necesitan saber sobre las ventajas de usar la tecnología Blockchain, así como tener una suficiente comprensión de la Economía Circular y sus objetivos. En esta dirección, necesitan comprender el papel cambiante de la gestión de residuos sólidos urbanos (GRSU) en el contexto de la Economía Circular (CE) y cómo la tecnología Blockchain puede facilitar la necesidad de cambios en varios aspectos. Los estudiantes también deben entender cómo implementar la tecnología Blockchain y convertir los procesos existentes en procesos basados en Blockchain. Finalmente, necesitan identificar los mejores usos de Blockchain y tecnologías de contratos inteligentes dentro del sector de residuos a través de la aplicación de estas tecnologías innovadoras en organizaciones corporativas municipales y locales.</p>
<p>Competencias generales y competencias específicas</p>	<p>GC 1. Comprender los fundamentos del uso de la tecnología Blockchain en el sector de la gestión de residuos</p> <ul style="list-style-type: none"> SC 1.1. Obtenga una comprensión de cómo deben implementar la tecnología Blockchain como estrategias de Economía Circular SC 1.2. Conozca las ventajas del uso de la tecnología Blockchain SC 1.3. Comprender cómo Blockchain facilita el intercambio de datos en la economía circular <p>GC 2. Obtenga una comprensión del papel de la gestión de datos en GRSU</p> <ul style="list-style-type: none"> SC 2.1. Comprender la importancia de la integridad de los datos y la protección de datos SC 2.2. Obtenga más información sobre los procesos de recopilación de datos en las operaciones de GRSU SC 2.3. Conozca los conceptos básicos sobre el análisis de datos de GRSU SC 2.4. Conozca los cambios en las operaciones y procesos del MWM a través de Blockchain <p>GC 3. Obtenga una comprensión profunda del papel cambiante de GRSU en el contexto de CE y la contribución de la tecnología Blockchain</p> <ul style="list-style-type: none"> SC 3.1. Comprender los cambios en las operaciones y procesos de GRSU

	<p>SC 3.2. Conozca los cambios en las operaciones y procesos del MWM a través de Blockchain</p> <p>SC 3.3. Descubra cómo se puede mejorar la automatización con IoT y Smart Contracts y Blockchain</p> <p>SC 3.4. Entender cómo Blockchain puede actuar como facilitador de la colaboración P2P</p>
<p>Programa de estudios: Unidades y competencias docentes</p>	<p>GC 4. Ser capaz de diseñar y gestionar proyectos GRSU basados en Blockchain</p> <p>SC 4.1. Ser capaz de identificar las etapas y procesos de transformación Blockchain en GRSU</p> <p>SC 4.2. Ser capaz de diseñar las etapas y procesos de transformación Blockchain en GRSU</p> <p>SC 4.3. Ser capaz de monitorear la transformación basada en Blockchain en GRSU mediante indicadores apropiados</p> <hr/> <p>Unidad de Enseñanza 1. Transformación de GRSU en el contexto de CE</p> <p>TU 1.1. Cómo y por qué cambia el GRSU en el contexto de CE</p> <p>TU 1.2. El papel de la recopilación y gestión de datos en la transformación de GRSU</p> <p>TU 1.3. El papel de la tecnología Blockchain en la transformación de GRSU</p> <p>TU1.4. El papel de los gerentes de RSU en la transformación de GRSU</p> <hr/> <p>Unidad de Enseñanza 2. Cuestiones que preocupan en la transformación de GRSU</p> <p>TU 2.1. Creación de valor de GRSU</p> <p>TU 2.2. Cambios paso a paso en las operaciones y procesos de GRSU</p> <p>TU 2.3. El papel de la confianza entre los diferentes actores</p> <p>TU 2.4. Mejora de la automatización mediante IoT y Smart Contracts y Blockchain</p> <p>TU 2.5. El papel de Blockchain como facilitador de la colaboración P2P</p>

	<p>Unidad de Enseñanza 3. Diseñar y gestionar proyectos GRSU basados en Blockchain</p> <p>TU 3.1. Etapas de un proyecto Blockchain</p> <p>TU 3.2. Identificación de un proceso adecuado para la conversión de Blockchain</p> <p>TU 3.3. Diseño de un proceso basado en Blockchain</p> <p>TU 3.4. Monitoreo de un proceso basado en Blockchain utilizando indicadores apropiados</p> <p>TU 3.5. Desarrollo de un modelo de gobernanza para aplicaciones Blockchain</p> <p>TU 3.6. Convencer a la alta dirección</p>
<p>Métodos de enseñanza</p>	<p>Se organizarán conferencias y seminarios para el contenido teórico. En los seminarios se ampliarán los temas específicos del programa teórico.</p> <p>Resolución de casos prácticos. Los problemas se plantean a los estudiantes para su resolución individual.</p> <p>Se organizarán tutoriales para la resolución de dudas individuales o grupales sobre teoría, problemas, prácticas y seminarios.</p> <p>Los recursos didácticos multimedia se utilizarán cuando estén disponibles.</p>

2.4 Módulo 4 – Aprendizaje basado en proyectos de GRSU y el papel de Blockchain

<p>Nombre del curso/contenido</p>	<p>Módulo 4 Aprendizaje basado en proyectos de GRSU y el papel de Blockchain</p>		
<p>ECTS</p>	<p>3</p>	<p>Número de horas</p>	<p>75</p>
<p>Sector productivo</p>	<p>Genérico</p>		
<p>Cualificaciones formales, perfil de inscripción</p>	<p>BSC/BA en</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Ingeniería Civil ○ Ingeniería de construcción ○ Ingeniería de Minería ○ Geología ○ Ingeniería ambiental ○ Ingeniería de Sostenibilidad 		

		<ul style="list-style-type: none"> ○ Negocios y Gestión Sostenible ○ Ingeniería de TI ○ Ciencia de datos
Puestos de trabajo	de	<ul style="list-style-type: none"> ○ Consultora Ambiental ○ Ingeniero ambiental ○ Gerente o ingeniero de sitio ○ Gerente de Residuos/Reciclaje ○ Gerente de Fabricación ○ Especialista/ingeniero de hardware o software de TI o posición similar
Objetivos de aprendizaje del módulo	de	<p>El objetivo del módulo es ofrecer a los usuarios varias claves para lograr la integración de RSU basado en Blockchain y ayudarlos a comprender toda la trazabilidad y visibilidad de los residuos sólidos municipales desde el principio hasta el final de su gestión. Este módulo se ejecuta como un proyecto tutelado hipotéticamente organizado por una organización de gestión de residuos (a saber, un municipio), utilizando un juego de rol interactivo, que se basa en dos roles, es decir, el «alcalde» (supuesto que está a cargo de la autoridad de gestión de RSU) y los «hogares». Los datos de entrada se basan en datos de la vida real y abordan problemas de la vida real.</p> <p>El objetivo principal para los estudiantes es adquirir habilidades de planificación y conceptualización para la gestión digital de residuos, el reciclaje y los procesos de economía circular mediante la toma de decisiones en un entorno colaborativo, lo que les ayuda a visualizar cómo funciona el cifrado de información de una Blockchain. En este contexto, los alumnos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprender la infraestructura digital basada en datos como IoT, Blockchain y otros en la gestión de residuos y la economía circular • Aplicar habilidades de gestión de procesos a los ciclos de residuos/sustancias y a la administración de datos • Aplicar habilidades de análisis de las partes interesadas a ciclos de residuos específicos y cadenas de valor • Mejorar las habilidades para comunicar y promover elementos clave de la transformación digital de la industria de residuos en equipos y en todos los departamentos y jerarquías
Competencias generales y competencias específicas	y	<p>Dado el carácter holístico del proyecto, las competencias abordadas se adquieren a lo largo del proyecto en lugar de en unidades temáticas aisladas. Además, los servicios de coaching aseguran que los candidatos puedan desarrollar habilidades blandas en el proceso del proyecto. Sin embargo, algunas</p>

	<p>competencias generales y específicas se especifican de la siguiente manera.</p>
	<p>GC 1. Comprender los fundamentos de la economía GRSU</p> <p>SC 1.1. Obtenga una comprensión de cómo se estima el costo de recolección, tratamiento y eliminación</p> <p>SC 1.2. Conozca los diferentes enfoques de tratamiento y sus implicaciones de costos</p> <p>SC 1.3. Comprender cómo las autoridades de gestión de residuos estiman y deciden sobre las tasas de gestión de residuos</p> <p>SC 1.4. Tenga en cuenta las diferencias en los costes de gestión de residuos para los residuos mixtos y separados</p>
	<p>GC 2. Comprender los fundamentos de los procesos de GRSU</p> <p>SC 2.1. Obtenga una comprensión de cómo se tratan los residuos mezclados y separados</p> <p>SC 2.2. Obtenga más información sobre el impacto de las opciones de tratamiento alternativas en los objetivos de la CE</p>
	<p>GC 3. Entender cómo la Blockchain interfiere con los procesos de GRSU</p> <p>SC 3.1. Obtenga una comprensión de cómo se puede usar Blockchain para anonimizar la información</p> <p>SC 3.2. Descubra los beneficios de Blockchain en la creación de confianza entre los actores de GRSU</p>
	<p>GC 4. Desarrollar habilidades blandas, por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Minería y análisis de datos en los ciclos de RSU y materiales: KPIs, recopilación de datos, almacenamiento de datos, análisis de datos, creación de valor de datos y negociabilidad, intercambio de datos • Analizar las estructuras organizativas existentes y rediseñar las partes de una organización para fines CE relacionadas con las operaciones técnicas y económicas de GRSU • Flexibilidad y adaptividad • Comprensión de la complejidad de las decisiones económicas

	<ul style="list-style-type: none"> • Comunicar y abogar por la innovación con respeto y entusiasmo • Estrategias inclusivas en la comunicación en equipo antes de los cambios en la organización • Definición de objetivos, cartografía y comunicación de las partes interesadas, propiedad de procesos, planificación del producto/resultado, planificación de recursos, definición de indicadores, validación, iteraciones
<p>Programa de estudios: Unidades y competencias docentes</p>	<p>Unidad de Enseñanza 1. Jugando a la «Herramienta Interactiva BlockWaste»</p> <p>TU 1.1. Uso de la información recopilada en la base de datos RSU</p> <p>TU 1.2. Asignación de roles al grupo de clase</p> <p>TU 1.3. El papel de los «hogares»</p> <p>TU 1.4. El papel del «alcalde»</p> <p>TU 1.5. Jugando el juego</p> <p>TU 1.6. Discutiendo los resultados al final del juego</p>
<p>Métodos de enseñanza</p>	<p>El módulo se ejecuta con un enfoque de aprendizaje cooperativo, utilizando un juego de rol interactivo.</p> <p>La carga de trabajo se entregará principalmente en un entorno de tipo laboratorio en el campus o en línea. El trabajo de los estudiantes consistirá en modelar y conceptualizar temas relacionados con las opciones de tratamiento de gestión de residuos y sus implicaciones económicas y ambientales y será entrenado por profesores. Las entradas ocasionales, por ejemplo, en aplicaciones Blockchain o Data Analytics, se proporcionarán en forma de taller cuando sea necesario (para demostrar la interfaz de gestión de residuos y Blockchain, se incluye un problema simple de Blockchain: el usuario debe resolver el problema primero para enviar los datos de entrada a la autoridad municipal).</p> <p>Los estudiantes trabajarán en soluciones tecnológicas adecuadas, generación y manejo de datos, pero también en la comunicación del productor de residuos y la autoridad de residuos.</p>

3 Bibliografía

- Bozkurt, Ö., & Stowell, A. (2016). Skills in the green economy: Recycling promises in the UK e-waste management sector. *New Technology, Work and Employment*, 31(2), 146–160. <https://doi.org/10.1111/ntwe.12066>
- Directive 2018/851. (2018). *Directive (EU) 2018/851 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2008/98/EC on waste*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=CELEX:32018L0851>
- Krehbiel, T. C., Salzarulo, P. A., Cosmah, M. L., Forren, J. P., Gannod, G. C., Havelka, D., Hulshult, A. R., & Merhout, J. W. (2017). Agile Manifesto for Teaching and Learning. *The Journal of Effective Teaching*, 17, 90–111.
- Laloux, F. (2014). *Reinventing Organizations: A Guide to Creating Organizations Inspired by the Next Stage of Human Consciousness*. Nelson Parker.
- Mavropoulos, A., & Nilsen, A. W. (2020). *Industry 4.0 and Circular Economy: Towards a Wasteless Future or a Wasteful Planet?* Wiley.