



# PR1-T3 Contenidos Básicos

## Módulo 4: Blockchain en la Cadena de Suministro y la Logística

Autor: MEAG

ID DEL PROYECTO:

<b>Acuerdo de subvención</b>	2021-1-IE01-KA220-VET-000032943
<b>Programa</b>	Erasmus+
<b>Acción clave</b>	KA220-VET — Asociaciones de cooperación en educación y formación profesionales
<b>Campo</b>	Educación y formación profesional
<b>Acrónimo del proyecto</b>	TrainChain
<b>Título del proyecto</b>	TrainChain — Blockchain Training for Start Ups
<b>Fecha de inicio del proyecto</b>	28/02/2022
<b>Duración del proyecto</b>	24 meses
<b>Fecha de finalización del proyecto</b>	27/02/2024

*Descargo de responsabilidad: Este proyecto se financia con el apoyo de la Comisión Europea. La información y las opiniones expuestas en este documento son de los autores y no reflejan necesariamente la opinión oficial de la Comisión Europea. Tampoco las instituciones de la Unión Europea ni ninguna persona que actúe en su nombre podrán ser consideradas responsables del uso, que puede hacerse de la información contenida en las mismas.*

## HISTORIAL DE REVISIONES

Versión	Fecha	Autor	Descripción	Medidas de acción	Páginas
1.0	31/07/2022	CCSDE	Creación	C	8
2.0	31/12/2022	MEAG	Insertar	I	39

(\*) Acción: C = Creación, I = Insertar, U = Actualización, R = Reemplazar, D = Eliminar

## DOCUMENTOS DE REFERENCIA

ID	Referencia		Título
1	2021-1-IE01-KA220-VET-000032943		Acuerdo de TrainChain
2			

## DOCUMENTOS APLICABLES

ID	Referencia		Título
1			
2			

## Contenido

1. Introducción .....	5
1.1 Descripción del módulo .....	6
1.2 Objetivos del módulo .....	6
1.3 Objetivos de aprendizaje .....	6
1.4 Resultados de aprendizaje .....	7
2. Blockchain en la cadena de suministro y logística .....	7
2.1 Estado del arte: Situación actual y problemas existentes .....	7
2.2 ¿Cómo se puede utilizar blockchain en la cadena de suministro? .....	13
2.3 ¿Qué oportunidades ofrece blockchain en la cadena de suministro y la logística? .....	19
2.4 Implementaciones de la vida real con detalles. ....	23
3. Evaluación del conocimiento .....	38
4. Referencias .....	39

## 1. Introducción

Una cadena de suministro blockchain puede ayudar al precio récord del participante, la fecha, la ubicación, la calidad, la certificación y otra información relevante para administrar de manera más efectiva la cadena de suministro. La disponibilidad de esta información dentro de blockchain puede aumentar la trazabilidad de la cadena de suministro de materiales, reducir las pérdidas del mercado de falsificaciones y grises, mejorar la visibilidad y el cumplimiento sobre la fabricación subcontratada de contratos, y potencialmente mejorar la posición de una organización como líder en fabricación responsable.

Las innovaciones impulsadas por blockchain en la cadena de suministro tendrán el potencial de ofrecer un tremendo valor comercial al aumentar la transparencia de la cadena de suministro, reducir el riesgo y mejorar la eficiencia y la gestión general de la cadena de suministro.

Blockchain puede permitir un seguimiento de extremo a extremo más transparente y preciso en la cadena de suministro: Las organizaciones pueden digitalizar los activos físicos y crear un registro inmutable descentralizado de todas las transacciones, lo que permite realizar un seguimiento de los activos desde la producción hasta la entrega o el uso por parte del usuario final. Esta mayor transparencia de la cadena de suministro proporciona más visibilidad tanto a las empresas como a los consumidores.

Blockchain puede impulsar una mayor transparencia en la cadena de suministro para ayudar a reducir el fraude de bienes de alto valor, como diamantes y medicamentos farmacéuticos. Además, Blockchain podría ayudar a las empresas a comprender cómo se pasan los ingredientes y los productos terminados a través de cada subcontratista y reducir las pérdidas de ganancias del comercio de productos falsificados y grises, así como aumentar la confianza en los usuarios del mercado final al reducir o eliminar el impacto de los productos falsificados.

Asimismo, las empresas pueden mantener un mayor control sobre la fabricación subcontratada. Blockchain proporciona a todas las partes dentro de una cadena de suministro respectiva acceso a la misma información, lo que podría reducir los errores de comunicación o transferencia de datos. Se puede dedicar menos tiempo a validar los

datos y se puede gastar más en la entrega de bienes y servicios, ya sea mejorando la calidad, reduciendo el costo o ambos.

## 1.1 Descripción del módulo

En este módulo aprenderás sobre cómo se puede aplicar la tecnología blockchain a la cadena de suministro y la logística, y estará estructurado de la siguiente manera;

1. ¿Cuál es la situación actual en el campo y qué problemas existen?
2. ¿Cómo se puede utilizar blockchain en la práctica? ¿Qué problemas abordaría?
3. Implementaciones de la vida real con detalles en los que el usuario puede inspirarse.
4. Recursos propuestos (a dónde voy a partir de aquí).

## 1.2 Objetivos del módulo

1. Conocer el tipo de información que blockchain puede almacenar y comprender cómo esto puede mejorar la cadena de suministro y la logística,
2. Comprender los obstáculos actuales a la adopción de esta tecnología,
3. Examinar los usos actuales y los estudios de casos,
4. Identificar las siguientes etapas de desarrollo y hoja de ruta para la tecnología,
5. Destacar las oportunidades emergentes,
6. Remitir al lector a otras fuentes de información,
7. Estimar el horizonte temporal para la evolución útil,
8. Identificar a los actores clave en el sistema ecológico,
9. Identificar variaciones por sector, industria o ubicación geográfica.

## 1.3 Objetivos de aprendizaje

Crear conciencia de los enormes beneficios utilizando la tecnología y motivar a los estudiantes a profundizar, entender, diseñar y aplicar tales soluciones, que les darán formas, primero para sobrevivir, y luego para vencer a la competencia no ética/ilegal.

1. Crear conciencia de los beneficios,
2. Destacar los aprendizajes de estudios de casos anteriores,

3. Compartir información sobre la dirección de la tecnología.

## 1.4 Resultados de aprendizaje

Comprender dónde encajan estas soluciones en su negocio y qué ventajas tienen. Poder analizar y diseñar una hoja de ruta para implementar una solución en su entorno. Poder entender los escenarios de la vida real frente a propuestas demasiado prometedoras al implementar una solución con expertos externos.

Poder evaluar el potencial de las tendencias emergentes en este espacio.

## 2. Blockchain en la cadena de suministro y logística

### 2.1 Estado del arte: Situación actual y problemas existentes

#### Introducción de la cadena de suministro

Uno de los modelos de referencia clave para la cadena de suministro es el modelo de referencia de operaciones de la cadena de suministro (SCOR, en inglés) desarrollado por la Asociación para la Gestión de la Cadena de Suministro (APICS, en inglés). Este modelo identifica los seis procesos primarios de la cadena de suministro como:

#### **Planificación**

Los procesos de “Planificación” describen las actividades asociadas con el desarrollo de planes para operar la cadena de suministro. Estos incluyen la determinación de los requisitos, la recopilación de información sobre los recursos disponibles, el equilibrio de los requisitos y los recursos para determinar las capacidades planificadas y las brechas en la demanda o los recursos, y la identificación de medidas para corregir estas deficiencias.

## **Aprovisionamiento**

Los procesos "Aprovisionamiento" describen las actividades asociadas con el pedido, la entrega, recepción y transferencia de artículos de materia prima, subconjuntos, productos o servicios. Estos incluyen la emisión de órdenes de compra, la programación de entregas, la recepción de pedidos, la validación de pedidos, el almacenamiento de mercancías y la aceptación de facturas de proveedores. Con la excepción de la obtención de productos o servicios de ingeniería a pedido, todos los procesos de identificación, calificación y negociación de contratos del proveedor no se incluyen en los elementos del proceso Fuente. En su lugar, véase ASCM DCOR.

## **Manufactura**

Los procesos "Manufactura" describen las actividades asociadas con la conversión de materiales o la creación de contenidos para servicios. Estos incluyen ensamblaje, procesamiento químico, mantenimiento, reparación, revisión, reciclaje, reacondicionamiento, fabricación y otros tipos comunes de procesos de conversión de materiales.

## **Distribución**

Los procesos de "Distribución" describen las actividades asociadas con la creación, mantenimiento y cumplimiento de los pedidos de los clientes. Estos incluyen recibir, validar y crear pedidos de clientes; programación de entregas de pedidos; recolección, embalaje y envío; y facturación a clientes.

## **Devolución**

Los procesos de "Devolución" describen las actividades asociadas con el flujo inverso de mercancías. Estos incluyen la identificación de los artículos que deben ser devueltos, la decisión sobre el método adecuado de disposición, la programación de la devolución, y el envío y la recepción de los bienes devueltos. Los procesos de reparación, reciclaje, renovación y remanufacturación no se describen utilizando elementos del proceso Retorno. En su lugar, véase "Manufactura".



## Facilitadores

Los procesos “Facilitadores” describen las actividades asociadas a la gestión de la cadena de suministro. Estos incluyen la gestión de reglas de negocio, la gestión del rendimiento, la gestión de datos, la gestión de recursos, la gestión de instalaciones, la gestión de contratos, la gestión de redes de la cadena de suministro, la gestión del cumplimiento normativo, la gestión de riesgos y la adquisición de la cadena de suministro.

## Introducción a la logística

La logística es una parte fundamental de la gestión de la cadena de suministro. Consiste en la organización y gestión de los flujos de bienes relacionados con la compra, la producción, el almacenamiento, la distribución y la eliminación, reutilización e intercambio de productos, así como la prestación de servicios de valor añadido.

## Introducción de blockchain

Blockchain es una tecnología de sistemas distribuidos. Las actualizaciones al libro mayor se aplican mediante nodos distribuidos. Cuando las actualizaciones en un bloque de la cadena son aceptadas por la mayoría de todos los nodos de la cadena, el bloque está comprometido con la cadena y no se pueden modificar. El algoritmo de consenso que determina la mayoría de los nodos varía de blockchain a blockchain. Los nodos son independientes y, por lo tanto, el control de la cadena está descentralizado.

Hay dos modelos líderes para validar un bloque en la cadena, *proof-of-work* y *proof-of-stake*. Sin embargo, también existen otros modelos.

Las tecnologías blockchain pueden estar basadas en permisos o sin permiso, siendo una blockchain basada en permisos la que proporciona controles adicionales sobre el acceso de lectura y escritura a los datos.

## Tendencias emergentes en Blockchain

Existe una tendencia hacia el protocolo *proof-of-stake* en blockchain para reducir las emisiones de carbono asociadas con el de *proof-of-work*.

El concepto de cadenas laterales se ha adoptado para proporcionar flexibilidad para fines específicos que la cadena de bloques de apoyo no lo hace. Una cadena lateral consiste en una cadena de bloques que a varios intervalos se intercala con una cadena de bloques madre. Esto permite que la cadena de bloques principal se use para validar todos los bloques en la cadena lateral hasta el punto de cada interleaf con la cadena madre. La cadena lateral tendrá sus propios nodos de validación y método de consenso.

Se están desarrollando Blockchains de capa 2, que interactúan con blockchains de capa 1 como Bitcoin y Ethereum. Las cadenas de bloques de capa 2 tienen canales o puentes a las cadenas de bloques de capa 1 que permiten que las transacciones (resumen) en la cadena de bloques de capa 2 sean validadas por la cadena de bloques de capa 1.

Los contratos inteligentes en la cadena de bloques permiten la emisión de tokens de esos contratos. Los tokens difieren de las criptomonedas principalmente en que una criptomoneda está integrada en el protocolo nativo de la cadena de bloques de soporte, mientras que los tokens dependen de los contratos inteligentes que se ejecutan en la cadena de bloques de soporte.

## Barreras para el despliegue de Blockchain en la cadena de suministro

Los siguientes problemas están ralentizando la adopción de blockchain para su uso en las cadenas de suministro:

### Impacto ambiental y climático.

Existe una creciente preocupación por el impacto ambiental y climático de las tecnologías blockchain. La prueba de protocolos basados en el trabajo requiere

nodos para ejecutar operaciones matemáticas complejas para validar los bloques en la cadena. La ejecución de las operaciones matemáticas en el nodo consume energía eléctrica que debe generarse en la región en la que reside el nodo. En muchos casos, esta energía proviene de fuentes no renovables, lo cual significa que blockchain contribuye al cambio climático. La transición a la prueba de protocolos *proof-of-stake* se promueve como una solución a este problema.

### Falta de normalización

Hay muchas tecnologías de blockchain competidoras e incluso más soluciones basadas en algunas de las conocidas cadenas de bloques de capa 1. El hecho de que no haya un líder claro en el campo puede ralentizar la adopción de las tecnologías por parte de organizaciones adversas al riesgo, que pueden esperar hasta que el mercado haya madurado.

### Reputación de la tecnología

La aplicación más conocida de la tecnología blockchain es la criptomoneda llamada Bitcoin. Ha habido una serie de problemas ampliamente reportados relacionados con bitcoin que han estado dañando la reputación de blockchain como tecnología. Los ejemplos de estas cuestiones son:

- Uso de bitcoin como mecanismo de pago para empresas criminales debido a la falta de trazabilidad. La mayoría de los ataques de *ransomware* solicitan pago en los mercados negros basados en bitcoin y en Internet. Como ejemplo, el mercado de Silk Road utiliza Bitcoin como un mecanismo de pago.
- Inversiones *pump and dump* (inflar y tirar). Ha habido numerosos casos de nuevas cadenas de bloques o tokens de cadena de bloques que se lanzan sin una función clara (aparte de atraer a los inversores) en el lanzamiento inicial y, después del lanzamiento, los fundadores retiran los fondos del proyecto.
- Volatilidad de las inversiones en criptomonedas. Las criptomonedas basadas en la tecnología blockchain han sido el objetivo de la inversión especulativa en todo

el mundo durante la última década. Estas inversiones han sido altamente volátiles, con ganancias y pérdidas significativas registradas por los inversores.

### Estabilidad de la tecnología

Ha habido una serie de casos en los que las tecnologías que soportan las cadenas de bloques han sido hackeadas, lo que ha generado preocupaciones sobre su seguridad. En particular, las carteras de criptomonedas y los intercambios de criptomonedas han sido los objetivos de estos ataques. En la mayoría de los casos, los protocolos de blockchain subyacentes han demostrado ser robustos.

### Seguridad jurídica

Las tecnologías blockchain han existido durante la última década y los marcos legales y la jurisprudencia para apoyar a las organizaciones que las están adoptando para los procesos comerciales todavía están tomando forma. La falta de marcos claros y de precedentes legales reduce la adopción de la tecnología en ciertos campos y geografías.

## Actores clave

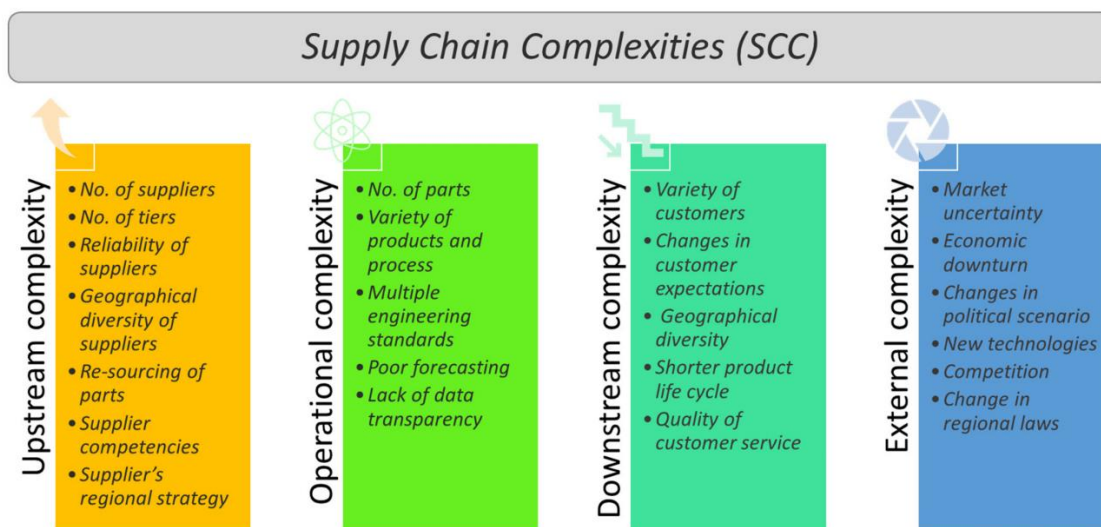
Los estudios de caso examinados en esta investigación indican que las dos soluciones prevalentes para soluciones de cadena de suministro basadas en blockchain son HyperLedger y Ethereum. Esto es consistente con otros hallazgos de investigación como *[Lohmer, da Silva, Lasch]*.

## Industria/variaciones sectoriales

Destacar las industrias o sectores que están en diferentes estados de adopción.

## 2.2 ¿Cómo se puede utilizar blockchain en la cadena de suministro?

En esta sección examinaremos las características de blockchain que la hacen útil en casos de uso logístico y de cadena de suministro. A continuación, exploraremos cómo esas características permiten una funcionalidad útil para la cadena de suministro y los procesos logísticos.



*Ilustración 1: Supply chain complexity categories and their drivers.*

Open source from MDPI publication: Influence of Blockchain Technology in Manufacturing Supply Chain and Logistics  
<https://www.mdpi.com/2305-6290/6/1/15>

### Intercambio de información

La naturaleza distribuida de la tecnología blockchain actúa como un mecanismo para hacer que la información sobre la cadena de bloques esté disponible para todos los nodos con acceso a la cadena de bloques. Esto es útil en la cadena de suministro y la logística, ya que cuando un bloque que contiene información está comprometido con la cadena, esa información está disponible inmediatamente para todos los demás nodos. Esto puede permitir la difusión de información verificable entre las partes que participan en una cadena de suministro o en un proceso logístico.

### Trazabilidad

Una de las características principales de la tecnología blockchain es que cuando un bloque está comprometido con la cadena, ese bloque y los bloques anteriores en la cadena no se pueden alterar. Esto da lugar a la inmutabilidad de la información en la cadena de bloques. El beneficio de esto en los casos de uso de la cadena de suministro es que una vez que la información está comprometida con la cadena de bloques, se conserva para siempre y se puede verificar en su estado original. Esto es útil en los casos en que se requiere trazabilidad o verificación de los datos.

### Transparencia

La accesibilidad de la información que se almacena en la cadena de bloques para todas las partes aporta transparencia a los procesos que se construyen utilizando blockchain. Cada parte puede acceder de forma independiente a los datos y confirmar los detalles de una transacción. Esto reduce la oportunidad de una parte en una cadena de suministro o proceso logístico de ocultar información que tendría un impacto negativo en ellos o comprometer los intereses de otra parte. La accesibilidad de la información se puede controlar en blockchains que proporcionan un modelo de permisos que determina quién tiene acceso a qué datos.

### Eficiencia

A medida que se digitalizan cada vez más procesos, el flujo rápido y eficiente de información entre las partes se está convirtiendo en una necesidad. Las tecnologías blockchain apoyan esto al facilitar la transmisión de datos de manera eficiente. Cuando una parte carga información sobre la cadena y el bloque que contiene esos datos se verifica y se compromete a la cadena, los datos están disponibles para todas las demás partes que acceden a la cadena para alimentar sus procesos digitales.

### Actualizaciones rápidas

La naturaleza en línea de la cadena de bloques permite que las actualizaciones se apliquen a la cadena de bloques en tiempo casi real, sujeto al algoritmo de consenso de la cadena de bloques. Este es un beneficio significativo sobre los procesos cuando una parte centralizada puede necesitar aceptar datos y realizar un proceso de verificación antes de publicarlos a todas las partes interesadas.

### Desintermediación

La capacidad de los participantes en la cadena de bloques de colaborar directamente da lugar al concepto de desintermediación. Esto significa que se elimina una o más partes intermedias de un proceso comercial. Por ejemplo, si se confía en la cadena de bloques para verificar que un documento es auténtico, entonces un tercero ya no está obligado a validar esta información. Esto permite que los procesos en una cadena de suministro sean más eficientes a medida que participan menos partes.

### Confianza

El control descentralizado que proporcionan los protocolos blockchain permite a todas las partes confiar en la información almacenada en la cadena de bloques. La información cargada a la cadena de bloques es el registro que ha sido acordado por el protocolo de consenso que la cadena de bloques utiliza para comprometer bloques a la cadena. Cualquier nodo que use la cadena de bloques puede descargar un bloque y garantizar que la información en ese bloque es el registro verificado de transacciones en la cadena. Esto es beneficioso para la cadena de suministro y los procesos logísticos en los que, de lo contrario, podría ser necesario consultar a un tercero central para verificar la información.

### Seguridad y Privacidad

La confidencialidad, integridad y disponibilidad de los datos son los tres principios clave de la seguridad de la información. La fortaleza fundamental de los protocolos blockchain está en la protección de la integridad de los datos almacenados en la cadena de bloques. Una vez que un bloque es verificado y comprometido con la cadena, ya no se puede cambiar o dañar de ningún modo, protegiendo así la integridad de esos datos.

La disponibilidad de datos en la cadena de bloques está protegida a través de la naturaleza distribuida de los nodos en la cadena. La cadena de bloques no depende de ningún punto central cuyo fracaso haría que los datos no estuvieran disponibles. Si los nodos se distribuyen en todo el mundo, la cadena de bloques sería resistente incluso a una gran interrupción geográfica de los nodos.

La confidencialidad se puede mantener en las cadenas de bloques que admiten modelos basados en permisos.

### Inmutabilidad

La naturaleza inmutable de los datos en la cadena de bloques y el registro accesible que crea es beneficioso en la verificación del cumplimiento a través de la cadena de suministro y los procesos logísticos. Los datos pueden ser verificados por cada parte en el proceso, así como por cualquier organismo legal o regulador que tenga la necesidad de verificar y acceder a esos datos.

### Transacciones verificadas

En los procesos de la cadena de suministro a menudo es necesario verificar que una parte ha completado una tarea en un momento determinado o con un estándar en particular. Los protocolos blockchain pueden soportar esto al permitir que la parte envíe información a la cadena de bloques que confirme la finalización de una actividad. Esta información se distribuye a todos los demás nodos en la cadena de bloques y no puede ser repudiada por la parte original.

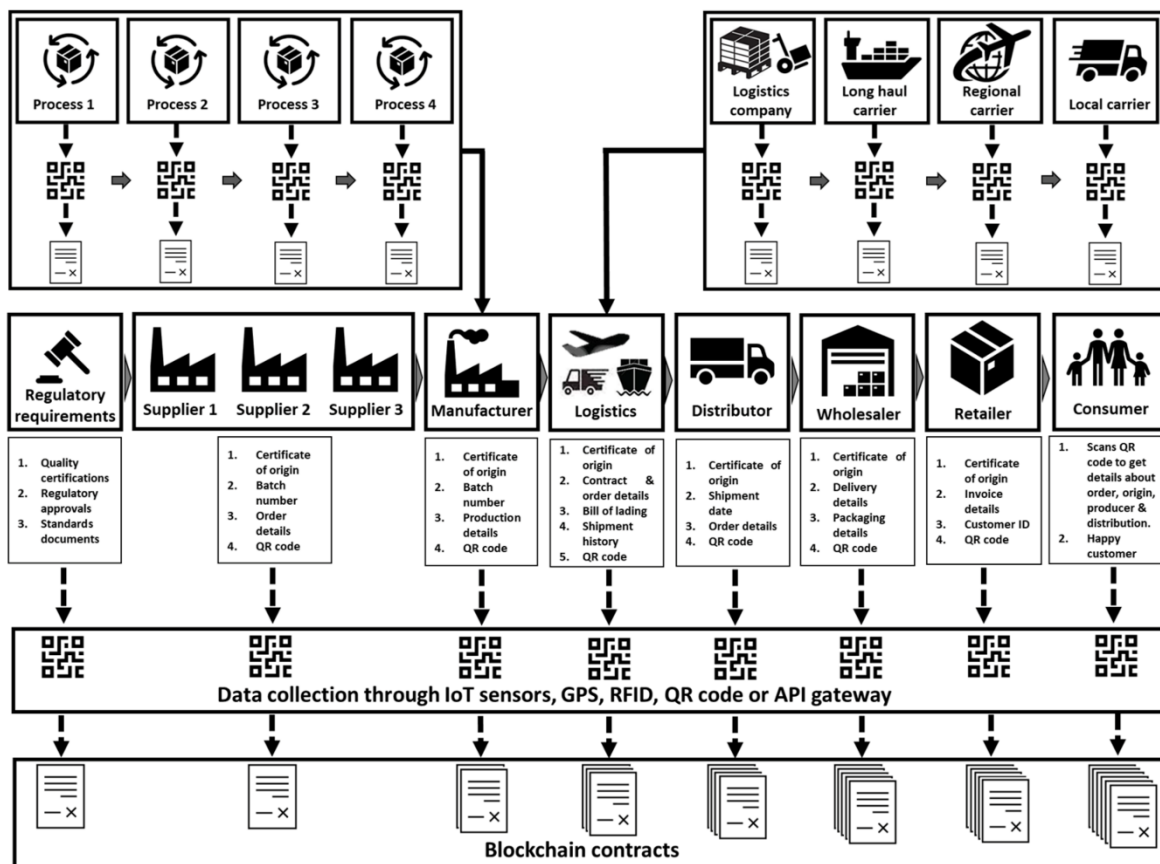


### Escalabilidad

La mayoría de los protocolos blockchain están diseñados para soportar un gran número de nodos conectados a la cadena. Esto permite que los procesos apoyados por la cadena de bloques se escalan a cientos de millones de nodos y miles de millones de transacciones. El hecho de que un nodo centralizado no sea responsable de validar cada nodo o transacción significa que la cadena de bloques no tiene un cuello de botella inherente que limitaría los procesos que son compatibles con él.

### Contratos inteligentes

Ciertas tecnologías blockchain admiten contratos inteligentes. Los contratos inteligentes consisten en una lógica de software que se ejecuta en la cadena de bloques. Los Smart Contracts pueden completar tareas como la transferencia de criptomonedas de una cuenta a otra cuando se produce un desencadenante en particular. Por lo tanto, su uso puede automatizar tareas dentro de una cadena de suministro que anteriormente habría requerido una intervención externa. Por ejemplo, puede desencadenar el pago cuando un envío llega a un lugar en particular.



*Illustration 2: Blockchain technology in manufacturing supply chain and logistics.*

Open resource from MDPI publication: Influence of Blockchain Technology in Manufacturing Supply Chain and Logistics

<https://www.mdpi.com/2305-6290/6/1/15>

## 2.3 ¿Qué oportunidades ofrece blockchain en la cadena de suministro y la logística?

La sección anterior examinó cómo las características específicas de blockchain habilitaban la funcionalidad que era de valor en los procesos de cadena de suministro y logística. En esta sección se proporcionarán ejemplos de las oportunidades creadas por esta funcionalidad y cómo se puede combinar con otras tecnologías para aportar valor a la cadena de suministro y los procesos logísticos existentes.

Las tecnologías de soporte para blockchain son identificación automática, robótica, computación en la nube, Internet de las cosas (IOT) e Inteligencia Artificial. Cada una de estas tecnologías trae una capacidad que cuando se combina con blockchain puede mejorar la digitalización de los procesos. Estas tecnologías se introducen brevemente a continuación:

- Las tecnologías de identificación automática permiten a un sistema informático reconocer un objeto en el mundo físico y desencadenar una acción en el mundo digital. Ejemplos de tecnologías de identificación automática son los códigos de barras, las etiquetas RFID (identificación por radiofrecuencia), o los códigos QR (respuesta rápida).
- Los robots son máquinas automatizadas capaces de interactuar con el mundo físico de forma independiente y realizar acciones complejas. Las capacidades y la complejidad de los robots están mejorando continuamente y ya se han implementado ampliamente a lo largo de los procesos de la cadena de suministro y logística.
- La computación en la nube es un modelo de procesamiento de información donde los recursos informáticos se agrupan y sus capacidades de procesamiento se comparten entre los usuarios que acceden al sistema de forma remota a través de Internet. Hay muchos tipos de despliegues de

computación en la nube. Sin embargo, uno de los beneficios clave es la democratización del acceso a capacidades informáticas complejas como la inteligencia artificial. Esto permite que tanto las pequeñas como las grandes empresas tengan acceso a tecnologías avanzadas a un precio asequible.

- El Internet de las cosas (IOT) es el nombre que se aplica a un modelo informático donde los dispositivos de todo tipo se proporcionan con una conexión de red y se conectan a Internet. En efecto, esto significa que objetos como barcos, robots, camiones, luces y sensores pueden conectarse a Internet y enviar y recibir información en tiempo real. Esto facilita la automatización de los procesos y acelera la disponibilidad de informes y la consiguiente toma de decisiones.
- El objetivo de la Inteligencia Artificial es crear una máquina capaz de actuar de forma inteligente. Hay muchos subcampos dentro de la inteligencia artificial centrados en áreas como la visión por ordenador y el aprendizaje automático. Si bien hasta ahora no se ha logrado una inteligencia artificial de uso general, ha habido éxitos significativos en campos particulares. El resultado de esto es que los sistemas informáticos ahora tienen capacidades de ajuste y predicción de patrones muy sofisticadas que se pueden implementar para mejorar los procesos de negocio.

Los siguientes ejemplos demuestran dónde se pueden aplicar las capacidades de las tecnologías blockchain a la cadena de suministro y la logística para crear oportunidades para agregar valor o superar los desafíos existentes:

### **Oportunidades para mejorar el cumplimiento y la trazabilidad:**

Blockchain tiene el potencial de mejorar el cumplimiento en la industria mediante la creación de una base de datos compartida e inmutable de transacciones. Se podría crear una solución blockchain donde los movimientos de los materiales se marcan automáticamente y se registran utilizando el seguimiento RFID y los dispositivos IOT y se cargan en la cadena de bloques. Es concebible que en

industrias más sofisticadas se puedan adjuntar certificados de análisis u otra información relevante a esos registros para su posterior verificación. Este tipo de solución tiene valor para demostrar el cumplimiento ambiental, la trazabilidad de los alimentos o el rastreo hacia adelante para la eliminación de materiales de desecho. La solución también podría implementarse en casos de uso de la economía circular que rastreen el ciclo de vida completo de los materiales.

### **Oportunidades para reducir los costos de transacción:**

Los contratos inteligentes en la cadena de bloques brindan la oportunidad de reducir los costos de transacción al eliminar la intervención manual o el procesamiento durante las actividades logísticas. Por ejemplo, con la integración de dispositivos IOT en el proceso de envío, un transportista podría ser penalizado automáticamente por retrasos en el tránsito. El sensor IOT en el contenedor de envío podría actualizar su ubicación y no se cumple un hito en particular en el viaje de envío, se puede activar un contrato inteligente para ejecutar e incurrir en una penalización financiera para el transportista. Sin la presencia de una solución automatizada, se requiere un esfuerzo manual para facturar al transportista por esto y buscar un acuerdo.

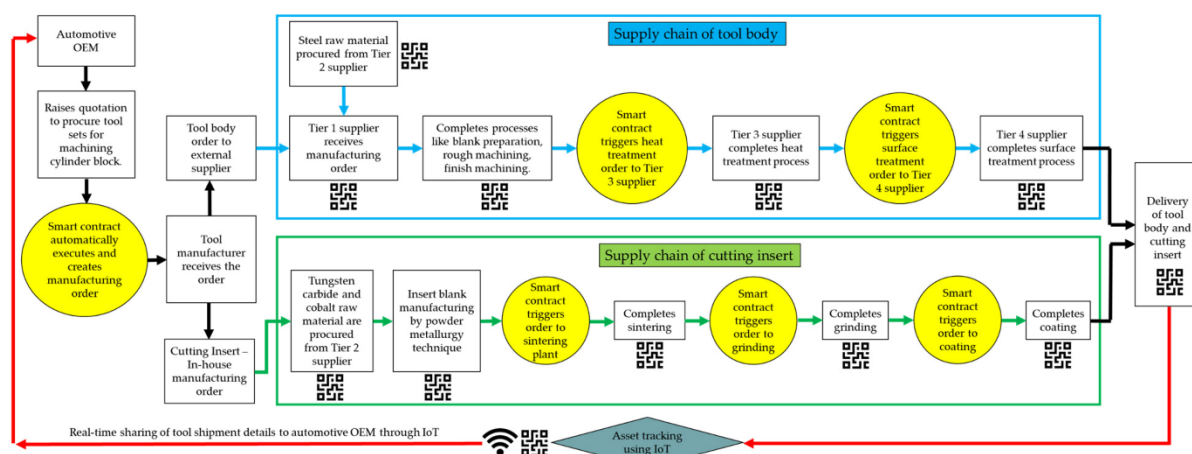
### **Oportunidades de colaboración, transparencia y desintermediación:**

El modelo de confianza distribuida de blockchain creará oportunidades para que las partes trabajen directamente donde previamente se hubieran requerido partes intermedias debido a la falta de confianza o para la verificación. Se podría crear una solución blockchain donde las partes se verifiquen de manera centralizada y luego se les dé acceso a una cadena de bloques en toda la industria. Toda actividad adicional entre las partes puede ser directa, ya que la identidad de la parte que sube información a la cadena de bloques puede ser confiable y las actividades registradas por esa parte en la cadena de bloques son verificadas e inmutables. Si la tecnología blockchain subyacente admite contratos inteligentes,

la lógica de los contratos se puede ejecutar automáticamente sin ninguna participación de terceros. La cadena de bloques también puede apoyar que la información esté ampliamente disponible en esta industria, como por ejemplo, el registro de cumplimiento ambiental de un fabricante.

### Oportunidades para la digitalización y automatización de procesos:

A medida que el uso de la tecnología impregna la cadena de suministro y los procesos de logística, la cadena de bloques se puede utilizar como puente para vincular cada etapa de una cadena de suministro. Una solución podría aplicarse para cuando un fabricante de materia prima suba información a la cadena de bloques sobre lotes de materias primas mientras las carretillas elevadoras robóticas cargan el material en camiones autónomos. Mientras este envío se transporta a su destino, el análisis de laboratorio del producto durante su fabricación se adjunta al registro del material en la cadena de bloques, permitiendo así a la parte receptora ajustar el sistema de planificación en la fábrica. El envío se puede rastrear en su viaje a la fábrica, en la entrega del producto se actualiza en las existencias y se ejecuta un contrato inteligente para transferir los fondos para la entrega. A medida que más partes de la cadena de suministro se automatizan con robótica, la cadena de bloques puede proporcionar un registro verificable y una marca de tiempo de actividades.



*Illustration 3: Flow of supply chain information between OEM, tool manufacturer, and suppliers.*

Open resource from MDPI publication: Influence of Blockchain Technology in Manufacturing Supply Chain and Logistics

<https://www.mdpi.com/2305-6290/6/1/15>

## 2.4 Implementaciones de la vida real con detalles.

### Walmart Canadá

<b>Proyecto</b>	Walmart Canadá
<b>Las Partes Principales</b>	Walmart DLT Labs
<b>Industria</b>	Retail/Logística
<b>Ubicación</b>	Canadá
<b>Tecnología blockchain</b>	Hyperledger Fabric
<b>Público/Privado</b>	Privado
<b>Activo/Completado</b>	Activo
<b>Resumen</b>	
<b>Lectura adicional</b>	<a href="https://www.hyperledger.org/learn/publications/dltlabs-case-study">https://www.hyperledger.org/learn/publications/dltlabs-case-study</a>

### Chronicled/Mediledger

<b>Proyecto</b>	Chronicled/Mediledger
<b>Las Partes Principales</b>	
<b>Industria</b>	Médica
<b>Ubicación</b>	EE.UU.
<b>Tecnología blockchain</b>	Parity Substrate
<b>Algoritmo de consenso</b>	Prueba de conocimiento cero (Zero Knowledge Proof)
<b>Público/Privado</b>	Privado
<b>Modelo de permisos</b>	Con permiso
<b>Activo/Completado</b>	Activo
<b>Resumen</b>	MediLedger Network combina una red segura de mensajería <i>peer-to-peer</i> y una red blockchain descentralizada para conectar a socios comerciales.

	<p>MediLedger se lanzó en 2017 para comprender cómo blockchain, emergente en ese momento para el uso empresarial, podría beneficiar a la industria de Ciencias de la Salud de los Estados Unidos.</p>
<b>Lectura adicional</b>	<p><a href="https://www.u4.no/publications/safeguarding-the-covid-19-vaccine-distribution-evaluating-the-role-of-blockchain.pdf">https://www.u4.no/publications/safeguarding-the-covid-19-vaccine-distribution-evaluating-the-role-of-blockchain.pdf</a></p> <p><a href="https://substrate.io/ecosystem/projects/">https://substrate.io/ecosystem/projects/</a></p>

### PharmaLedger

<b>Proyecto</b>	PharmaLedger
<b>Las Partes Principales</b>	Consorcio de 29 empresas farmacéuticas líderes
<b>Industria</b>	Cuidado de la salud
<b>Ubicación</b>	Europa
<b>Tecnología blockchain</b>	Múltiple, incluyendo HyperLedger Fabric y ConsenSys Quorum
<b>Público/Privado</b>	Privado
<b>Modelo de permisos</b>	Con permiso
<b>Activo/Completado</b>	Investigación activa/Pilot
<b>Resumen</b>	<p>La visión para el proyecto PharmaLedger es crear una plataforma de blockchain escalable validada a través de casos de uso de referencia en la cadena de suministro, ensayos clínicos y datos de salud que sirvan a los creadores de tendencias en la industria, lo que permitirá implementación en primeros usuarios.</p> <p>Patrocinado por la Iniciativa de Medicamentos Innovadores (IMI) y la Federación Europea de Industrias y Asociaciones Farmacéuticas (EFPIA) en el</p>



	<p>marco del programa Horizonte 2020, PharmaLedger es un proyecto de 36 meses que reúne a 12 compañías farmacéuticas globales y 17 entidades públicas y privadas. El proyecto debe concluir a finales de 2022.</p> <p>El objetivo del proyecto es proporcionar una plataforma ampliamente confiable que apoye el diseño y la adopción de soluciones de atención médica habilitadas para blockchain al tiempo que acelera la entrega de innovación que beneficia a todo el ecosistema, desde fabricantes hasta pacientes.</p> <p>Un ejemplo de caso de uso es la información electrónica del producto (ePI), cuyo objetivo es digitalizar las hojas de información del producto contenidas en las cajas de medicamentos. Los pacientes podrían acceder a ePI a través de una aplicación móvil escaneando el código de barras de un paquete de medicamentos. La aplicación puede mostrar valiosas actualizaciones sobre retiradas de lotes, la fecha de caducidad o incluso cheques falsificados para verificar que el medicamento dado es auténtico.</p>
<b>Lectura adicional</b>	<a href="https://pharmaledger.eu/">https://pharmaledger.eu/</a>

Provenance

<b>Proyecto</b>	Provenance.org
<b>Las Partes Principales</b>	
<b>Industria</b>	Tecnología de Marketing de Sostenibilidad
<b>Ubicación</b>	Europa
<b>Tecnología blockchain</b>	Ethereum
<b>Algoritmo de consenso</b>	
<b>Público/Privado</b>	
<b>Miembros de la Comisión</b>	
<b>Modelo de permisos</b>	
<b>Activo/Completado</b>	Activo
<b>Resumen</b>	
<b>Lectura adicional</b>	

### Skuchain

<b>Proyecto</b>	Skuchain
<b>Las Partes Principales</b>	
<b>Industria</b>	Finanzas en la Cadena de Suministro
<b>Ubicación</b>	
<b>Tecnología blockchain</b>	Hyperledger Fabric
<b>Público/Privado</b>	
<b>Modelo de permisos</b>	
<b>Activo/Completado</b>	
<b>Resumen</b>	<p>El SkuChain Currency Agnostic Blockchain vincula la gestión de adquisiciones y contratos, los arreglos de financiación, el control directo de la empresa de los pagos corporativos y el seguimiento de inventario de una manera edificable.</p> <p>Skuchain ha desplegado soluciones en las industrias aeroespacial, automotriz, energética, electrónica,</p>

	<p>minera y mineral, alimentación y agricultura, servicios financieros, seguros y materias primas.</p> <p>Skuchain aborda los problemas de la cadena de suministro, incluyendo:</p> <p>Visibilidad: con el intercambio seguro de datos con cifrado a nivel de campo, los clientes de SkuChain tienen la capacidad de recopilar datos y realizar un seguimiento de inventario en múltiples niveles de la cadena de suministro, mejorando el control sobre los horarios de producción y el origen y calidad de las materias primas.</p> <p>Flujo de efectivo: Escalando Control y Finanzas de Inventario (ICF), seguro marítimo y de carga y oportunidades de seguro de crédito en la cadena de bloques, SkuChain proporciona a los proveedores alivio del activo corriente y flujo de efectivo al mayor costo del capital en la cadena de suministro. Los compradores a su vez mitigan el riesgo del proveedor, inyectan liquidez en su cadena de suministro y reducen el costo de los bienes.</p> <p>Flexibilidad de JIT: Las tecnologías de aplicación de contratos inteligentes de Skuchain Popcodes y Brackets se integran a través de la cadena de bloques para coordinar el movimiento del inventario y las transacciones de la cadena de suministro, evitando la acumulación de exceso de inventario en almacenes y en balances.</p>
--	--

<b>Lectura adicional</b>	<a href="https://www.skuchain.com/">https://www.skuchain.com/</a>
--------------------------	---

## TradeLens

<b>Proyecto</b>	TradeLens
<b>Las Partes Principales</b>	Maersk
<b>Industria</b>	Logística
<b>Ubicación</b>	A nivel mundial
<b>Tecnología blockchain</b>	IBM Blockchain
<b>Público/Privado</b>	
<b>Modelo de permisos</b>	Con permiso
<b>Activo/Completo</b>	Activo
<b>Resumen</b>	<p>La plataforma TradeLens ha sido desarrollada conjuntamente por Maersk e IBM y cuenta con el apoyo de los principales operadores que cubren más del 60 % del comercio mundial en contenedores.</p> <p>TradeLens es una plataforma de la industria abierta y neutral respaldada por la tecnología blockchain, apoyada por los principales actores de la industria naviera global. La plataforma promueve el intercambio de información eficiente, transparente y seguro con el fin de fomentar una mayor colaboración y confianza en toda la cadena de suministro global.</p> <p>Los datos de TradeLens se publican directamente desde la fuente para que las personas adecuadas puedan administrar de forma segura su cadena de suministro en tiempo real. TradeLens</p>

	<p>desglosa los datos duraderos y los silos de procesamiento que existen entre los socios comerciales y simplifica el flujo de documentación que acompaña a cada envío.</p> <p>TradeLens se puede entender en tres componentes: El Ecosistema, la Plataforma y el Mercado de Aplicaciones y Servicios. Cada parte desempeña un papel distinto al permitir que los miembros de TradeLens obtengan el mayor valor para sus negocios.</p> <p>Un mercado abierto de aplicaciones y servicios permite tanto a TradeLens como a terceros publicar servicios adecuados en la parte superior de la plataforma TradeLens, fomentando la innovación en la cadena de suministro y la creación de valor.</p> <p>La plataforma TradeLens es accesible a través de una API abierta y reúne el ecosistema a través de un conjunto de estándares abiertos. Impulsada por la tecnología blockchain Hyperledger Fabric y IBM Cloud, la plataforma permite a la industria compartir información y colaborar de forma segura.</p> <p>La fundación de TradeLens es su red de negocios: cargadores, transitarios de carga, puertos y terminales, transportistas marítimos, autoridades gubernamentales, agentes de aduanas y más. Cada entidad comparte información que se puede rastrear, almacenar y actuar en toda la plataforma durante el viaje de un envío.</p>
<b>Lectura adicional</b>	<a href="https://www.maersk.com/~media_sc9/maersk/solutions/digital-solutions/global-tradelens/tradelens_solution_brief.pdf">https://www.maersk.com/~media_sc9/maersk/solutions/digital-solutions/global-tradelens/tradelens_solution_brief.pdf</a>

## Vinturas

<b>Proyecto</b>	Vinturas
<b>Las Partes Principales</b>	Axess Logistics, NVD, Koopman Logistics Group y Autolink Group
<b>Industria</b>	Automoción
<b>Ubicación</b>	Europa
<b>Tecnología blockchain</b>	IBM Blockchain
<b>Público/Privado</b>	
<b>Modelo de permisos</b>	
<b>Activo/Completado</b>	Activo
<b>Resumen</b>	<p>Vinturas ha desarrollado una solución de red digital blockchain para la industria global de vehículos terminados. Proporciona una solución para el intercambio seguro de datos logísticos y técnicos dentro del sistema ecológico de vehículos terminados global.</p> <p>El beneficio del sistema es aportar transparencia a medida que el vehículo terminado se mueve a través de las etapas desde el fabricante hasta el cliente, como la logística y las aduanas. El cliente se beneficia de la información en tiempo real sobre el seguimiento y los fabricantes se benefician a través de una mayor visibilidad de la logística que mejora la planificación.</p>
<b>Lectura adicional</b>	<a href="https://www.vinturas.com/">https://www.vinturas.com/</a>

	<a href="https://www.ibm.com/blogs/client-voices/blockchain-brings-visibility-to-finished-vehicle-supply-chain/">https://www.ibm.com/blogs/client-voices/blockchain-brings-visibility-to-finished-vehicle-supply-chain/</a>
--	---

### Origin Trail

<b>Proyecto</b>	Origin Trail
<b>Las Partes Principales</b>	
<b>Industria</b>	
<b>Ubicación</b>	Europa
<b>Tecnología blockchain</b>	
<b>Público/Privado</b>	
<b>Modelo de permisos</b>	
<b>Activo/Completado</b>	Activo
<b>Resumen</b>	<p>Impulsada por varios instrumentos de financiación de la UE, la agricultura europea está en camino de ser más inteligente, más eficiente y más sostenible a través de la innovación digital continua y la investigación. Como parte de esta revolución agrícola digital, el protocolo OriginTrail apoya varias soluciones de cadena de suministro agroalimentaria de confianza dentro de consorcios de investigación e innovación a escala europea como SmartAgriHubs, DEMETER y The Food Safety Market (TheFSM).</p> <p>SmartAgriHubs es un proyecto a escala europea dirigido a la transformación digital de la agricultura europea a través del fomento de un ecosistema de innovación agrícola dedicado a la excelencia, la sostenibilidad y el éxito. Está financiado por la Unión</p>

	<p>Europea con 20 millones de euros y reúne a un consorcio de más de 160 socios. El protocolo OriginTrail es parte del experimento emblemático de innovación para la trazabilidad de las cadenas de suministro de productos lácteos y avícolas orgánicos, trayendo al mercado nuevas soluciones digitales.</p> <p>Demeter lidera la transformación digital del sector agroalimentario europeo a través de la rápida adopción de tecnologías avanzadas de IoT, ciencia de datos y agricultura inteligente, garantizando su viabilidad y sostenibilidad a largo plazo. Reúne a 60 socios de 18 países europeos y está financiado por la Unión Europea con 15 millones de euros. El protocolo OriginTrail permite pasaportes de productos de confianza para productos alimenticios en las cadenas de suministro de aves de corral y vino y está apoyando la interoperabilidad de la plataforma Demeter.</p> <p>El proyecto TheFSM está desarrollando una plataforma de datos industriales para dar un impulso digital a la forma en que se lleva a cabo la certificación alimentaria en Europa. Se basa en el poder del <i>big data</i> y las tecnologías de blockchain de última generación para crear un entorno virtual abierto y colaborativo que facilita el intercambio y la conexión de datos entre diferentes actores de seguridad alimentaria interesados en compartir información que es fundamental para la certificación. El proyecto, que reúne a 11 socios de ocho países de</p>
--	---



	<p>la UE, llevará a cabo extensas pruebas piloto con proveedores europeos de servicios de inspección y certificación. El proyecto cuenta con un presupuesto de 6,5 millones de euros. El protocolo OriginTrail permite el intercambio de datos confiable y seguro dentro de la plataforma para ayudar a crear un ecosistema de certificación transparente y alimentado por datos para cadenas de suministro de alimentos seguros.</p>
<b>Lectura adicional</b>	<p><a href="https://origintrail.io/">https://origintrail.io/</a></p> <p><a href="https://origintrail.io/case-studies/sustainable-agriculture">https://origintrail.io/case-studies/sustainable-agriculture</a></p>

### Everledger

<b>Proyecto</b>	Everledger
<b>Las Partes Principales</b>	
<b>Industria</b>	Transparencia en las Cadenas de Suministro Globales
<b>Ubicación</b>	
<b>Tecnología blockchain</b>	IBM Blockchain (HyperLedger Fabric)
<b>Público/Privado</b>	
<b>Modelo de permisos</b>	
<b>Activo/Completado</b>	Activo
<b>Resumen</b>	<p>Everledger es la compañía de transparencia digital, que proporciona soluciones tecnológicas para aumentar la transparencia en las cadenas de suministro globales.</p>

	<p>La plataforma de Everledger se basa en los fundamentos de las cadenas de bloques privadas, donde las empresas necesitan la capacidad de compartir datos de forma segura y aplicar contratos inteligentes, al tiempo que conservan la privacidad. Los datos se dividen en niveles de privacidad, por lo que una parte interesada puede retener atributos de datos confidenciales, al tiempo que permite la transparencia en otros.</p> <p>Everledger proporciona soluciones para una serie de industrias, incluyendo el arte, la batería, la moda, el vino y la industria del diamante. Por ejemplo, en la industria del diamante, la solución de Everledger Capture aprovecha blockchain e IoT para que los fabricantes, las casas de certificación y los minoristas puedan evidenciar el origen, la propiedad y las características de los productos y materiales que comercializan. Con acceso al registro de procedencia de un activo desde cualquier dispositivo, Everledger Capture permite a todos a lo largo de la cadena de suministro generar más confianza en su negocio. Hoy en día, los minoristas lo utilizan para descubrir activos como diamantes por su origen, desempeño ambiental y cadena de custodia legal (criterios previamente inaccesibles a escala para los compradores de diamantes).</p>
<b>Lectura adicional</b>	<a href="https://everledger.io/">https://everledger.io/</a>

## BanQu

<b>Proyecto</b>	BanQu
<b>Las Partes Principales</b>	Coca Cola
<b>Industria</b>	Economía circular
<b>Ubicación</b>	Sudáfrica
<b>Tecnología blockchain</b>	Ethereum
<b>Público/Privado</b>	
<b>Modelo de permisos</b>	
<b>Activo/Completado</b>	Activo
<b>Resumen</b>	<p>BanQu proporciona una plataforma blockchain para mejorar la trazabilidad y la equidad de la cadena de suministro. La plataforma se ha desplegado en una serie de proyectos en África, América Latina y Asia.</p> <p>Un ejemplo específico es un proyecto en colaboración con Coca-Cola en Sudáfrica para proporcionar trazabilidad para los envases. Los recolectores de residuos se registran en BanQu y tienen un registro verificable de sus transacciones con centros de recompra al recoger los envases de residuos. La transparencia y el registro permanente de la transacción beneficia tanto a los recolectores de residuos individuales como a Coca-Cola. El beneficio para el recolector de residuos incluye un registro verificable de sus ganancias, ya que muchas de estas personas no tienen una cuenta bancaria. El beneficio para Coca-Cola es la evidencia de la fuente de los materiales que se reciclan.</p>

	Además de este proyecto, Coca-Cola tiene otras iniciativas ambientales, sociales y de gobernanza (ESG) basadas en blockchain, incluido un proyecto con Diginex para monitorizar las condiciones de trabajo en su cadena de suministro.
<b>Lectura adicional</b>	<a href="https://banqu.co/use-cases/optimizing-the-circular-economy-coca-cola-and-banqu/">https://banqu.co/use-cases/optimizing-the-circular-economy-coca-cola-and-banqu/</a>  <a href="https://ellenmacarthurfoundation.org/tech-enablers-series/part-2">https://ellenmacarthurfoundation.org/tech-enablers-series/part-2</a>

### Circularise

<b>Proyecto</b>	Circularise
<b>Las Partes Principales</b>	Porsche, Circularise
<b>Industria</b>	Transparencia de la cadena de suministro — Gemelos Digitales
<b>Ubicación</b>	Europa
<b>Tecnología blockchain</b>	Ethereum
<b>Público/Privado</b>	
<b>Modelo de permisos</b>	
<b>Activo/Completado</b>	Piloto
<b>Resumen</b>	<p>Circularise y Porsche colaboraron en un proyecto de prueba de concepto para la visibilidad de la cadena de suministro. El proyecto fue capaz de proporcionar trazabilidad en una serie de casos específicos para plásticos desde la producción de materia prima hasta el automóvil final. Esto contribuye a permitir que Porsche</p>

	<p>proporcione información certificada de sostenibilidad al cliente final para su automóvil.</p> <p>El cliente tiene acceso a un gemelo digital del material en el coche para saber cómo fue producido y utilizado. Se crea un gemelo digital en la cadena de bloques para cada lote de material producido de manera sostenible por los proveedores que participaron en el piloto. El gemelo digital almacena la información pertinente sobre el lote de material, incluida su huella ambiental y su origen. El gemelo digital se actualiza a medida que el material pasa por el proceso de fabricación.</p>
<b>Lectura adicional</b>	<p><a href="https://www.circularise.com/">https://www.circularise.com/</a></p> <p><a href="https://ellenmacarthurfoundation.org/tech-enablers-series/part-2">https://ellenmacarthurfoundation.org/tech-enablers-series/part-2</a></p> <p><a href="https://www.youtube.com/watch?v=tvHD53zyvM&amp;t=2s">https://www.youtube.com/watch?v=tvHD53zyvM&amp;t=2s</a></p>

### 3. Evaluación del conocimiento

1. ¿Qué proceso de la cadena de suministro implica la creación, el mantenimiento y el cumplimiento de los pedidos de los clientes?
  - Entregar
  - Planificar
  - Devolver
2. ¿Cuáles son los seis procesos principales de la cadena de suministro identificados por el modelo SCOR?
  - Planificar, Fabricar, Vender, Pagar, Devolver, Desarrollar
  - Comprar, Producir, Almacenar, Vender, Devolver, Evaluar
  - Planificar, Abastecerse, Fabricar, Entregar, Devolver, Habilitar
3. ¿Qué beneficio puede aportar blockchain a la gestión de la cadena de suministro?
  - Aumento de la competencia en el mercado de bienes y servicios
  - Mayores oportunidades de publicidad para las empresas
  - Reducción de las pérdidas derivadas de la falsificación y el comercio en el mercado gris
4. ¿Qué beneficio puede aportar blockchain al crear una base de datos compartida e inmutable de transacciones en la industria?
  - Oportunidades de digitalización y automatización de procesos
  - Oportunidades para reducir los costes de transacción
  - Oportunidades para mejoras en el cumplimiento y la trazabilidad
5. ¿Qué problema genera la falta de profesionales cualificados y la dificultad de comprensión y navegación de la tecnología blockchain por parte de los usuarios normales?
  - Lenta adopción y mala experiencia de usuario
  - Reputación de la tecnología
  - Impacto medioambiental y climático
6. ¿Qué cuestiones generan problemas de integración e intercambio de información?
  - Falta de seguridad jurídica y gobernanza
  - Falta de normalización e interoperabilidad
  - Reputación de la tecnología :

## 4. Referencias

- Tapscott, D., & Tapscott, A. (2016). Blockchain revolution: How the technology behind bitcoin is changing money, business, and the world. Penguin.
- Iansiti, M., & Lakhani, K. R. (2017). The truth about blockchain. *Harvard Business Review*, 95(1), 118-127.
- Crosby, M., Pattanayak, P., Verma, S., & Kalyanaraman, V. (2016). Blockchain technology: Beyond bitcoin. *Applied Innovation*, 2, 6-10.
- Beck, R., Müller-Bloch, C., & King, J. L. (2018). Governance in the blockchain economy: A framework and research agenda. *Journal of the Association for Information Systems*, 19(10), 1018-1039.
- Wang, H., Li, Q., Chen, W., & Wang, X. (2019). A blockchain-based framework for improving transparency and traceability in food supply chain. *Food Research International*, 125, 108573.
- Talla, M., Ahmad, M. I., Luthra, S., & Garza-Reyes, J. A. (2020). Blockchain technology in the supply chain: A comprehensive literature review. *Computers & Industrial Engineering*, 151, 106964.
- Truby, J. (2018). Decentralised blockchain technology and the rise of lex cryptographia. *Modern Law Review*, 81(4), 671-701.
- Zeng, Y., Wen, J., & Liu, S. (2020). Blockchain-based supply chain finance: A systematic review of the literature and research agenda. *International Journal of Production Economics*, 229, 107765.
- Disterer, G. (2017). Blockchain enabled applications: Understand the blockchain ecosystem and how to make it work for you. Apress.
- Kshetri, N. (2017). Can blockchain strengthen the internet of things? *IT Professional*, 19(4), 68-72.