

## WP2-A3. Definición de los objetivos de aprendizaje y resultados de aprendizaje del currículo.



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. ENFOQUE INICIAL PARA LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE .....	4
2.1 Resultados iniciales del conocimiento .....	4
2.2 Resultados iniciales .....	5
2.3 Resultados iniciales esperados .....	6
3. RESULTADOS DE APRENDIZAJE.....	8
4. CONCLUSIONES.....	13

## 1. INTRODUCCIÓN

Este entregable, WP2-A3 "Definición de los objetivos de aprendizaje y resultados de aprendizaje del currículo", constituye un pilar clave en el desarrollo del programa educativo RockChain. Representa una transición desde el marco conceptual y estratégico inicial (definido en WP2-A1 y WP2-A2) hacia la estructuración pedagógica del currículo, estableciendo un conjunto claro y medible de objetivos y resultados de aprendizaje que guiarán el diseño, la implementación y la evaluación de la oferta de formación RockChain.

RockChain aborda la necesidad de mejorar las habilidades de los aprendices adultos—especialmente trabajadores mayores de 45 años en los sectores de piedra ornamental, construcción y gestión de residuos—dotándolos de competencias digitales transversales, centrándose especialmente en la aplicación de la tecnología blockchain en procesos de economía circular. Según se define en la solicitud del proyecto, la tarea WP2-A3 está dedicada a identificar y estructurar los objetivos generales de aprendizaje y los resultados esperados, asegurando la alineación con el Marco Europeo de Cualificaciones (EQF), el ESG para el Aseguramiento de la Calidad y la Recomendación del Consejo sobre Competencias Clave para el Aprendizaje a lo Largo de la Vida.

Este informe se basa en el trabajo colaborativo de todos los socios del proyecto y se basa directamente en los hallazgos iniciales del WP2-A2 (Análisis de necesidades de formación), así como en la primera versión de la estructura y metodología curricular definida en el WP2-A6. Los resultados de WP2-A3 servirán como referencia para la definición de la metodología de aprendizaje (WP2-A4), el desarrollo de contenidos (WP3) y el diseño de la herramienta interactiva de aprendizaje RockChain (WP4). El documento actual presenta:

- (1) una visión general del enfoque preliminar para identificar los resultados de aprendizaje;
- (2) la formulación final de los resultados generales de aprendizaje—agrupados en conocimientos, habilidades y actitudes/valores—y;
- (3) un conjunto de conclusiones que guíen la continuidad pedagógica del currículo.

El objetivo general de esta tarea es garantizar que el currículo de RockChain no solo sea técnicamente coherente y pedagógicamente sólido, sino también relevante, inclusivo y transferible, con resultados claros y verificables que respondan a las necesidades de estudiantes, formadores y partes interesadas en la transición digital y verde del sector.

## 2. ENFOQUE INICIAL PARA LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE

El enfoque inicial para definir los resultados de aprendizaje del currículo de RockChain se basaba en los primeros resultados del análisis de necesidades formativas (WP2-A2) y en el enfoque práctico y tecnológico del propio proyecto—es decir, la intersección entre la gestión de residuos en el sector de piedras ornamentales y la aplicación de la tecnología blockchain para promover prácticas de economía circular. Este marco preliminar sirvió como base para la discusión iterativa entre socios del proyecto y partes interesadas sectoriales durante la primera fase del diseño curricular.

En esta etapa inicial, el consorcio formuló resultados de aprendizaje provisionales agrupados en tres dimensiones principales: adquisición de conocimiento, desarrollo de competencias y cambio de actitudes. Estos resultados se articularon a través de clústeres temáticos que cubrían dos dominios clave de conocimiento:

- (i) gestión de residuos de roca en la industria de la piedra y sus desafíos logísticos y medioambientales asociados, y;
- (ii) tecnología blockchain y su posible aplicación en la trazabilidad de residuos y la optimización de recursos. Dentro de cada dominio, se redactaron descriptores de aprendizaje para reflejar conocimientos técnicos esenciales, prácticas industriales relevantes y principios contextuales de sostenibilidad, incluyendo la promoción de la piedra como material reutilizable y de bajo impacto.

Paralelamente, se detallaron los resultados iniciales basados en competencias para identificar las habilidades y capacidades específicas que los estudiantes necesitarían para transferir conocimientos teóricos a acciones prácticas y sectoriales relevantes. Estas incluían la capacidad de interpretar flujos de residuos, evaluar opciones de reciclaje, aplicar principios de circularidad y simular flujos de trabajo de trazabilidad basados en blockchain.

El consorcio también reconoció la importancia de definir los resultados actitudinales, especialmente para fomentar el compromiso con la sostenibilidad, la apertura a la innovación tecnológica, las prácticas éticas de datos y el aprendizaje intergeneracional en entornos industriales tradicionales. Estos resultados preliminares proporcionaron un andamiaje conceptual y operativo, que posteriormente fue refinado y estructurado en el marco final de resultados generales de aprendizaje presentado en la Sección 3 de este informe.

### 2.1 Resultados iniciales del conocimiento

#### R. Gestión de residuos en roca en la industria de la piedra y logística:

- Generación de residuos e impacto medioambiental: Comprender las principales fuentes de residuos de roca durante la minería, extracción y procesamiento de piedra, así como los desafíos medioambientales asociados a su gestión
- Mejores prácticas en gestión de residuos: Adquirir conocimiento de las prácticas estándar del sector para minimizar, manipular y reciclar los residuos de piedra, incluyendo la logística relacionada con el almacenamiento, transporte y venta de bloques de piedra
- Principios de sostenibilidad: Aprende los principios de la gestión sostenible de residuos y la economía circular en la industria de la piedra, incluyendo estrategias para reducir la huella medioambiental y mejorar la eficiencia de los recursos.
- Promover la piedra como material verde: Adquirir conocimiento sobre estrategias para defender el uso de la piedra de forma sostenible, enfatizando su papel en la reducción de la huella de carbono en una materia prima con alto potencial de reutilización y reciclaje en diversas aplicaciones industriales.

## **B. Tecnología blockchain en la gestión de residuos:**

- Fundamentos de la blockchain: Adquiere un sólido conocimiento de los principios de la tecnología blockchain, incluyendo su arquitectura, operaciones y posibles aplicaciones
- Blockchain en la gestión de residuos: Entiende cómo puede aplicarse la blockchain para mejorar la trazabilidad, transparencia y seguridad de los procesos de gestión de residuos en la industria de la piedra
- Estudios de caso y aplicaciones reales: Obtén información de ejemplos reales de blockchain utilizado en los sectores de minería, cantera y procesamiento de piedra, y conoce los beneficios y desafíos de su implementación.

## 2.2 Resultados iniciales

### **R. Gestión de residuos en roca en la industria de la piedra y logística**

#### **A.1. Introducción a la gestión de residuos de roca**

- Visión general de la generación de residuos en la industria de la piedra;
- impactos medioambientales y desafíos de sostenibilidad;
- Mejores prácticas en la reducción de residuos, la gestión y la logística.

#### **R.2. Principios de la economía circular**

- residuos y reciclaje de residuos;
- reutilización de residuos;
- degradación de materiales.

### A.3. Gestión de residuos en el procesamiento de piedra

- técnicas para minimizar y reciclar los residuos de piedra;
- innovaciones y desafíos en la gestión de residuos de piedra;
- Estudios de caso de estrategias exitosas de gestión de residuos.

## B. Tecnología blockchain en la gestión de residuos

### B.1. Fundamentos de la tecnología blockchain

- principios y funcionamiento de blockchain;
- posibles aplicaciones de blockchain en la gestión de residuos;
- Introducción a las plataformas y herramientas blockchain.

### B.2. Blockchain en las industrias minera y de piedra

- Estudios de caso de la implementación de blockchain en el seguimiento de residuos.
- desarrollando soluciones blockchain para la gestión de residuos.
- Tendencias futuras en tecnología blockchain para la industria de la piedra.

## 2.3 Resultados iniciales esperados

### R. Gestión de residuos en roca en la industria de la piedra y logística

- fomentar un fuerte compromiso con la sostenibilidad en la gestión de residuos de roca, enfatizando la importancia de reducir el impacto ambiental mediante prácticas responsables en minería, extracción y procesamiento de piedra;
- cultivar un enfoque ético en la gestión de residuos en la industria de la piedra, reconociendo la necesidad de transparencia, responsabilidad y pensamiento a largo plazo en las decisiones relacionadas con la manipulación, almacenamiento y transporte de residuos;
- Fomentar una actitud proactiva para identificar y abordar los desafíos en la gestión de residuos en roca.
- Inculcar una perspectiva a largo plazo en la toma de decisiones relacionadas con los residuos de piedra natural, promoviendo la consideración de los impactos en el ciclo de vida, la durabilidad y la sostenibilidad en la selección y uso de estos residuos como materia prima para su reutilización o reciclaje en otras industrias.

## B. Tecnología blockchain en la gestión de residuos

- desarrollar una mentalidad abierta e innovadora hacia la adopción de nuevas tecnologías como blockchain, reconociendo su potencial;



- 
- desarrollar una actitud meticulosa hacia la precisión, seguridad e integridad de los datos al utilizar blockchain para rastrear y gestionar residuos;
  - promover un enfoque colaborativo para implementar soluciones blockchain, fomentando el trabajo en equipo y la cooperación interdisciplinar.

### 3. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Esta sección presenta el conjunto final y consolidado de resultados de aprendizaje que definen el currículo de RockChain. Reflejan la transición de las propuestas de resultados iniciales (tal como se detalla en la Sección 2) a un marco estructurado y validado alineado con los principios pedagógicos del proyecto, las necesidades formativas identificadas en el WP2-A2 y el Marco Europeo de Cualificaciones (EQF).

Los resultados de aprendizaje se organizan en tres categorías principales:

- Resultados de conocimiento esperados,
- Resultados esperados de competencias, y
- Resultados de actitud esperados.

En conjunto, estas categorías forman una arquitectura de aprendizaje integral y coherente, asegurando que los estudiantes no solo adquieran conocimientos técnicos y habilidades digitales, sino que también desarrollen una mentalidad de sostenibilidad, innovación y crecimiento profesional. La formulación de estos resultados está diseñada para guiar el diseño de la metodología de aprendizaje (WP2-A4), el desarrollo de contenidos y materiales (WP3) y la implementación de experiencias prácticas de aprendizaje (WP4).

Dominio del Conocimiento	Resultados de aprendizaje
Conocimiento del sector de la roca ornamental y sus desafíos medioambientales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La estructura y 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.</li> <li>- 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.</li> <li>- 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.</li> <li>- 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.</li> <li>- Los principales desafíos que enfrenta el sector, incluyendo la baja digitalización, el aumento de las demandas regulatorias, la falta de mano de obra cualificada y la presión pública para que adopten prácticas sostenibles.</li> </ul>
Conocimiento de los principios de la economía circular y valoración de residuos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los conceptos centrales de la economía circular (EC), incluyendo sistemas de circuito cerrado, residuos como recurso, ciclos de vida extendidos de productos y pensamiento sistémico.</li> <li>- 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.</li> <li>- 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.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 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).</li> <li>- 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.</li> </ul>
Conocimiento de Blockchain y Sistemas de Trazabilidad Digital	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La arquitectura básica de los sistemas blockchain, incluyendo bloques, funciones hash, libros mayores distribuidos, protocolos de consenso, nodos y validación de transacciones.</li> <li>- Los principales beneficios de blockchain en contextos industriales: inmutabilidad, descentralización, verificación sin confianza, transparencia y prevención del fraude.</li> <li>- 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.</li> <li>- Diferencias entre blockchain y bases de datos tradicionales, incluyendo integridad de los datos, accesibilidad y mecanismos de seguridad.</li> <li>- El papel de la blockchain en los sistemas de trazabilidad, que permite el registro seguro del origen, movimiento, tratamiento y reutilización de materiales y residuos a través de cadenas multiactor.</li> <li>- Cómo puede combinarse blockchain con otras tecnologías como IoT, sensores inteligentes, gemelos digitales y sistemas en la nube para reforzar la fiabilidad y auditabilidad de los datos.</li> </ul>
Conocimiento de la digitalización, la transición verde y el aprendizaje permanente	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El papel transformador de las tecnologías digitales en la modernización de sectores tradicionales y la mejora de los resultados medioambientales mediante mejores datos, monitorización y automatización.</li> <li>- La relación entre la digitalización y el Pacto Verde, especialmente en el contexto de la doble transición y la Agenda Europea de Competencias.</li> <li>- La importancia de la ética de los datos, la ciberseguridad y las prácticas digitales responsables, especialmente al gestionar datos ambientales u operativos entre los interesados.</li> <li>- La necesidad de aprendizaje permanente y mejora continua de las competencias, especialmente para los profesionales mayores de 45 años en sectores de baja digitalización, para adaptarse a nuevas herramientas y expectativas.</li> <li>- Las dimensiones sociales, organizativas y culturales de la transformación digital, incluyendo la resistencia al cambio, las brechas en alfabetización digital y el aprendizaje intergeneracional.</li> <li>- 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.</li> </ul>

Dominio de competencia	Resultados esperados
Competencias sectoriales y técnicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 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.</li> <li>- Caracterizar diferentes tipos de residuos de piedra, evaluando sus propiedades físicas y químicas y su potencial de reutilización, reciclaje o recuperación.</li> <li>- Evaluar las prácticas actuales de gestión de residuos en el sector de la piedra y contrastarlas con los principios y regulaciones de la economía circular.</li> <li>- Proponer alternativas circulares para los residuos de piedra, considerando la viabilidad técnica, el impacto ambiental, la demanda del mercado y la rentabilidad.</li> <li>- 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.</li> </ul>
Competencias digitales y blockchain	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Describir la lógica fundamental de los sistemas blockchain, incluyendo cómo se almacena, asegura y comparte la información a través de redes descentralizadas.</li> <li>- Operar dentro de un entorno de aprendizaje simplificado de blockchain, incluyendo la capacidad de introducir datos, monitorizar transacciones y simular el comportamiento de contratos inteligentes.</li> <li>- Aplicar la lógica blockchain a flujos de trabajo de trazabilidad, identificando cómo pueden registrarse, verificarse y vincularse datos materiales a actores dentro de la cadena de valor.</li> <li>- Diseñar escenarios básicos de contratos inteligentes para la gestión de residuos, como registrar automáticamente las confirmaciones de entrega, señalar incumplimiento o activar alertas cuando se superan los umbrales.</li> <li>- Vincular los datos de la blockchain con entradas reales de sensores o sistemas de monitorización, asegurando la precisión de los datos y reduciendo riesgos de manipulación.</li> </ul>
Competencias en sostenibilidad y economía circular	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Explicar los principios de la economía circular y cómo se aplican a la industria de la piedra y a otros sectores intensivos en materiales.</li> <li>- 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.</li> <li>- Integrar los principios de circularidad y sostenibilidad en la toma de decisiones técnicas, equilibrando factores operativos, ambientales y económicos.</li> <li>- Evaluar críticamente el impacto ambiental de los procesos lineales y proponer modelos alternativos alineados con objetivos climáticamente neutros y de cero residuos.</li> <li>- Comunicar las mejoras relacionadas con la sostenibilidad de forma clara y eficaz a colegas, clientes o partes interesadas institucionales.</li> </ul>
Competencias Transversales y Blandas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resolución de problemas y pensamiento crítico, especialmente al integrar nuevas tecnologías en sectores tradicionales.</li> <li>- Trabajo en equipo y colaboración, incluyendo la capacidad de trabajar entre disciplinas (por ejemplo, gestión de TI y medio ambiente) y comunicarse con partes interesadas de diversos perfiles técnicos.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adaptabilidad al cambio tecnológico, fomentando una mentalidad de aprendizaje frente a los desarrollos de la Industria 4.0.</li> <li>- 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.</li> <li>- Comunicación técnica, con la capacidad de documentar, presentar y explicar procesos técnicos de forma clara utilizando la terminología adecuada.</li> </ul>
--	---

Dominio actitudinal	Resultados esperados
Actitudes hacia la sostenibilidad y la economía circular	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 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 del medio ambiente.</li> <li>- 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.</li> <li>- Disposición a cuestionar prácticas establecidas y adoptar rediseños de procesos que favorezcan la regeneración ambiental y la reducción de la extracción.</li> <li>- Una creciente conciencia sobre los impactos a largo plazo de la actividad industrial en los ecosistemas, el clima y las comunidades.</li> </ul>
Actitudes hacia la innovación digital y la adopción de tecnología	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Una mentalidad abierta y curiosa hacia las nuevas tecnologías, incluida la blockchain, incluso cuando son desconocidos o están fuera de la experiencia previa.</li> <li>- Mayor confianza en la experimentación con herramientas, plataformas e interfaces digitales, y reducción de la resistencia al cambio tecnológico.</li> <li>- Una actitud constructiva hacia el aprendizaje, incluyendo el aprendizaje autodirigido y la mejora de habilidades como responsabilidades profesionales continuas.</li> <li>- 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.</li> </ul>
Actitudes hacia la colaboración, la ética y el crecimiento profesional	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Un espíritu colaborativo, que valora el intercambio de conocimientos intersectorial e intergeneracional, especialmente en equipos multidisciplinares que abordan la sostenibilidad y la transformación digital.</li> <li>- Un fuerte sentido de ética profesional, que incluye el respeto a la integridad de los datos, la transparencia y una participación justa de las partes interesadas en los sistemas de trazabilidad.</li> <li>- Un sentido de iniciativa y autonomía, reconociendo su papel no solo como aprendices, sino como posibles agentes de cambio dentro de sus organizaciones.</li> <li>- Mayor autoestima y motivación, derivadas de la capacidad de involucrarse con tecnologías emergentes y participar en proyectos de relevancia e impacto.</li> </ul>
Impacto general esperado en la actitud	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La comprensión de que el sector de la piedra está evolucionando y que las presiones ambientales y digitales no son amenazas, sino palancas para la transformación.</li> </ul>



	- El reconocimiento de que su papel como profesionales maduros es esencial, precisamente por su experiencia sectorial, conocimientos operativos y una nueva conciencia digital.
--	---

## 4. CONCLUSIONES

El trabajo realizado bajo el WP2-A3 supone un hito crucial en el desarrollo del programa de formación RockChain. A través de un proceso colaborativo e iterativo que involucra a todos los socios del proyecto, este entregable ha definido con éxito un conjunto coherente, relevante y orientado al futuro de resultados de aprendizaje que guiarán la estructura y la entrega del currículo en las próximas fases del proyecto.

La transición del enfoque inicial —basado en el análisis de necesidades formativas y la aportación temprana de los grupos de interés— a un conjunto consolidado de conocimientos, competencias y resultados actitudinales asegura tanto la alineación con los marcos de la UE (EQF, Competencias Clave, Pacto Verde) como la capacidad de respuesta a los desafíos reales de los sectores objetivo. La integración de principios de sostenibilidad, prácticas de economía circular y tecnologías digitales como blockchain en el currículo refleja no solo un progreso tecnológico, sino también una visión pedagógica que empodera a los estudiantes —especialmente los mayores de 45 años— para convertirse en contribuyentes activos en esta doble transición.

Además, la naturaleza holística de los resultados de aprendizaje definidos garantiza que los estudiantes no solo adquieran conocimientos técnicos, sino que también desarrollen las competencias y la mentalidad necesarias para fomentar la innovación, la colaboración y la transformación ética en sus entornos profesionales. Estos resultados servirán como una base sólida para las próximas tareas: el diseño de la metodología de aprendizaje (WP2-A4), el desarrollo de contenidos de formación (WP3) y el despliegue de la herramienta de aprendizaje RockChain (WP4).

En última instancia, el WP2-A3 garantiza que el currículo de RockChain esté listo para generar un impacto medible, cerrando la brecha de habilidades digitales y ecológicas en los sectores de piedras ornamentales y gestión de residuos, fomentando al tiempo el empoderamiento profesional a largo plazo y la sostenibilidad sistémica.