

## WP2-A4. Determina la metodología de aprendizaje más adecuada para el cálculo de residuos de piedra aplicando 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."*



Erasmus+



Transilvania  
University  
of Brasov





## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	3
2. METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA.....	4
2.1 Plan de trabajo y actividades de aprendizaje (carga de trabajo indicativa: 50 horas) .....	6
2.2 Vía de aprendizaje e integración con la plataforma RockChain .....	7
3. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN .....	9
3.1 Vía de aprendizaje e integración con la plataforma RockChain .....	9
3.2 Componentes y ponderación indicativa .....	10
3.3 Recogida de pruebas y ciclo de retroalimentación .....	11
4. CONCLUSIONES.....	12



## 1. INTRODUCCIÓN

Este entregable presenta la metodología de aprendizaje propuesta para el currículo de RockChain en el contexto de la actividad WP2-A4, que tiene como objetivo determinar el enfoque pedagógico más adecuado para permitir a los adultos comprender, calcular y gestionar los flujos de residuos de piedra, aplicando la lógica blockchain a procesos de trazabilidad y cumplimiento.

RockChain está situada en la intersección de tres dominios: (i) la industria de piedra ornamental y minería y sus corrientes de residuos; (ii) principios de economía circular y valoración de residuos; y (iii) tecnologías de confianza digital, especialmente blockchain y contratos inteligentes, como facilitadores del intercambio seguro de datos entre múltiples partes interesadas. El curso está diseñado principalmente para adultos (con especial atención a profesionales mayores de 45 años) y personal técnico que trabaja en los ecosistemas de piedra, construcción y gestión de residuos.

Desde una perspectiva pedagógica, la metodología aquí propuesta sirve como puente entre los resultados de aprendizaje (definidos en WP2-A3) y el plan de enseñanza concreto y la distribución de la carga de trabajo consolidados en el currículo RockChain (WP2-A6). También anticipa los requisitos de implementación de la herramienta de aprendizaje RockChain (WP4), asegurando que los estudiantes puedan progresar desde la comprensión conceptual hasta la simulación práctica del registro de trazabilidad, el cálculo del flujo de residuos y el comportamiento de contratos inteligentes en un entorno de aprendizaje guiado.

## 2. METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

La metodología de enseñanza de RockChain se basa en principios de aprendizaje de adultos (andragogía) y está específicamente adaptada al perfil del grupo objetivo: profesionales experimentados (a menudo 45+) que trabajan en los ecosistemas de piedra ornamental, construcción y gestión de residuos, que pueden tener una alta experiencia sectorial pero una confianza digital desigual. Por tanto, el enfoque prioriza la relevancia, la practicidad, la autonomía y el respeto por la experiencia previa, asegurando al tiempo un entorno de aprendizaje de apoyo que reduzca el miedo al fracaso al interactuar con herramientas digitales. El aprendizaje se organiza mediante andamiaje progresivo, avanzando paso a paso desde el contexto sectorial (procesos industriales y flujos de residuos) hacia la aplicación digital (modelos de trazabilidad, lógica blockchain y simulación de contratos inteligentes), para que los participantes puedan desarrollar competencia de forma incremental y significativa.

La metodología combina varios modos de enseñanza complementarios. El aprendizaje activo se implementa mediante tareas estructuradas, demostraciones y práctica guiada, permitiendo a los participantes aprender haciendo (por ejemplo, cartografiando flujos de residuos, identificando puntos de control de trazabilidad, elaborando estructuras simples de registro de datos). El aprendizaje colaborativo se enfatiza a través del trabajo en pequeños grupos y el intercambio entre iguales, aprovechando el conocimiento profesional de los participantes y facilitando el apoyo mutuo, especialmente útil cuando los grupos incluyen niveles mixtos de habilidades digitales. El aprendizaje basado en problemas y casos constituye el núcleo del flujo pedagógico, utilizando escenarios realistas desde la gestión y logística de residuos de piedra (generación, almacenamiento, transporte, tratamiento, informes) para enmarcar actividades de aprendizaje y anclar conceptos abstractos en las realidades laborales. Esto garantiza que blockchain se presente como una respuesta a necesidades operativas y de cumplimiento concretas, en lugar de ser un tema tecnológico aislado.

El programa también se basa en el aprendizaje mejorado por la tecnología, principalmente a través de la plataforma y la aplicación RockChain, que proporcionan un entorno seguro para experimentar con conceptos de blockchain —como registros inmutables, roles de actores, validación de transacciones y cadenas de trazabilidad— sin requerir conocimientos avanzados de TI. Los participantes interactúan con interfaces simplificadas y plantillas guiadas para simular flujos de trabajo reales (por ejemplo, registrar el origen de los residuos, documentar transferencias, verificar los pasos de tratamiento de destino y visualizar cómo un registro "tipo blockchain" evita manipulaciones). A lo largo del curso, la retroalimentación formativa continua (tutoriales, puntos de control, feedback rápido sobre tareas, revisión por pares y cuestionarios de autoevaluación) se combina con la evaluación sumativa (pruebas, tareas individuales y entregables en grupo). Este enfoque dual fortalece la motivación y

la confianza, apoya la persistencia y garantiza que los alumnos reciban orientación oportuna para corregir malentendidos antes de que se conviertan en barreras.

En resumen, la metodología RockChain se basa en principios de aprendizaje adulto (andragogía), andamiaje progresivo y un camino basado en la práctica desde el contexto sectorial hasta la aplicación digital. Combina:

- Aprendizaje activo a través de tareas estructuradas, demostraciones y práctica guiada.
- Aprendizaje colaborativo a través del trabajo en pequeños grupos y el intercambio entre iguales, aprovechando la experiencia profesional de los participantes.
- Aprendizaje basado en problemas y casos utilizando escenarios realistas de gestión de residuos y logística.
- Aprendizaje mejorado por tecnología a través de la plataforma y aplicación RockChain, permitiendo experimentación segura con la lógica blockchain.
- Retroalimentación formativa continua junto con la evaluación sumativa, para apoyar la construcción de confianza en perfiles digitales bajos.

En conclusión, la metodología está completamente alineada con la estructura de cinco unidades y está diseñada para que cada unidad produzca un resultado tangible de aprendizaje que alimente el proyecto integrador final (Unidad 5). Por ejemplo, la Unidad 1 produce una comprensión compartida de la cadena de valor y los puntos críticos de residuos; La Unidad 2 establece un vocabulario y lógica básicos de blockchain; La Unidad 3 proporciona criterios de economía circular para la valoración de residuos; La Unidad 4 traduce estos en flujos de trabajo de trazabilidad habilitados por blockchain; y la Unidad 5 consolida todos los resultados en un estudio de caso documentado implementado a través de la herramienta RockChain. Esto garantiza coherencia, fortalece la transferibilidad a entornos laborales y apoya una progresión medible del aprendizaje desde el compromiso inicial hasta la competencia aplicada.

## 2.1 Plan de trabajo y actividades de aprendizaje (carga de trabajo indicativa: 50 horas)

Actividad de aprendizaje*	Modo	Horarios	Propósito	Evidencia típica
Sesiones teóricas (conferencias basadas en diálogo)	En persona / online síncrono	5	Introduce conceptos clave (sector, CE, blockchain) y enmarca la aplicación práctica.	Participación; Tareas cortas en clase
Resolución de problemas y casos prácticos	Online / mezclado	2	Aplicar conceptos a problemas simplificados de flujo de residuos y trazabilidad.	Ejercicios resueltos; Reflexiones breves
Búsqueda y ampliación de la documentación	Online (autodirigido)	5	Desarrollar la alfabetización informacional: regulaciones, estándares, mejores prácticas, casos de uso.	Fuentes seleccionadas; Notas anotadas
Trabajo cooperativo en grupo con la herramienta RockChain	Online / mezclado	5	Simulación colaborativa de trazabilidad, flujos de trabajo y registro de datos.	Registros de grupo; Entradas en el andén
Tutoriales	Online / mezclado	5	Soporte específico, resolución de problemas y comentarios personalizados.	Notas del tutorial; Puntos de acción
Seminarios / experto sesiones / posible visitas	En persona / online síncrono	4	Conecta el aprendizaje con la práctica profesional y los retos actuales del sector.	Q&A notas; seminar summary
Estudio individual sobre la plataforma RockChain	Online (asincrónico)	20	Consolida el contenido de las unidades mediante microaprendizaje, vídeos y lectura guiada.	Seguimiento de completación; Autocomprobaciones
Tareas formativas (informes / entregables cortos)	En línea	2	Produce documentación concisa y pruebas para la evaluación.	Breve informe; lista de verificación

Prueba escrita (basada en plataforma)	Online / supervisado cuando sea posible	1	Verifica la adquisición de conceptos clave y vocabulario.	Resultados de las pruebas
Exposición / presentación de obras	En persona / online síncrono	1	Comunica los resultados y recibe comentarios entre compañeros y profesores.	Slides; Rúbrica de presentación

(\*) Los proveedores de formación pueden adaptar la distribución a las restricciones locales manteniendo la carga total de trabajo de 50 horas y el equilibrio entre instrucción guiada, práctica y estudio independiente.

## 2.2 Vía de aprendizaje e integración con la plataforma RockChain

La vía de aprendizaje sigue una progresión desde el contexto hasta la aplicación:

- La Unidad 1 establece la línea base industrial y medioambiental e introduce las corrientes típicas de residuos y las partes interesadas.
- La Unidad 2 desarrolla la base conceptual de blockchain, centrándose en libros mayores distribuidos, inmutabilidad y contratos inteligentes.
- La Unidad 3 introduce el pensamiento de economía circular y las opciones de valoración de residuos relevantes para los residuos de piedra.
- La Unidad 4 traduce estos elementos en escenarios aplicados de trazabilidad y cumplimiento (por ejemplo, registros digitales, pasaportes materiales y disparadores de contratos inteligentes).
- Finalmente, la Unidad 5 consolida el aprendizaje a través de un proyecto integrador implementado en la plataforma RockChain, donde los aprendices simulan actores, activos, flujos y puntos de control, y producen resultados auditables para informes.

Dentro de las actividades prácticas, se guía a los alumnos para:

- (i) identificar un flujo de residuos;
- (ii) definir unidades de medida y fuentes de datos;
- (iii) calcular cantidades y movimientos básicos (generación, almacenamiento, transporte, tratamiento, reutilización);
- (iv) registrar eventos en la plataforma y;



(v) observar cómo las propiedades de blockchain apoyan la integridad, transparencia y no manipulabilidad de los registros.



### 3. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

La evaluación dentro de RockChain combina requisitos de participación, retroalimentación formativa continua y componentes sumativos para reflejar las necesidades de los estudiantes adultos y la naturaleza práctica del currículo. Está diseñado para fomentar un compromiso constante —especialmente para los estudiantes que regresan a la formación tras un largo periodo— asegurando al tiempo que se demuestren tanto la comprensión conceptual (por ejemplo, fundamentos blockchain, principios de economía circular, contexto regulatorio) como la aplicación práctica (por ejemplo, flujos de trazabilidad, registro de datos, puntos de control de cumplimiento) de manera estructurada y justa. El modelo de evaluación apoya el aprendizaje progresivo valorando la mejora a lo largo del tiempo, promoviendo la confianza para perfiles digitales bajos y asegurando que los resultados sigan siendo medibles y transferibles a contextos laborales.

#### 3.1 Vía de aprendizaje e integración con la plataforma RockChain

La evaluación está integrada en la vía de aprendizaje y apoyada por la plataforma y la aplicación RockChain, asegurando coherencia entre lo que se enseña, lo que se practica y lo que se evalúa. La transparencia se garantiza proporcionando a los alumnos criterios claros de evaluación, rúbricas y ejemplos de los resultados esperados desde el inicio del curso, incluyendo orientación sobre qué constituye un registro de trazabilidad "completo", presentación de flujo de trabajo o informe de proyecto. La continuidad se logra distribuyendo la evaluación en todas las unidades (en lugar de depender de un solo examen final), permitiendo a los alumnos demostrar progreso y reduciendo el estrés asociado a la evaluación de alto riesgo, un factor especialmente importante en la educación de adultos. La autenticidad es central: las tareas de evaluación reflejan situaciones industriales reales, como documentar la generación de residuos, seguir pasos de transporte y tratamiento, validar entradas de datos y aplicar lógica circularidad para proponer vías de valoración.

El apoyo está integrado en el proceso mediante retroalimentación oportuna y específica orientada a la mejora ("feed-forward"), incluyendo recomendaciones específicas sobre cómo refinar la lógica del flujo de trabajo, fortalecer la documentación o corregir malentendidos. Por último, la integridad se refuerza mediante funciones de plataforma como registros de registro, envíos versionados y entradas rastreables, lo que permite a los instructores verificar el trabajo de los alumnos, hacer seguimiento de las contribuciones en tareas grupales y asegurar que los resultados enviados reflejen un progreso genuino en el aprendizaje. Más concretamente:

- Transparencia: los alumnos reciben criterios claros, rúbricas y ejemplos de los resultados esperados.

- Continuidad: la evaluación se distribuye a lo largo del curso para evitar un único punto de evaluación de alto riesgo.
- Autenticidad: las tareas prácticas reflejan flujos reales de gestión de residuos y trazabilidad.
- Apoyo: la retroalimentación es oportuna, específica y orientada a la mejora (feed-forward).
- Integridad: los registros de plataforma y las presentaciones versionadas permiten la trazabilidad del trabajo de los estudiantes.

### 3.2 Componentes y ponderación indicativa

El modelo de evaluación está estructurado en componentes complementarios que reflejan tanto las dimensiones teóricas como aplicadas de RockChain. Las pruebas escritas impartidas a través de la plataforma RockChain evalúan la terminología básica, la comprensión conceptual y la capacidad de interpretar escenarios relacionados con el sector (ponderación indicativa del 50%). Los casos prácticos desarrollados mediante la app/plataforma RockChain evalúan la capacidad del aprendiz para aplicar flujos de trabajo de trazabilidad, registrar datos correctamente e interpretar procesos habilitados por blockchain en entornos realistas de gestión de residuos (20%).

El trabajo individual y en grupo —incluyendo informes breves, ejercicios estructurados y el proyecto final de fin de curso— evalúa la definición del problema, el diseño de soluciones, la calidad de la documentación y las habilidades de presentación (30%). La participación en debates, seminarios y trabajo entre pares se incluye como un componente cualitativo, ya que la participación activa es un fuerte indicador del éxito del aprendizaje adulto y favorece la transferencia colaborativa de conocimientos. Los centros de formación pueden operacionalizar la participación tanto como requisito mínimo de asistencia (recomendado: 80%) como factor cualitativo incorporado en las rúbricas de evaluación para trabajo práctico y rendimiento de proyectos, dependiendo de las normas locales de evaluación y el formato de impartición.

Componente	Qué se evalúa	Ponderación indicativa
Prueba(s) escrita(s) en la plataforma RockChain	Conocimientos teórico-prácticos básicos y terminología	50%
Casos prácticos usando la app/plataforma RockChain	Aplicación de flujos de trabajo de trazabilidad y registro de datos	20%
Trabajo individual y en grupo (proyecto final y breves reportes)	Encuadre del problema, diseño de soluciones, documentación y presentación	30%

Participación (debates, seminarios, trabajo entre iguales)**	Participación y contribución al aprendizaje colaborativo	Cualitativo / definido por el centro
--	--	--------------------------------------

*(\*\*) Los centros pueden operacionalizar la participación tanto como requisito mínimo de asistencia (recomendado: 80%) como un factor cualitativo integrado en la rúbrica de calificación para trabajos prácticos.*

### 3.3 Recogida de pruebas y ciclo de retroalimentación

La evidencia de aprendizaje se recoge mediante una combinación de envíos basados en plataformas y el desempeño observado por el tutor. Esto incluye pruebas en línea, soluciones prácticas de casos, entradas de flujo de trabajo y registros de trazabilidad creados en el entorno RockChain, complementados con breves informes escritos y la presentación final del proyecto. Los instructores proporcionan feedback mediante tutoriales programados, comentarios en plataforma y sesiones estructuradas de revisión tras cada unidad, asegurando que los alumnos reciban orientación mientras aún hay tiempo para mejorar. El ciclo de retroalimentación sigue una lógica de mejora continua: los estudiantes presentan un resultado inicial, reciben retroalimentación accionable y refinan su trabajo en iteraciones posteriores, especialmente en los casos prácticos y en el proyecto final. Se fomenta la retroalimentación entre compañeros durante el trabajo en grupo, talleres y presentaciones para reforzar la práctica reflexiva, estimular la discusión entre perfiles con diferentes niveles de confianza digital y fortalecer la transferencia del mundo real exponiendo a los estudiantes a enfoques alternativos. Este bucle de evidencia y retroalimentación garantiza que la evaluación no solo sea evaluativa, sino también activamente formativa, ayudando a los estudiantes a desarrollar competencia, autonomía y confianza para aplicar la trazabilidad habilitada por blockchain a la gestión circular de residuos en el sector de la piedra ornamental.

## 4. CONCLUSIONES

La metodología propuesta en WP2-A4 apoya directamente el objetivo central de RockChain: permitir que los adultos aprendices—especialmente aquellos con baja confianza digital—conecten los verdaderos desafíos de gestión de residuos industriales en el sector de las piedras ornamentales con enfoques fiables, auditables y de trazabilidad basados en datos, habilitados por blockchain. El enfoque está diseñado intencionadamente para tender puentes entre la "realidad sectorial" (flujos de residuos, limitaciones logísticas, obligaciones de cumplimiento y digitalización limitada) con la "oportunidad digital" (integridad de los registros, visibilidad compartida entre actores y automatización de ciertos pasos de verificación mediante contratos inteligentes). Al hacerlo, crea una vía práctica para que los estudiantes comprendan no solo *qué es blockchain*, sino *por qué* importa en la circularidad y la gobernanza de residuos.

Una fortaleza clave de la metodología es su diseño de aprendizaje híbrido y progresivo. Al combinar entradas conceptuales cortas con práctica guiada, tareas basadas en casos y reflexión estructurada, reduce la sobrecarga cognitiva y favorece la adquisición incremental de habilidades. Los formatos de aprendizaje activo —como el mapeo de procesos, simulaciones basadas en roles y ejercicios habilitados por plataforma— ayudan a los estudiantes a traducir conceptos en flujos de trabajo operativos (por ejemplo, registrar el origen de residuos, rastrear transferencias, validar destinos, documentar puntos de control de cumplimiento). Los ciclos de retroalimentación continuos (tutoriales, retroalimentación de tareas, revisión por pares y autoevaluación) aseguran que el aprendizaje se supervise y adapte, manteniendo la motivación y un sentido de logro a través de perfiles heterogéneos de los estudiantes.

Finalmente, la metodología es transferible y escalable entre contextos de países socios porque se basa en denominadores comunes:

- (i) Principios de economía circular y gestión de residuos alineados con la UE;
- (ii) recursos y plantillas de aprendizaje reutilizables, y;
- (iii) un marco práctico coherente apoyado por la herramienta de aprendizaje RockChain.

Esto permite replicarla en diferentes entornos organizativos (pymes, asociaciones sectoriales, centros de formación) y permite que futuras iteraciones del currículo incorporen nuevos datos sectoriales, normativas en evolución y componentes digitales más avanzados. En conjunto, el WP2-A4 proporciona una base pedagógica coherente para lograr un impacto medible: mayor concienciación sobre sostenibilidad, mayor



preparación digital y una mayor capacidad para diseñar prácticas circulares y trazables de gestión de residuos en la industria de la piedra ornamental.