

WP2-A6. Plan de estudios RockChain: Elaboración de un plan de estudios sobre la gestión de residuos ornamentales de roca utilizando la tecnología blockchain.



Esta obra está licenciada bajo una [Licencia Internacional Creative Commons
Atribución-CompartirIgual 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

"Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados solo comprometen a su(s) autor(es) y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea o los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser considerados responsables de ellos."



Transilvania
University
of Brasov





ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
2. DATOS DEL CURSO	5
3. PERFIL DEL PROFESOR	6
4. RESUMEN DEL CURSO	7
4.1 Resumen	7
4.2 Visión general de las áreas temáticas	7
4.3 Se requiere conocimiento previo	8
4.4 Recursos materiales	8
4.5 Recomendaciones	8
4.6 Medidas especiales previstas	9
4.7 Enseñanza	9
5. RESULTADOS GENERALES DE APRENDIZAJE	10
5.1 Resultados esperados de conocimiento	10
5.2 Resultados esperados de las competiciones	12
5.3 Actitudes, resultados esperados	14
6. ESTRUCTURA DEL CURSO	17
7. METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA	22
8. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO	23
8.1 Sistema de evaluación propuesto	23
8.2 Seguimiento del curso y mecanismos de retroalimentación	23
9. RECURSOS DIDÁCTICOS Y BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA	24
9.1 Bibliografías	24
9.2 Reglamentos	24
9.3 Recursos en línea y otros recursos	25

1. INTRODUCCIÓN

El proyecto RockChain responde a la creciente demanda de competencias digitales transversales dentro de los sectores industriales tradicionales, con un enfoque en la industria de la piedra ornamental. Como se destaca en el artículo 173 del Tratado sobre el Funcionamiento de la Unión Europea, la política industrial de la Unión debe apoyar la plena explotación de la innovación, la investigación y el desarrollo tecnológico. En línea con este principio, RockChain pretende fortalecer la transición del sector hacia una Economía Circular, respaldada por la transformación digital y las tecnologías inteligentes.

El sector de la roca ornamental, profundamente arraigado en los procesos tradicionales de extracción y fabricación, se enfrenta a nuevas expectativas regulatorias y sociales relacionadas con la reducción de residuos, la eficiencia de los recursos y la neutralidad climática. Paralelamente, el sector experimenta una creciente brecha de habilidades digitales. Según datos de la Comisión Europea, el 37% de la fuerza laboral de la UE carece de habilidades digitales esenciales, lo que crea una barrera para el despliegue de tecnologías emergentes como Blockchain, Internet de las Cosas (IoT) y Big Data.

En este contexto, el proyecto RockChain contribuye a la modernización de la educación y formación profesional (VET) para profesionales mayores de 45 años y para el personal técnico en los sectores de piedra, construcción y gestión de residuos. El proyecto se centra en la integración de tecnologías blockchain como facilitador de la confianza, la trazabilidad y la transparencia en la gestión de datos de residuos. Estas herramientas son esenciales para garantizar la integridad de los datos en cadenas de valor cada vez más complejas, especialmente cuando se trata de materias primas secundarias y flujos de residuos.

En los últimos años, blockchain ha surgido como una solución poderosa para la sostenibilidad ambiental, ofreciendo nuevos paradigmas para la planificación estratégica, la logística y la trazabilidad de recursos. Su aplicación en modelos de Ciudades Inteligentes y Economía Circular ha demostrado su capacidad para asegurar los flujos de datos, garantizar la certificación a prueba de manipulaciones y promover la responsabilidad distribuida.

A través del plan de estudios RockChain, el proyecto pretende dotar a los alumnos objetivo con los conocimientos y competencias prácticas para:

- Comprender la estructura y los desafíos medioambientales de la cadena de valor de la roca ornamental.
- Aplica blockchain para sistemas de gestión de residuos rastreables y descentralizados.
- Apoyar la reintroducción de residuos en la cadena de valor mediante estrategias circulares basadas en datos.



- Promover enfoques de impacto cero y el reconocimiento de los residuos de piedra como un recurso valioso.

La innovación educativa propuesta en RockChain se basa en un currículo modular y una plataforma de aprendizaje digital diseñada para simular casos de uso reales de blockchain en el sector. La plataforma permitirá a los estudiantes visualizar y experimentar con el registro de datos, contratos inteligentes y flujos de trabajo de trazabilidad de residuos, creando un puente entre la teoría y la aplicación.

Fomentando la mejora digital de las competencias y la concienciación sobre sostenibilidad, RockChain contribuye directamente a las dos transiciones verdes y digitales definidas en la Estrategia Industrial de la UE y la Agenda Europea de Competencias. Empodera a un segmento demográfico a menudo pasado por alto en los procesos de transformación digital: los profesionales mayores, asegurando su papel activo en la construcción de una industria de piedra resiliente al clima y tecnológicamente modernizada.

2. DATOS DEL CURSO

Denominación: ROCKS WASTE MANAGEMENT APLICANDO LA TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN

Módulo: *

Duración: 50 horas

Código del curso: *

Periodo de clase: *

Grado en el que se enseña: *

Otras cualificaciones que podrían ofrecerse:

Minería / Cantera

Arquitectura / Ingeniería Civil

Ingeniería Ambiental

Gestión / Marketing

Programas de máster relacionados

Centro: *

Idioma: Idioma oficial**

Horario de clases teóricas: *

Horario de clases de práctica: *

Lugar: *

(*) Todos los campos marcados con un asterisco deben completarse con información específica de cada centro.

(**) Actualmente disponible en inglés, alemán, español, rumano y croata.

3. PERFIL DEL PROFESOR

Profesor responsable: *

Departamento: *

Área de conocimiento: *

Ubicación de la oficina del profesor: *

Teléfono: *

Correo electrónico: *

URL / WEB: <https://rockchain.eu/>

Horarios de tutoriales: *

Ubicación del tutorial: *

Perfil docente e investigador: *

() Todos los campos marcados con un asterisco deben completarse con información específica de cada centro.*

4. RESUMEN DEL CURSO

4.1 Resumen

Este curso explora la integración de la tecnología blockchain en la gestión de residuos procedentes de las industrias de procesamiento de rocas, enfatizando el uso de piedras como material ecológico, así como la promoción de las piedras como materiales sostenibles para la reutilización y el reciclaje. El curso también abarca el ciclo de vida de los residuos de roca, incluyendo operaciones mineras, canteras de piedra, procesamiento de piedra, almacenamiento, transporte y comercialización de bloques de piedra desde una perspectiva blockchain.

4.2 Visión general de las áreas temáticas

El curso ofrece un examen exhaustivo de los procesos y desafíos implicados en la gestión de residuos generados por las industrias de la roca y la piedra. La materia se estructura en torno a tres temas centrales: el ciclo de vida de los residuos de roca, la aplicación de la tecnología blockchain y la promoción del uso sostenible de la piedra en la arquitectura y la ingeniería civil.

De este modo, los estudiantes seguirán:

- adquirir una comprensión profunda de las implicaciones medioambientales y económicas de los residuos de roca, incluyendo los retos de gestionar los residuos en diferentes etapas, desde la extracción y procesamiento hasta el almacenamiento, transporte y eventual eliminación o reciclaje;
- Descubre cómo blockchain puede mejorar la trazabilidad, transparencia y eficiencia de los procesos de gestión de residuos;
- entender cómo el blockchain puede utilizarse para rastrear el origen, movimiento y eliminación de materiales de desecho, promoviendo así la economía circular, la rendición de cuentas y reduciendo el impacto medioambiental;
- comprender el potencial de blockchain para revolucionar la logística, el almacenamiento y la comercialización de bloques de piedra proporcionando registros seguros y verificables;
- aprende sobre el papel de las piedras como material sostenible;
- desarrollar estrategias para promover la piedra como material ecológico en la industria de la construcción y otros sectores, abordando la necesidad de prácticas sostenibles de abastecimiento, procesamiento y comercialización;
- Piensa críticamente en las responsabilidades sociales y medioambientales de la industria de la piedra.

Al finalizar el curso, los estudiantes estarán equipados con los conocimientos y habilidades necesarios para gestionar eficazmente los residuos de roca, aprovechar la tecnología blockchain para la sostenibilidad y defender el uso de piedras como componente clave de la arquitectura ecológica y la ingeniería civil.

4.3 Se requiere conocimiento previo

No se requiere ningún conocimiento técnico previo de blockchain o tecnologías digitales para matricularse en el curso de RockChain. Sin embargo, se espera que los participantes tengan conocimientos básicos de alfabetización digital (por ejemplo, navegar archivos, usar un navegador, completar formularios en línea) y experiencia profesional o familiaridad con los sectores de piedra ornamental, construcción o gestión de residuos. Este trasfondo apoyará la comprensión contextual y permitirá a los participantes conectar el contenido del curso con prácticas reales en sus respectivos sectores.

4.4 Recursos materiales

Lista mínima de recursos materiales (equipos, herramientas e instrumentos, modelos, materias primas y materiales, documentación técnica, económica, legal, etc.), necesarios para obtener los resultados de aprendizaje:

- instalaciones multimedia;
- tutoriales de formación sobre el uso de aplicaciones;
- dispositivos con acceso a internet, proyector de vídeo;
- software: herramienta de e-Learning RockChain y plataforma RockChain.

4.5 Recomendaciones

(*) Finalización sujeta a los criterios del centro educativo.

Ejemplo:

- conocimientos previos: comprensión básica de ciencias ambientales, operaciones mineras, arquitectura, ingeniería civil y conceptos introductorios de blockchain;
- Habilidades recomendadas: pensamiento analítico, resolución de problemas y dominio de herramientas digitales.

(*) Todos los campos marcados con un asterisco deben completarse con información específica de cada centro.

4.6 Medidas especiales previstas

(*) Regulaciones específicas del centro educativo respecto al establecimiento de adaptaciones especiales en la metodología y el desarrollo de la enseñanza para estudiantes que padecen algún tipo de discapacidad o limitación.

4.7 Enseñanza

El curso RockChain se impartirá utilizando un enfoque centrado en el aprendizaje y basado en competencias, adaptado a las necesidades de profesionales adultos, especialmente aquellos mayores de 45 años que trabajan en los sectores de piedra ornamental y construcción. La metodología de enseñanza combinará la enseñanza teórica con la aplicación práctica, asegurando que los alumnos comprendan no solo los conceptos de blockchain y economía circular, sino también cómo aplicarlos en su contexto industrial específico.

Las sesiones de formación se estructurarán en torno a métodos de aprendizaje interactivo, incluyendo discusiones grupales, ejercicios colaborativos, simulaciones guiadas y estudios de caso reales. Se pondrá especial énfasis en el uso de la herramienta de aprendizaje RockChain, una plataforma digital desarrollada como parte del proyecto para simular la trazabilidad basada en blockchain y los flujos de trabajo de contratos inteligentes. La unidad final implicará un proyecto integrador, en el que los alumnos aplicarán sus conocimientos y habilidades a un desafío práctico, reforzando el aprendizaje mediante la aplicación experiencial.

A lo largo del curso, se promoverán las tutorías y el aprendizaje entre iguales para apoyar a los participantes con niveles más bajos de confianza digital, garantizando la inclusión y fomentando el intercambio intergeneracional de conocimientos. Los formadores actuarán como facilitadores, fomentando la participación activa, el pensamiento crítico y la autonomía. Todos los materiales del curso estarán diseñados para mayor claridad y accesibilidad, con un fuerte enfoque en la relevancia real y la transferibilidad sectorial.

5. RESULTADOS GENERALES DE APRENDIZAJE

5.1 Resultados esperados de conocimiento

Al completar con éxito el curso RockChain, los estudiantes habrán adquirido un sólido y multidisciplinar cuerpo de conocimientos que abarcan la industria de la roca ornamental, la economía circular, los fundamentos y aplicaciones de la tecnología blockchain, y el contexto más amplio de la transformación digital y la innovación sostenible.

Los resultados esperados del conocimiento se agrupan en cuatro dominios complementarios:

R. Conocimiento del sector de la roca ornamental y sus desafíos medioambientales

Este ámbito establece el contexto sectorial necesario para vincular las áreas de conocimiento posteriores con los desafíos industriales reales y las oportunidades de creación de valor. Los alumnos entenderán:

- La estructura y el funcionamiento de la cadena de valor de la roca ornamental, desde la extracción y transformación hasta la distribución y el uso final, incluyendo los actores clave e interdependencias a lo largo de la cadena de suministro.
- Los tipos de materiales ornamentales de piedra (por ejemplo, mármol, granito, pizarra, piedra caliza), sus propiedades y sus aplicaciones típicas en la construcción, el diseño urbano y la arquitectura.
- Las características técnicas y económicas de los residuos generados en la industria de la piedra, incluyendo partículas finas, lodos de sierra, fragmentos rotos y residuos de cantera.
- Las implicaciones medioambientales de la mala gestión de residuos, como la ocupación de tierras, la contaminación del aire y el agua, y el uso ineficiente de los recursos naturales.
- Los principales desafíos que enfrenta el sector incluyen la baja digitalización, el aumento de las demandas regulatorias, la falta de mano de obra cualificada y la presión pública para prácticas sostenibles.

B. Conocimiento de los principios de la economía circular y valoración de residuos

Este dominio del conocimiento permite a los estudiantes integrar la sostenibilidad en la toma de decisiones técnicas, la alineación de políticas y la planificación de la innovación. Los alumnos entenderán:

- Los conceptos centrales de la economía circular (EC), incluyendo sistemas de circuito cerrado, residuos como recurso, ciclos de vida extendidos del producto y pensamiento sistémico.
- Las diferencias entre modelos lineales y circulares, y las ventajas de los enfoques de CE en términos de resiliencia económica, eficiencia de materiales y alineación regulatoria.
- Estrategias para la circularidad en el sector de la piedra, incluyendo la valoración de subproductos, materias primas secundarias, simbiosis industrial y diseño para la reutilización.
- Los marcos regulatorios europeos y nacionales relacionados con la economía circular y los residuos (por ejemplo, Directiva Marco de Residuos, Protocolo de Residuos de Construcción y Demolición, Pacto Verde de la UE).
- La noción de impacto cero y diseño regenerativo, especialmente en relación con la rehabilitación de canteras, el ecodiseño de productos y la reducción de emisiones.

C. Conocimiento de Blockchain y Sistemas de Trazabilidad Digital

Este ámbito garantiza que los estudiantes desarrollen una comprensión funcional y aplicada de blockchain, sin requerir conocimientos técnicos o de TI previos. Los alumnos entenderán:

- La arquitectura básica de los sistemas blockchain, incluyendo bloques, funciones hash, libros mayores distribuidos, protocolos de consenso, nodos y validación de transacciones.
- Los principales beneficios de blockchain en contextos industriales son: inmutabilidad, descentralización, verificación sin confianza, transparencia y prevención del fraude.
- El concepto y funcionamiento de los contratos inteligentes, incluyendo su potencial para automatizar el cumplimiento, la coordinación de flujos de trabajo y la elaboración de informes medioambientales.
- Diferencias entre blockchain y bases de datos tradicionales, incluyendo integridad de los datos, accesibilidad y mecanismos de seguridad.
- El papel de la blockchain en los sistemas de trazabilidad, permitiendo el registro seguro del origen, movimiento, tratamiento y reutilización de materiales y residuos a lo largo de cadenas multiactor.
- Cómo puede combinarse blockchain con otras tecnologías como IoT, sensores inteligentes, gemelos digitales y sistemas en la nube para reforzar la fiabilidad y la auditabilidad de los datos.

D. Conocimiento de la digitalización, la transición verde y el aprendizaje permanente

Este último pilar de conocimiento apoya una visión más holística y centrada en el ser humano sobre la adopción tecnológica, preparando a los alumnos para actuar tanto como profesionales como ciudadanos en un contexto en rápida evolución. Los alumnos entenderán:

- El papel transformador de las tecnologías digitales en la modernización de los sectores tradicionales y la mejora de los resultados medioambientales mediante mejores datos, monitorización y automatización.
- La relación entre la digitalización y el Pacto Verde, especialmente en el contexto de la doble transición y la Agenda Europea de Competencias.
- La importancia de la ética en los datos, la ciberseguridad y las prácticas digitales responsables, especialmente en la gestión de datos ambientales u operativos entre las partes interesadas.
- La necesidad de aprendizaje permanente y mejora continua de sus habilidades, especialmente para los profesionales mayores de 45 años en sectores de baja digitalización, para adaptarse a nuevas herramientas y expectativas.
- Las dimensiones sociales, organizativas y culturales de la transformación digital, incluyendo la resistencia al cambio, las brechas en alfabetización digital y el aprendizaje intergeneracional.
- El potencial de empoderamiento e inclusión a través de programas de formación accesibles como RockChain, que permiten a los adultos recuperar la confianza y la relevancia en el mercado laboral.

5.2 Resultados esperados de las competencias

El currículo de RockChain está diseñado para fomentar una combinación de competencias técnicas, digitales y transversales que capaciten a los estudiantes para involucrarse activa y de forma responsable en la transformación digital del sector de la piedra ornamental, con especial atención a la gestión de residuos y las estrategias de economía circular facilitadas por la tecnología blockchain.

Los estudiantes que completen el curso desarrollarán competencias en tres dominios clave:

A. Competencias sectoriales y técnicas.

Estas competencias permiten a los alumnos actuar como técnicos informados, supervisores de calidad o responsables de sostenibilidad dentro de empresas de extracción, transformación o gestión de residuos en la industria de la piedra natural. Los alumnos podrán hacerlo:

- Mapear y analizar la cadena de valor de la roca ornamental, identificando las etapas en las que se generan residuos y donde se pueden introducir o reforzar estrategias circulares.
- Caracterizar los diferentes tipos de residuos de piedra, evaluando sus propiedades físicas y químicas y su potencial de reutilización, reciclaje o recuperación.
- Evalúa las prácticas actuales de gestión de residuos en el sector de la piedra y contrastalas con los principios y regulaciones de la economía circular.
- Proponer alternativas circulares para los residuos de piedra, considerando la viabilidad técnica, el impacto medioambiental, la demanda del mercado y la rentabilidad.
- Diseñar o interpretar diagramas básicos de flujo de sistemas de gestión de residuos de piedra, identificando puntos críticos de control para la trazabilidad y el cumplimiento.

B. Competencias digitales y blockchain.

Estas competencias preparan a los alumnos para participar en procesos de digitalización en contextos industriales, especialmente en roles donde la integridad de datos, la automatización del cumplimiento o los sistemas de trazabilidad son relevantes. Los alumnos podrán hacerlo:

- Describe la lógica fundamental de los sistemas blockchain, incluyendo cómo se almacena, asegura y comparte la información a través de redes descentralizadas.
- Operar dentro de un entorno de aprendizaje blockchain simplificado, incluyendo la capacidad de introducir datos, monitorizar transacciones y simular el comportamiento de contratos inteligentes.
- Aplicar la lógica blockchain a los flujos de trabajo de trazabilidad, identificando cómo pueden registrarse, verificarse y vincularse los datos materiales a actores dentro de la cadena de valor.
- Diseña escenarios básicos de contratos inteligentes para la gestión de residuos, como registrar automáticamente las confirmaciones de entrega, marcar incumplimiento o activar alertas cuando se superan los umbrales.
- Vincula los datos de la blockchain con entradas reales de sensores o sistemas de monitorización, asegurando la precisión de los datos y reduciendo los riesgos de manipulación.

C. Competencias en sostenibilidad y economía circular.

Estas competencias son vitales para fomentar una plantilla proactiva y con conciencia ecológica, capaz de contribuir a los objetivos del Pacto Verde y del Plan de Acción de la Economía Circular de la UE. Los alumnos podrán hacerlo:

- Explica los principios de la economía circular y cómo se aplican a la industria de la piedra y a otros sectores intensivos en materiales.
- Interpretar las normativas medioambientales y los criterios de sostenibilidad, incluyendo la jerarquía de residuos de la UE, la EPR (Responsabilidad Extendida del Productor) y el Reglamento de Taxonomía de la UE.
- Integrar los principios de circularidad y sostenibilidad en la toma de decisiones técnicas, equilibrando factores operativos, medioambientales y económicos.
- Evalúa críticamente el impacto ambiental de los procesos lineales y propone modelos alternativos alineados con objetivos de neutralidad climática y cero residuos.
- Comunicar las mejoras relacionadas con la sostenibilidad de forma clara y eficaz a colegas, clientes o partes interesadas institucionales.

D. Competencias Transversales y Suaves.

Estas competencias transversales están alineadas con las Competencias Clave Europeas para el Aprendizaje Permanente, en particular la competencia digital, la competencia personal y social, y la competencia ciudadana en sostenibilidad. Los estudiantes también desarrollarán habilidades transversales clave que apoyen su empleabilidad y capacidad de adaptación a entornos industriales y tecnológicos cambiantes:

- Resolución de problemas y pensamiento crítico, especialmente al integrar nuevas tecnologías en sectores tradicionales.
- Trabajo en equipo y colaboración, incluyendo la capacidad de trabajar entre disciplinas (por ejemplo, TI y gestión ambiental) y comunicarse con partes interesadas de diversos perfiles técnicos.
- Adaptabilidad al cambio tecnológico, cultivando una mentalidad de aprendizaje frente a los desarrollos de la Industria 4.0.
- Alfabetización digital, más allá de blockchain, incluyendo el uso seguro y responsable de herramientas digitales, la gestión básica de datos y la interpretación de flujos de trabajo digitales.
- Comunicación técnica, con la capacidad de documentar, presentar y explicar procesos técnicos de forma clara utilizando la terminología adecuada.

5.3 Actitudes, resultados esperados

Más allá de la adquisición de conocimientos y el desarrollo de competencias, el curso RockChain tiene como objetivo fomentar un cambio en actitudes, valores e identidad profesional entre los adultos que aprenden en el sector de la piedra ornamental. En línea con los objetivos de la Agenda Europea de Competencias y la Recomendación del Consejo sobre Competencias Clave para el Aprendizaje a lo Largo de la Vida, el curso promueve actitudes que permiten a los estudiantes convertirse en agentes activos de cambio en sus entornos laborales y comunidades.

Al completar con éxito el curso, se espera que los alumnos demuestren los siguientes resultados actitudinales:

A. Actitudes hacia la sostenibilidad y la economía circular.

Estas actitudes apoyan una cultura de responsabilidad y responsabilidad, en la que los alumnos se ven a sí mismos no solo como operadores o técnicos, sino como guardianes de los recursos naturales y facilitadores de cambios positivos.

- Un compromiso genuino con la sostenibilidad como principio rector en su práctica profesional, especialmente en relación con la eficiencia de los recursos, la reducción de residuos y la protección medioambiental.
- Una apreciación del pensamiento de economía circular, no solo como una obligación de cumplimiento sino como una oportunidad estratégica para la creación de valor e innovación dentro del sector de la piedra.
- Una disposición a cuestionar prácticas establecidas y a adoptar rediseños de procesos que favorezcan la regeneración ambiental y la reducción de la extracción.
- Una creciente conciencia sobre los impactos a largo plazo de la actividad industrial en los ecosistemas, el clima y las comunidades.

B. Actitudes hacia la innovación digital y la adopción tecnológica.

Estas actitudes son fundamentales para superar la brecha de digitalización que enfrentan los profesionales mayores de 45 años y para facilitar transiciones más fluidas en los procesos de modernización industrial.

- Una mentalidad abierta y curiosa hacia las nuevas tecnologías, incluida la blockchain, incluso cuando no es familiar o no tiene experiencia previa.
- Mayor confianza en experimentar con herramientas, plataformas e interfaces digitales, y reducción de la resistencia al cambio tecnológico.

- Una actitud constructiva hacia el aprendizaje, incluyendo el aprendizaje autodirigido y la mejora de habilidades como responsabilidades profesionales continuas.
- Una postura proactiva hacia la integración de soluciones digitales en entornos laborales tradicionales, comprendiendo su potencial para mejorar la transparencia, la trazabilidad y la colaboración.

C. Actitudes hacia la colaboración, la ética y el crecimiento profesional.

Estas actitudes contribuyen a construir una fuerza laboral resiliente y adaptable, capaz de navegar la incertidumbre, abrazar el cambio y participar activamente en la configuración del futuro de su sector.

- Un espíritu colaborativo, que valora el intercambio de conocimientos intersectorial e intergeneracional, especialmente en equipos multidisciplinares que abordan la sostenibilidad y la transformación digital.
- Un fuerte sentido de ética profesional, incluyendo el respeto a la integridad de los datos, la transparencia y la participación justa de las partes interesadas en los sistemas de trazabilidad.
- Un sentido de iniciativa y autonomía, reconociendo su papel no solo como aprendices sino también como posibles agentes de cambio dentro de sus organizaciones.
- Mayor autoestima y motivación, derivadas de la capacidad de involucrarse con tecnologías emergentes y participar en proyectos de relevancia e impacto.

D. Impacto general esperado en la actitud

Este cambio de actitud permite a los estudiantes replantear su identidad profesional y participar de manera significativa en la transición continua del sector hacia la sostenibilidad, la circularidad y la confianza digital. El resultado global esperado es la internalización de una doble conciencia:

- Primero, que el sector de la piedra está evolucionando y que las presiones medioambientales y digitales no son amenazas, sino palancas para la transformación.
- Segundo, que su propio papel como profesionales maduros sigue siendo esencial—no a pesar de la aparición de nuevas tecnologías, sino precisamente por su experiencia sectorial, conocimientos operativos y nueva conciencia digital.

6. ESTRUCTURA DEL CURSO

UNIDAD 1. Introducción a la industria de la piedra ornamental y la minería.

- 1.1. Visión general del sector: escala, impacto, principales países.
- 1.2. Tipos de piedras ornamentales (mármol, granito, pizarra, piedra caliza...).
- 1.3. De la cantera al mercado: el proceso industrial.
- 1.4. Actores clave: pymes, asociaciones, instituciones.
- 1.5. Desafíos actuales: costes energéticos, emisiones de CO₂, trazabilidad.
- 1.6. Contexto legal y medioambiental (Pacto Verde Europeo, taxonomía...).

UNIDAD 2. Fundamentos de la blockchain.

- 2.1. ¿Qué es blockchain? Origen y evolución.
- 2.2. Conceptos básicos: bloques, cadena, hash, marca temporal, criptografía.
- 2.3. Libros mayores distribuidos y descentralización.
- 2.4. Contratos inteligentes: definición y usos.
- 2.5. Comparación con bases de datos tradicionales.
- 2.6. Casos de uso en logística, finanzas, gestión de residuos y minería.

UNIDAD 3. Economía circular en el contexto de la piedra ornamental.

- 3.1. Definición y pilares de la economía circular (reducir, reutilizar, reciclar).
- 3.2. De modelos lineales a circulares: desafíos y beneficios.
- 3.3. Prácticas circulares en extracción, transformación y diseño de productos.
- 3.4. Valoración de los residuos de piedra: áridos, rellenos, decoración, etc.
- 3.5. CE y digitalización: trazabilidad, datos, monitorización del ciclo de vida.
- 3.6. Contexto de la UE: Pacto Verde, Plan de Acción para la Economía Circular, taxonomía.

UNIDAD 4. La blockchain se aplica a la gestión de residuos.

- 4.1. Corrientes de residuos en el procesamiento de piedras ornamentales: tipos y destinos.
- 4.2. Obligaciones legales y requisitos de reporte en la gestión de residuos.
- 4.3. Aplicaciones blockchain: pasaportes materiales, gemelos digitales, libros de contabilidad descentralizados.
- 4.4. Contratos inteligentes para cumplimiento, informes e incentivos.
- 4.5. Integración de blockchain con IoT y herramientas de recopilación de datos.

UNIDAD 5. RockChain. Ejercicio práctico final: proyecto integrador.

- 5.1. Funcionalidades de la plataforma RockChain (navegación, módulos, roles de usuario).
- 5.2. Plantillas y flujos de trabajo para trazabilidad, registro y simulación de contratos inteligentes.
- 5.3. Estructura de estudio de caso: actores, activos, flujos, puntos de control, pasos de cumplimiento.

5.4. Mejores prácticas para informes y documentación.

UNIDAD 1. Introducción a la industria de la piedra ornamental y la minería.

Esta unidad proporciona a los estudiantes una comprensión fundamental de la industria de la roca ornamental, desde la extracción hasta el mercado, incluyendo sus materiales clave, partes interesadas, estructura industrial y desafíos de sostenibilidad. Establece el contexto de todo el currículo de RockChain, permitiendo a los alumnos comprender la complejidad y las necesidades de transformación de este sector tradicionalmente no digital.

1.1. Visión general del sector: escala, impacto, principales países.

Presenta la relevancia económica y geográfica del sector de la piedra ornamental en la UE y a nivel global.

1.2. Tipos de piedras ornamentales (mármol, granito, pizarra, piedra caliza...).

Explica las principales categorías de piedra natural y sus usos y propiedades industriales típicas.

1.3. De la cantera al mercado: el proceso industrial.

Describe las principales fases industriales desde la extracción de bloques en bruto hasta la distribución del producto.

1.4. Principales partes interesadas: pymes, asociaciones, instituciones.

Presenta la red de actores que están moldeando la industria, incluyendo organismos públicos y privados.

1.5. Desafíos actuales: costes energéticos, emisiones de CO₂, trazabilidad.

Analiza los problemas medioambientales y operativos más urgentes que afectan al sector actualmente.

1.6. Contexto legal y medioambiental (Pacto Verde Europeo, taxonomía...).

Describe marcos políticos relevantes que impulsan el cambio en los sectores extractivo y de transformación de piedra.

UNIDAD 2. Fundamentos de la blockchain.

Esta unidad introduce los principios básicos y componentes de la tecnología blockchain de forma clara y accesible. Permite a los estudiantes sin formación técnica previa

entender cómo funciona blockchain, en qué se diferencia de los sistemas tradicionales y cómo puede apoyar la transparencia y la descentralización en diversos sectores.

2.1. ¿Qué es blockchain? Origen y evolución.

Presenta el surgimiento de blockchain, desde sus orígenes en las criptomonedas hasta su adopción industrial más amplia.

2.2. Conceptos básicos: bloques, cadena, hash, marca temporal, criptografía.

Desglosa cómo se estructuran y protegen los datos en un sistema blockchain.

2.3. Libros mayores distribuidos y descentralización.

Explica cómo la arquitectura descentralizada aumenta la confianza y la resiliencia en los sistemas de datos.

2.4. Contratos inteligentes: definición y usos.

Introduce a los estudiantes en la lógica programable dentro de las redes blockchain.

2.5. Comparación con bases de datos tradicionales.

Destaca las diferencias operativas y estratégicas entre blockchain y sistemas heredados.

2.6. Casos de uso en logística, finanzas, gestión de residuos y minería.

Presenta ejemplos específicos de cada sector, fomentando la relevancia para los estudiantes en la industria de los recursos naturales.

UNIDAD 3. Economía circular en el contexto de la piedra ornamental.

Esta unidad explora los principios de la economía circular y su aplicación a la cadena de valor de las piedras ornamentales. Explica cómo se puede reducir, reutilizar o transformar el desperdicio en nuevos recursos, y cómo los marcos de la UE están impulsando esta transición mediante políticas, regulación e incentivos a la innovación.

3.1. Definición y pilares de la economía circular (reducir, reutilizar, reciclar).

Explica los conceptos centrales de la ingeniería continua y cómo contrastan con los modelos industriales lineales.

3.2. De modelos lineales a circulares: desafíos y beneficios.

Analiza el cambio sistémico necesario para la circularidad y las barreras para la adopción.

3.3. Prácticas circulares en extracción, transformación y diseño de productos.

Destaca ejemplos de cómo la circularidad puede estar integrada a lo largo de la cadena de valor.

3.4. Valoración de los residuos de piedra: áridos, rellenos, decoración, etc.

Explora las vías de reutilización y los posibles mercados para los residuos y subproductos de la piedra.

3.5. CE y digitalización: trazabilidad, datos, monitorización del ciclo de vida.

Introduce el papel de los datos y las herramientas digitales en la posibilidad de la implementación de la ingeniería continuada.

3.6. Contexto de la UE: Pacto Verde, Plan de Acción de Economía Circular, taxonomía.

Conecta los conceptos de CE con los factores legislativos y marcos de financiación de la UE.

UNIDAD 4. Blockchain aplicada a la gestión de residuos.

Basándose en unidades previas, esta unidad aplica la tecnología blockchain al contexto específico de la gestión de residuos en la industria de la piedra. Los estudiantes exploran cómo los sistemas de trazabilidad digital pueden mejorar el cumplimiento, la supervisión y la eficiencia de los recursos.

4.1. Corrientes de residuos en el procesamiento de piedras ornamentales: tipos y destinos.

Categoriza los flujos de residuos de la industria de la piedra y describe las vías típicas de gestión.

4.2. Obligaciones legales y requisitos de reporte en la gestión de residuos.

Resume las responsabilidades regulatorias relacionadas con el control y la documentación de residuos.

4.3. Aplicaciones blockchain: pasaportes materiales, gemelos digitales, libros descentralizados.

Explora herramientas basadas en blockchain para la transparencia del ciclo de vida y la permanencia de los datos.

4.4. Contratos inteligentes para cumplimiento, informes e incentivos.

Muestra cómo los sistemas basados en lógica pueden automatizar y asegurar las operaciones de gestión de residuos.

4.5. Integración de blockchain con IoT y herramientas de recogida de datos.

Explica cómo las plataformas blockchain pueden interactuar con sensores y equipos inteligentes.

UNIDAD 5. RockChain. Ejercicio práctico final: Proyecto integrador.

Esta unidad final permite a los estudiantes consolidar sus conocimientos adquiridos aplicándolos en un caso simulado o real utilizando la plataforma de aprendizaje RockChain. A través de trabajos colaborativos o individuales, simularán flujos de trabajo de trazabilidad de residuos utilizando lógica blockchain y generarán resultados alineados con necesidades reales.

5.1. Funcionalidades de la plataforma RockChain (navegación, módulos, roles de usuario).

Ofrece una introducción al entorno digital donde se llevará a cabo el ejercicio práctico.

5.2. Plantillas y flujos de trabajo para el registro de trazabilidad y la simulación de contratos inteligentes.

Apoya a los estudiantes en la aplicación de sus conocimientos mediante herramientas estructuradas de proyectos.

5.3. Estructura del estudio de caso: actores, activos, flujos, puntos de control, pasos de cumplimiento.

Describe cómo los estudiantes simularán un escenario de cadena de valor en un contexto de economía circular.

5.4. Mejores prácticas en informes y documentación.

Enseña cómo producir registros claros y auditables de trazabilidad y cumplimiento.

7. METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

Actividad	Técnicas de enseñanza	Trabajo del estudiante	Horarios
Clases teóricas.	Clases expositivas de contenidos teóricos, utilizando el método de diálogo en clase. Resolución de dudas planteadas por los estudiantes.	En el lugar:	5
		No presenciales:	
Solución de problemas y casos prácticos.	Resolución de casos prácticos. Se proponen problemas a los estudiantes para su resolución. Propuesta de ejercicios para resolver en casa.	En el lugar:	
		No presenciales:	2
Buscando y ampliando la documentación.	Busca información, gestión de bases de datos y uso de herramientas.	En el lugar:	
		No presenciales:	5
Actividades de trabajo cooperativo.	Resolución de casos prácticos. Se formarán grupos de trabajo utilizando la herramienta de e-learning RockChain, monitorizando la participación de los miembros del grupo.	En el lugar:	
		No presenciales:	5
Tutoriales.	Resolución de dudas sobre teoría, problemas, prácticas y seminarios.	En el lugar:	
		No presenciales:	5
Seminarios y visitas a empresas e instalaciones.	En los seminarios se ampliarán temas específicos del temario teórico. Dependiendo de la disponibilidad, se realizará una visita o se programará la ayuda de un profesional de la gestión ambiental.	En el lugar:	
		No presenciales:	4
Trabajo / Estudio individual.	Estudio del sujeto utilizando la plataforma RockChain.	En el lugar:	0
		No presenciales:	20
Actividades de evaluación formativa / Trabaja / Informa.	Realización de trabajos e informes de prácticas que el estudiante debe impartir. Seguimiento y desarrollo de obras, prácticas e informes.	En el lugar:	0
		No presenciales:	2
Exámenes oficiales	Preparación, corrección y revisión de exámenes escritos.	En el lugar:	
		No presenciales:	1
Exposición de obras	Evaluación y corrección de las exposiciones correspondientes a los diferentes trabajos que realizará el estudiante.	En el lugar:	
		No presenciales:	1
			50

8. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO

8.1 Sistema de evaluación propuesto

Actividades	Sistemas y criterios de evaluación	Porcentaje de peso (%)
Pruebas escritas en la plataforma RockChain.	Se evaluarán los conocimientos teórico-prácticos adquiridos por el estudiante.	50
Evaluación de casos de prácticas con la herramienta de e-Learning RockChain.	Se evaluará el conocimiento adquirido en prácticas con apoyo en TIC.	20
La evaluación individual y en equipo funciona	Se evaluará el desarrollo y la presentación de trabajos individuales y grupales.	30
Otras actividades de evaluación	Se evaluará la asistencia y participación en las clases de la materia.	10

8.2 Seguimiento del curso y mecanismos de retroalimentación

El control y seguimiento del aprendizaje del alumnado se realizará mediante las siguientes acciones:

- Participación activa en debates, sesiones prácticas y trabajo en grupo.
- Retroalimentación continua sobre tareas, proyectos y presentaciones.
- Envío regular de actualizaciones sobre el progreso de proyectos individuales o en grupo.
- Tutoriales programados para apoyar a los alumnos y abordar dificultades.
- Completar cuestionarios de autoevaluación para fomentar el aprendizaje reflexivo.
- Evaluación mediante pruebas escritas y evaluación de tareas de investigación individuales y grupales.

9. RECURSOS DIDÁCTICOS Y BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

9.1 Bibliografías

- Allesch, A., & Brunner, P.H. (2015). Análisis del flujo de materiales como herramienta de apoyo a la toma de decisiones para la gestión de residuos: una revisión bibliográfica. *Revista de Ecología Industrial*, 19(5), 753–764.
- Comisión Europea. (2020). Un nuevo plan de acción para la economía circular: por una Europa más limpia y competitiva. COM(2020) 98 final.
- Agencia Europea de Medio Ambiente (EEE). (2021). Economía circular y mitigación del cambio climático: políticas y prácticas en la UE. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones de la Unión Europea.
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualización de la economía circular: Un análisis de 114 definiciones. *Recursos, Conservación y Reciclaje*, 127, 221–232.
- Köhler, J., et al. (2019). Cambio transformador para la sostenibilidad: El papel fundamental de la innovación. *Innovación ambiental y transiciones sociales*, 31, 1–8.
- Lamichhane, M. (2017). Un sistema inteligente de gestión de residuos usando tecnología IoT y blockchain [Tesis de máster]. Universidad ITMO, Departamento de Tecnologías de la Información, San Petersburgo, Rusia.
- Lim, M.K., Li, Y., Wang, C., & Tseng, M.L. (2021). Revisión bibliográfica de aplicaciones de tecnología blockchain en cadenas de suministro: un análisis exhaustivo de temas, metodologías e industrias. *Informática e Ingeniería Industrial*, 154, 107133.
- Saberi, S., Kouhizadeh, M., Sarkis, J., & Shen, L. (2019). La tecnología blockchain y sus relaciones con la gestión sostenible de la cadena de suministro. *Revista Internacional de Investigación en Producción*, 57(7), 2117–2135.
- Foro Económico Mundial. (2019). Construyendo valor con la tecnología blockchain: cómo evaluar los beneficios de blockchain. Ginebra: Foro Económico Mundial.
- Zeyen, A., Beckmann, M., & Wolter, C. (2021). Blockchain y sostenibilidad ambiental: una agenda de revisión e investigación. *Estrategia empresarial y medio ambiente*, 30(8), 3883–3898.

9.2 Reglamentos

- Plan de Acción de Economía Circular (COM(2020) 98 final): Un componente clave del Pacto Verde Europeo, que promueve la prevención de residuos, la extensión del ciclo de vida del producto y la eficiencia de los recursos.

Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de noviembre de 2008 sobre residuos y derogación de ciertas Directivas.

Directiva (UE) 2010/75/UE sobre emisiones industriales (IED): Establece medidas para prevenir o reducir las emisiones en el aire, el agua y la tierra procedentes de actividades industriales, incluyendo la extracción y el procesamiento de canteras.

Programa de Europa Digital (Reglamento (UE) 2021/694): Promueve la adopción de tecnologías digitales avanzadas, incluyendo blockchain e infraestructura de datos.

Protocolo y Directrices de la UE sobre Residuos de Construcción y Demolición: Directrices no vinculantes emitidas por la Comisión Europea para mejorar la trazabilidad y gestión de los residuos de C&D.

Ley de Datos de la UE (Propuesta COM/2022/68): Propuesta de regulación para garantizar el acceso y uso justos de los datos, incluidos los datos medioambientales e industriales.

Ley de Gobernanza de Datos de la UE (Reglamento (UE) 2022/868): Establece mecanismos para el intercambio fiable de datos en toda la UE.

Pacto Verde de la UE (2019): Política estratégica que busca convertir a Europa en el primer continente climáticamente neutral, con relevancia para circularidad, transición industrial y sostenibilidad.

Estrategia Europea para los Datos (COM(2020) 66 final): Sienta las bases para un mercado único europeo de datos, apoyando los intercambios de datos medioambientales e industriales.

Nivel(es) (marco de la Comisión Europea): Un enfoque común de la UE para evaluar e informar sobre la sostenibilidad de los edificios y materiales de construcción.

Reglamento (UE) 2020/852 del Parlamento Europeo y del Consejo de 18 de junio de 2020 sobre el establecimiento de un marco para facilitar la inversión sostenible (Reglamento de la Taxonomía de la UE).

9.3 Recursos en línea y otros recursos

www.rockchain.eu

www.bkstoneproject.com

www.circularbim.eu

www.oerco2.eu