

MASTER EN LOGISTICA – UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

# Aplicación de la tecnología Blockchain en el Supply Chain en los Sectorres Industriales

---

Diego Fernández Herrero

Ángel Gento Municio

Máster en Logística – Universidad de Valladolid – Curso 2017/2018

## Resumen

El presente Trabajo Fin de Master (TFM) parte de la necesidad de dar a conocer en el sector industrial las posibilidades que ofrecen las nuevas tecnologías como el Blockchain en la llamada Cuarta Revolución Industrial. Para ello, este TFM busca presentar de manera clara y sencilla esta tecnología, buscar sus posibles capacidades de desarrollo en el sector industrial y más concretamente en el Supply Chain, haciendo especial hincapié en el aseguramiento de la trazabilidad en sectores como el de la automoción, la alimentación o en la administración pública.

Este proyecto no explica cómo crear físicamente una red Blockchain, si no que el objetivo del mismo es hacer ver a las empresas y organizaciones, dónde podrían mejorar sus procesos.

## Palabras Clave

**BitCoin:** de acuerdo con la definición de su creador Satoshi Nakamoto, el Bitcoin es “un sistema de dinero electrónico totalmente de persona a persona que realiza pagos en línea sin pasar por una institución financiera”. Fue creada en 2009 y es la primera aplicación desarrollada con el BlockChain y hasta el día de hoy la más conocida.

**Mineros:** son los nodos de la red que validan las transacciones y alimentan el poder de cómputo del BlockChain. Son los encargados de validar las transacciones en lugar de una organización o banco central. Son simplemente, personas que proporcionan el hardware necesario para resolver problemas criptográficos en tiempo real, siendo el primero de los mineros en encontrar la solución pagado en forma de criptomonedas, generando competencia entre los mineros e impulsando de este modo adquirir equipos más potentes.

**Minería:** es la acción de validación de la información registrada en la cadena de bloques, llevando consigo la creación monetaria. De forma que la minería es la actividad de resolución de problemas criptográficos por parte de los diferentes nodos de la red, que permiten la validación de un bloque, dando al BlockChain el carácter descentralizado de la herramienta.

**Prueba de Trabajo:** Es el resultado del problema criptográfico una vez ha sido resuelto y a partir del cual se incorpora la información al bloque. El resultado, es difícil de obtener y requiere mucha potencia informática, sin embargo, su verificación consume pocos recursos.

**Token:** es la unidad básica del BlockChain, Es la unidad transferible y que se convierte en prueba de propiedad. Son la unidad transaccional e informativa en el BlockChain.

## Agradecimientos

*Para terminar este Trabajo Fin de Master, quería aprovechar para agradecer el principal y gran apoyo que he tenido durante estos años. Agradecer a mi padre y a mi madre el apoyo que me han dado desde que empecé en la Universidad hasta este año que termino el Master, y que sin duda seguirán dándome, porque si algo he aprendido este curso es que la familia es la que estará siempre ahí en los malos momentos.*

*A mi tutor de la Universidad, Ángel que un año más volvió a sufrirme teniéndome como alumno.*

*A mi empresa por darme las facilidades para compaginar el trabajo con los estudios.*

## Contenido

1.	Introducción .....	7
1.1	Motivación y Justificación del Trabajo Fin de Master.....	8
1.2	Objetivo del TFM .....	8
1.3	Alcance del TFM.....	9
1.4	Estructura del TFM.....	9
2.	BlockChain .....	11
2.1	Los inicios del BlockChain: BitCoin.....	12
2.2	¿Qué es el BlockChain y cuáles son sus características? .....	13
2.2.1	Desintegración.....	13
2.2.2	Seguridad .....	14
2.2.3	Autonomía .....	15
2.3	Estructura del BlockChain .....	16
2.3.1	Tipos de Cadenas de Bloques .....	18
2.4	¿Cómo funciona el Blockchain?.....	19
2.5	El BlockChain más allá del Bitcoin .....	20
2.5.1	BlockChain en la Administración Pública .....	20
2.5.2	BlockChain para el uso de la energía autogenerada.....	21
2.5.3	BlockChain en la economía colaborativa.....	22
2.6	Ventajas e Inconvenientes de esta nueva tecnología.....	24
2.6.1	Ventajas.....	24
2.6.2	Inconvenientes .....	25
2.7	El BlockChain en España.....	25
3.	Supply Chain .....	29
3.1	Previsión y Planificación .....	31
3.2	Aprovisionamiento .....	34
3.3	Gestión de almacenes.....	35
3.4	Gestión de existencias.....	37
3.5	Gestión de pedidos y distribución.....	40
3.6	Servicio al cliente .....	42
3.7	Trazabilidad .....	44



3.7.1	Trazabilidad en la recepción de materiales.....	45
3.7.2	Trazabilidad en la transformación de los materiales.....	46
3.7.3	Trazabilidad en la expedición del producto terminado.....	47
3.7.4	Rastreabilidad.....	48
3.8	El Supply Chain en la Actualidad. ....	48
4.	Aplicación del BlockChain en el Supply Chain.....	51
4.1	Blockchain en el SC de la automoción.....	52
4.1.1	¿Por qué es interesante el BlockChain en el sector de la automoción? 53	
4.1.2	Trazabilidad en el sector de la automoción.....	54
4.1.3	¿Por qué es necesario obtener toda la trazabilidad de un componente de un automóvil? .....	56
4.1.4	Seguridad - reglamentación y control de los parámetros.....	57
4.1.5	Dónde aplicar el BlockChain con mi experiencia en la automoción....	58
4.2	Blockchain Sector de la alimentación .....	60
4.2.1	Transparencia y Trazabilidad en la Alimentación.....	61
4.2.2	Sector vitícola .....	64
4.3	Blockchain en el Sector Público.....	65
4.3.1	Administración descentralizada .....	65
4.3.2	Registro de la propiedad.....	66
5.	Estudio Económico .....	69
5.1	Características del proyecto.....	71
5.2	Fases del proyecto .....	71
5.3	Estudio Económico desarrollo de la aplicación .....	73
5.3.1	Computo de horas necesarias y tasas salariales.....	73
5.3.2	Amortizaciones del equipo utilizado.....	75
5.3.3	Coste hora/persona de los costes indirectos.....	75
5.3.4	Horas dedicadas por persona.....	76
5.4	Estudio económico por etapas .....	76
6.	Conclusiones.....	81
7.	Bibliografía .....	83



# 1. Introducción

Desde la aparición de Internet (Ilustración 1), tanto las personas, como las empresas se han visto inmersas en un proceso de cambio y adaptación hacia un mundo digital, lo que hoy en día se le llama Transformación Digital. El crecimiento exponencial de estas tecnologías, el *Internet of Things*, *Machine to Machine* (M2M), *Big Data* o la Robótica Colaborativa, han permitido el desarrollo de nuevos productos, servicios y modelos de negocio, llevando a la industria a lo que ya se le llama la Cuarta Revolución Industrial, Industria Inteligente o **Industria 4.0**.



Ilustración 1

La Cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0, trata de interconectar todos los procesos de fabricación mediante el Internet de las Cosas (IoT), es decir, una nueva forma de organizar los medios de producción y adaptarse a las necesidades a través de las denominadas Fábricas Inteligentes. La digitalización de las áreas de producción y logística, puede optimizar el rendimiento a través de una mayor eficiencia, flexibilidad y tiempo de respuesta al mercado basándose en herramientas como la estandarización, la interoperabilidad, el IoT o el Big Data, mejorando, por tanto, la intercomunicación entre los sistemas de gestión y las plantas de fabricación. Esto hace que se multiplique el volumen de información que es analizada en tiempo real.

Esta industria 4.0 busca la mejora en cuanto a productividad, costes tanto directos como indirectos y calidad, esto lleva a cabo mediante la implantación de una serie de herramientas dentro de la empresa, gracias a los cuales seamos capaces de medir y analizar a tiempo real, lo que está ocurriendo en nuestra empresa:

- Tecnologías móviles y las interfaces persona máquina permiten obtener información proveniente de los distintos sistemas.
- Productos inteligentes y Trazabilidades, se debe conocer en todo momento toda la información de un producto, conociendo la trazabilidad del mismo durante todo su ciclo de vida.
- Robótica colaborativa, donde operario y robot realizan operaciones complementarias sin necesidad de barreras o protecciones entre ambos.

- Fabricación aditiva, lo que permite la fabricación de un producto minimizando los desperdicios de materia prima y garantizando una calidad similar a la de la fabricación tradicional.

A estas herramientas se les añade ahora una de las tecnologías más confusas que pueden existir, el Blockchain, tecnología que está cambiando completamente la forma en la que se hacen negocios. Uno de los precursores del Blockchain en el mundo, William Mougayar, dice lo siguiente

*“La construcción de nuevas aplicaciones en blockchain implica aproximadamente un 80% de cambios en los procesos comerciales y un 20% de implementación de tecnología”*

Por ello, el Blockchain es una nueva forma de implementar transacciones entre usuarios sin confianza eliminando los intermediarios. Como veremos en capítulos posteriores, el Blockchain es una base de datos distribuida que se puede asemejar a un Libro Mayor Contable en continuo crecimiento en el que cada “bloque” tiene un enlace con el “bloque” anterior, impidiendo la alteración de los mismos.

## **1.1 Motivación y Justificación del Trabajo Fin de Master**

La motivación para la realización del presente Trabajo Fin de Master (TFM), para el Máster de Logística de la Universidad de Valladolid, es la falta de desarrollo de aplicaciones basadas en la tecnología BlockChain en el ámbito del Supply Chain y el aseguramiento de la trabilidad. La tecnología Blockchain, está presente en multitud de sectores en la actualidad, la banca, el sector energético, algunas administraciones, sin embargo no existen aplicaciones de esta tecnología en el sector del Supply Chain, por ello, la motivación de este TFM es la puesta en conocimiento de esta tecnología y la aplicación práctica de la misma en ciertos sectores en los que el beneficio de su desarrollo puede generar grandes beneficios a las empresas.

## **1.2 Objetivo del TFM**

Ligado a lo expuesto en el apartado anterior, los objetivos del presente TFM son:

- Exposición de la tecnología Blockchain, así como sus características, sus ventajas e inconvenientes y algunos casos prácticos.
- Definición actual de Supply Chain
- Importancia de la trazabilidad en los diferentes sectores



- Importancia de desarrollo de aplicaciones basadas en el Blockchain dentro de la industria de la automoción, sector agrícola y administraciones del Estado,

### 1.3 Alcance del TFM

En el presente TFM no se va a desarrollar cómo se tendría que configurar una red Blockchain, lo que se busca es dar a conocer a los diferentes sectores, la posibilidades de mejora, a grandes rasgos, ya que particularmente cada empresa, fabrica u organización deberá ser capaz de poder encontrar los puntos de mejora y beneficios que les permite implantar la red Blockchain.

Por lo tanto, este TFM no va a estudiar lo necesario para crear redes Blockchain, si no que se centra en dar a conocer las características, beneficios y posibilidades que ofrece esta tecnología.

### 1.4 Estructura del TFM

El presente TFM, está estructurado en 7 capítulos:

**Capítulo 1:** Introducción. Se trata del presente capítulo, donde se exponen los argumentos para la realización del presente Trabajo Fin de Master, así como su justificación y motivación, objetivos, alcance y estructura.

**Capítulo 2:** BlockChain. El capítulo 2 correspondiente a BlockChain, es la parte del Trabajo Fin de Master en donde se hace hincapié en la explicación del qué es y cómo se desarrolla esta tecnología. Es un capítulo esencial para la comprensión del TFM ya que es donde se exponen de forma técnica, cómo y por qué las redes de Blockchain tienen las propiedades y características que tienen. Así mismo, se expone el estado actual del Blockchain en España, una de las potencias en su desarrollo y aplicación en el Mundo, dando a conocer a algunos de sus mayores precursores y organizaciones.

**Capítulo 3:** Supply Chain. El capítulo 3 de Supply Chain, es el capítulo teórico del Trabajo Fin de Master. Desde el comienzo del Supply Chian con la producción en cadena hasta las nuevas formas de gestión del Supply Chain Management que existen en la actualidad, pasando por cada uno de los seis pilares en los que se estructura.

**Capítulo 4:** Aplicación del Blockchain en el Supply Chain. El capítulo 4, es el capítulo más extenso el cual alberga el contenido del Trabajo Fin de Grado. Está formado por tres partes claramente diferenciadas entre las posibilidades existentes en el sector de la automoción, en el sector agrícola y en la administración pública.

Como he dicho anteriormente, este TFM únicamente intenta mostrar o hacer ver a las empresas, las grandes posibilidades que existen con el desarrollo de aplicaciones basadas en el Blockchain, las cuales particularmente tendrán que encontrar sus nichos de mejora y explotación de la tecnología, que como hemos visto, es una de las más fiables y descentralizadas que existen actualmente.

**Capítulo 5:** Estudio Económico. El Estudio económico comprende el capítulo 6, en el cual, se ha realizado un pequeño cronograma con las diferentes fases, a grandes rasgos, de los que podría suponer la implantación de un sistema de trabajo basado en tecnología Blockchain. Para ello, se ha considerado que este proyecto es llevado a cabo por empresas Consultoras especializadas en el desarrollo de este tipo de tecnologías, para la cual se ha considerado un periodo de tiempo de 45 semanas.

**Capítulo 6:** Conclusiones. El capítulo 6 expone las conclusiones del Trabajo Fin de Master

**Capítulo 7:** Bibliografía. Por último, en el capítulo 7 se muestran los documentos, libros y páginas web consultadas para la realización del presente Trabajo Fin de Master. Al tratarse el Blockchain de una tecnología en continuo desarrollo, muchas de las referencias tomadas para la realización del TFM se tratan de artículos de expertos de la materia, o información extraída de las diferentes páginas web de las mayores organizaciones Blockchain.

## 2. BlockChain

Desde tiempos inmemoriales, el comercio ha sido una de las actividades que ha permitido al ser humano intercambiar objetos de distintos modos, mediante el trueque, posteriormente en el Medio Oriente con la utilización de monedas y más adelante creando diferentes formas de intercambio, hasta llegar a la actualidad con las monedas ficticias donde la utilización de monedas físicas es dispensable gracias a la digitalización de los medios de pago. Sin embargo, para que una moneda, pieza de metal aparentemente sin valor real, que ha sido utilizada para realizar una transacción adquiera el mismo, tiene que estar respaldada por diferentes instituciones, ciudades, Estados y Organizaciones Internacionales, adquiriendo de esta manera la confianza sine qua non para el desarrollo de la misma.

Como hemos visto, las transacciones se vuelven más complejas a partir de la segunda mitad del Siglo XX, evolucionando continuamente la economía, habiendo un gran aumento de las mismas a partir de la firma en 1947 de los Acuerdos del GATT (General Agreement on Tariffs and Trade, Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio), utilizándose este como un código de buena conducta orientado a la eliminación de los aranceles, la no discriminación, la reducción de cupos y prohibición de carteles y dumpings. Este hecho hace que las transacciones transfronterizas aumenten y aparezca la necesidad de crear nuevos terceros confiables, como el SWIFT (Society for Worldwide Interbank Financial Telecommunication) o la OMC (Organización Mundial del Comercio, Ilustración 2), teniendo como misión:

- Proporcionar las condiciones de intercambio seguro, sin riesgo de pérdida para los agentes económicos, lo que en el comercio internacional se conoce como el Principio de Cámara de Compensación.
- Así como asegurar la fluidez de las transacciones.

Asegurando de esta manera un intercambio poco costoso y lo más rápido posible.



Ilustración 2. Organización Mundial del Comercio

En la actualidad, se están desarrollando sistemas que cambian la forma en la que se genera confianza en un tercero, es decir, ya no hace falta que una institución de la confianza a una moneda para que su utilización sea segura. Estos sistemas son:

- El avance en la criptografía, gracias al aumento exponencial del poder de cómputo, asociado a la computación en la nube, disponible para todos y virtualmente “irrompible”.
- La arquitectura de computación distribuida siendo referencia en términos de estabilidad y seguridad.

La arquitectura global de los Sistemas de Nombres de Dominio (DNS, Domain Name System), sistema jerárquico nomenclatura descentralizada para dispositivos conectados a redes IP, distribuido y replicado en los “nodos” de Internet gracias a la ICANN (Internet Assigned Numbers Authority, en español Corporación de Internet para la Asignación de Nombres y Números), la cual no ha fallado desde su inicio en 1998. En este sistema, se basó Julian Assange para copiar a gran velocidad en varios cientos de servidores toda la información sacada a la luz, haciendo imposible su modificación o destrucción, hecho que no se hubiera conseguido si únicamente se hubiera concentrado la información en un único servidor del cual se podría haber eliminado toda información. Este tipo de innovaciones son en las que se basa la tecnología BlockChain objeto del presente apartado del Trabajo Fin de Máster.

## 2.1 Los inicios del BlockChain: BitCoin

En 2008, Satoshi Nakamoto, el cual se cree que es la figura la cual inventó el Bitcoin, publica el libro “Bitcoin: un sistema de Efectivo Electrónico”. En él se expone un método para resolver un problema criptográfico, en el que la solución se basa en la arquitectura descentralizada de la Cadena de Bloques o el BlockChain. Esta solución que nos ofrece el BlockChain, permite que dos agentes que no se conocen, puedan intercambiar activos sin la necesidad de realizar una transacción en la que intervenga una autoridad central que asegure y valide la misma, es decir se produce una desintermediación de la transacción.

El Bitcoin fue el primer activo el cual funcionaba mediante la tecnología BlockChain, sin embargo, Nakamoto pensaba en extender la aplicación del BitCoin a más campos, es decir, a todos en los que se intercambia un activo en los que se necesite de una autoridad central para poder ser intercambiados. En el apartado de Estado del Arte hablaré sobre los campos en los que en la actualidad ha llegado la tecnología BlockChain.

## 2.2 ¿Qué es el BlockChain y cuáles son sus características?

Traducido literalmente, BlockChain significa Cadena de Bloques, que en términos informáticos se refiere a una serie de nodos o contenedores digitales en los cuales se almacena información, formando una gran base de datos.

Toda la información almacenada en esta Cadena de Bloques, está descentralizado (Ilustración 3), es decir no se aloja únicamente en un servidor si no que se almacena en múltiples servidores, la cual está protegida por diferentes procesos criptográficos, lo que hace imposible modificarlos a posteriori.

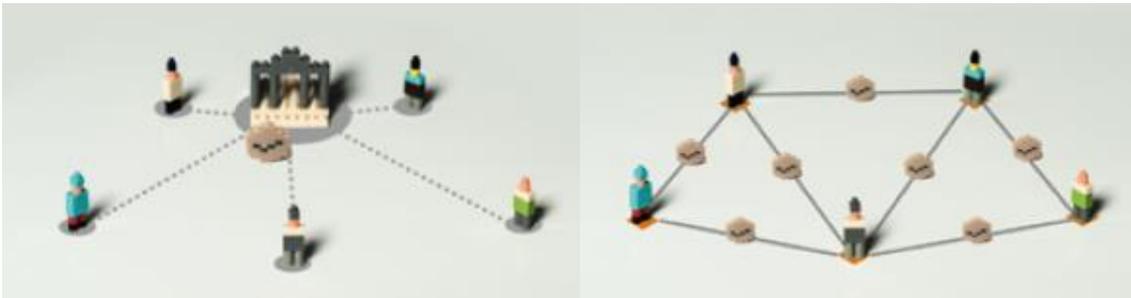


Ilustración 3. Centralización Vs Descentralización

### 2.2.1 Desintegración

La primera característica y por la que Nakamoto se centró en su desarrollo e implementación para la creación del BitCoin es la desintegración. Esta desintegración busca generar confianza en el intercambio de activos entre los usuarios sin el control de un tercero.

Frente a las costosas y duraderas transacciones internacionales, la tecnología BlockChain permite llevar a cabo, por ejemplo la transferencia de la criptomoneda BitCoin al instante, de forma segura y gratuita. Para llevar a cabo esta transacción mediante BlockChain la información de la misma, es decir el volumen de fondos disponibles del emisor, el receptor y el volumen transferido, deben estar integrados en un único bloque. De forma que la transacción se realizará mediante la validación de varios nodos de la red, a los cuales se les conoce como mineros, los cuales se encargan de verificar la conformidad de la transacción resolviendo un problema criptográfico complejo, dando un resultado colectivamente verificable gracias a la llamada Prueba de trabajo.

Un vez esa Prueba de Trabajo ha sido validada por todos los mineros, la transacción se integrará en un bloque, agregándose de esta manera a la Cadena de Bloques.

Más adelante, veremos que en diferentes aplicaciones actuales del Blockchain, esta característica de la desintegración, puede verse suprimida debido a las redes de Blockchain privadas, utilizadas por una serie de usuarios que portan los derechos para entrar en ella.

## 2.2.2 Seguridad

La propiedad de la seguridad en cuanto al almacenamiento de la información del Blockchain se la garantizan dos mecanismos: un proceso criptográfico y la arquitectura descentralizada.

- Proceso criptográfico: El código generado para un nuevo bloque se basa en el código del bloque que lo precede en la cadena de bloques (Ilustración 4), por lo que modificar un bloque implicaría tener que modificar todos los bloques de la cadena, siendo este hecho imposible.

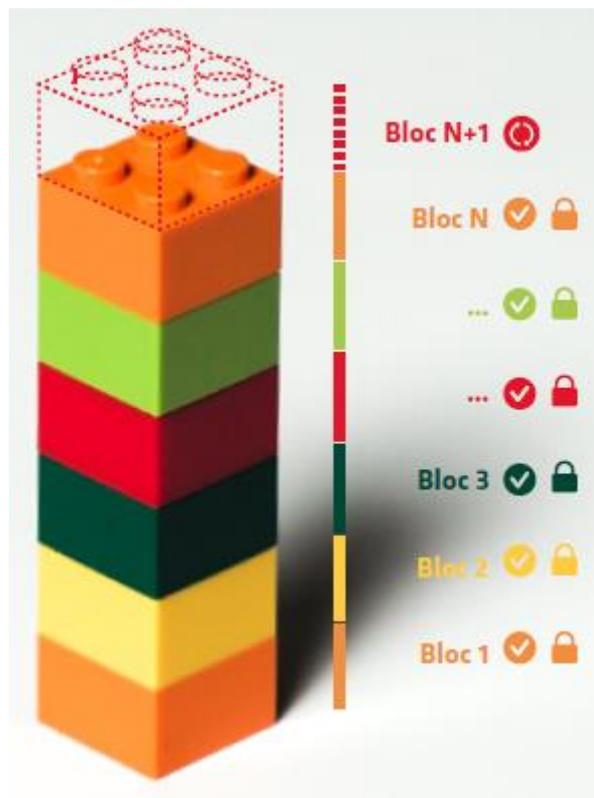


Ilustración 4. Proceso criptográfico

- Arquitectura descentralizada (Ilustración 5): en una cadena de bloques, todos los bloques replican en los nodos de la red y no en un solo servidor. De forma que mediante esta arquitectura descentralizada, se actúa como defensa estructural contra los riesgos de robo de datos.

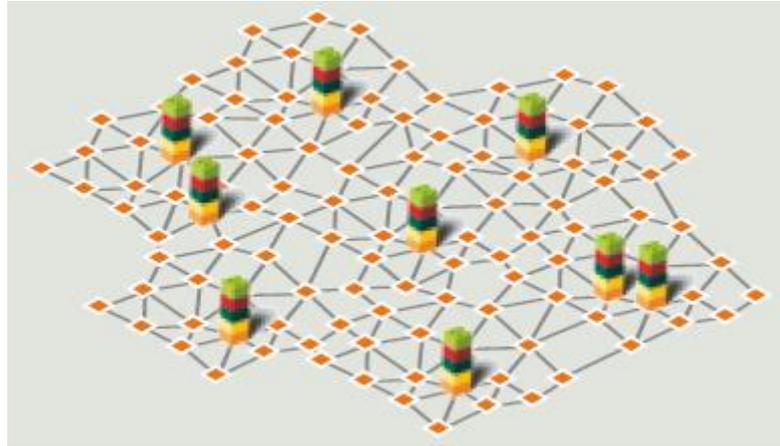


Ilustración 5. Arquitectura descentralizada.

### 2.2.3 Autonomía

Al contrario que los servicios en línea, los cuales son respaldados por plataformas que soportan sus necesidades, la potencia de cálculo y el espacio de alojamiento en el BlockChain, son proporcionados por los nodos de la propia red.

Los mineros, de los cuales hemos hablado anteriormente, asignan parte de la potencia de cálculo de su máquina (Hash) a la resolución de problemas criptográficos necesarios para la validación de las transacciones realizadas dentro de la red (minería).

La actividad de la minería, es una actividad remunerada, de forma que el primer minero en validar un bloque se ve recompensado con una serie de “tokens” (unidad básica de un BlockChain). De esta forma, los mineros se ven amenazados por la gran competencia en la validación de bloques, de forma que mejoran sus servidores para aumentar la potencia de cálculo e incrementar sus ganancias, hecho que beneficia al sistema de forma que ve aumentada la potencia de cálculo de la cadena de bloques global.

## 2.3 Estructura del BlockChain

En los primeros apartados del presente capítulo, se daba una idea general de cómo nació el BlockChain, qué es y sus características. En este apartado voy a desarrollar, de una forma no muy técnica para su mejor comprensión, el funcionamiento del en el que está basado y con el que trabaja el sistema BlockChain.

Como he explicado en apartados anteriores, el BlockChain se llama así debido a que almacena datos de transacciones en bloques que están unidos entre sí para formar una cadena, creciendo ésta en la medida en la que aumentan las transacciones (Ilustración 6), de forma que los bloques se referencian cada uno al bloque anterior.

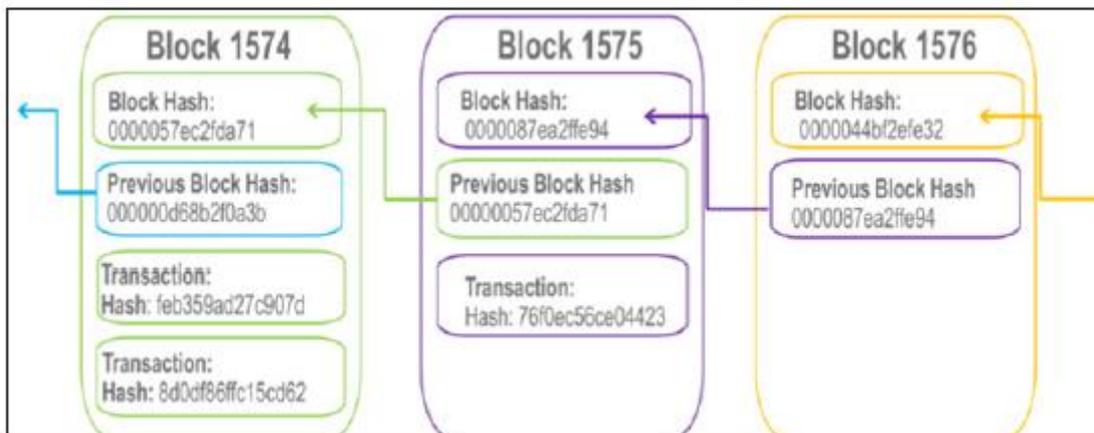


Ilustración 6. Generación de la cadena de bloques

La cadena de bloques es almacenada por todos los usuarios o nodos que componen la misma, de forma que cada bloque alberga la información de las transacciones de un periodo, llamado Merkle Tree (Ilustración 7), la información criptográfica del bloque anterior, al que llamaremos apuntador hash el cual posee una codificación criptográfica única y arbitraria.

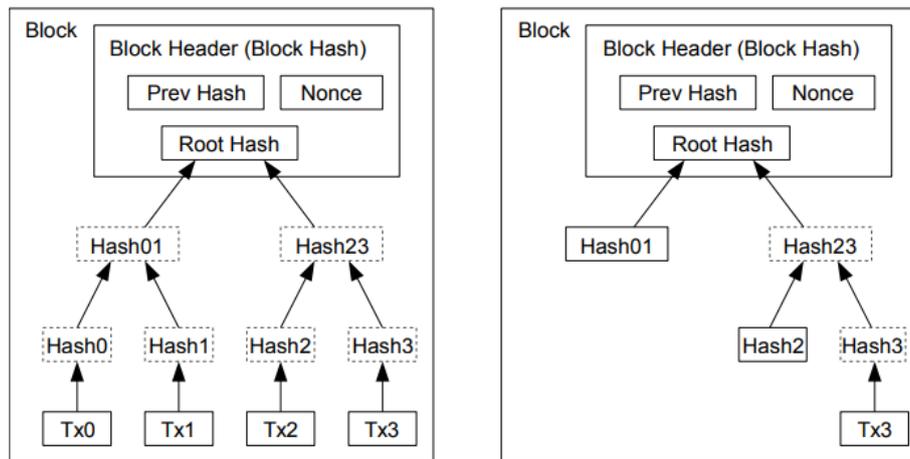


Ilustración 7. Bloque individual

Un bloque, en definitiva, es una estructura de datos contenedor, el cual agrupa los datos los cuales vamos a tratar, para incluirlos en la cadena de bloques. Estos bloques están compuestos por una cabecera que a su vez contiene metadatos, del que emana una gran lista de operaciones que forman la mayor parte de su tamaño.

Cada Bloque como podemos ver en las ilustraciones (Ilustración 6 y 7) contiene un hash único. El hash es una función criptográfica que se crea a partir del hash del bloque anterior, conocido como bloque padre, de forma que todos los bloques están vinculados entre sí evitando que cualquier bloque se altere o se introduzca ningún otro bloque entre otros. Esto hace que cada vez que se une un bloque a la cadena de bloques, el anterior se fortalezca aumentando también así la seguridad de la cadena.

Para crear una función Hash esta debe tener una serie de propiedades de forma que se imponen una serie de restricciones haciendo que la solución de la misma sea difícil de encontrar:

Dada una fácil de calcular  $h(x)$ , pero  $x$  difícil de calcular siendo  $y = h(x)$  con las restricciones para encontrar la pareja  $(x, y)$ :

$$x \neq y$$

$$h(x) = h(y)$$

Estas funciones formadas por la anidación de los distintos bloques, o efecto avalancha, permiten que la cadena de bloques tenga una seguridad extrema ante cualquier modificación, lo que la hace inmutable.

Una vez se ha generado la función Hash de un bloque, comienza el trabajo de los mineros, los cuales son los encargados de descifrar y validar la transacción para que esta sea efectiva. Como hemos visto anteriormente, estos mineros, son

personas, las cuales se encargan de resolver problemas criptográficos a cambio de criptomonedas ganadas al ser los primeros en resolver el problema. En la Ilustración 8, podemos ver que existen páginas web que nos muestran a tiempo real los mineros de la cadena de bloques del Bitcoin.

**GLOBAL BITCOIN NODES DISTRIBUTION**

Reachable nodes as of Sun Apr 29 2018  
18:08:41 GMT+0200 (Romance Daylight Time).

**10531 NODES**

24-hour charts >

Top 10 countries with their respective number of reachable nodes are as follow.

RANK	COUNTRY	NODES
1	United States	2574 (24.44%)
2	Germany	2034 (19.31%)
3	China	734 (6.97%)
4	France	682 (6.48%)
5	Netherlands	493 (4.68%)
6	United Kingdom	389 (3.69%)
7	Canada	389 (3.69%)
8	Russian Federation	351 (3.33%)
9	n/a	336 (3.19%)
10	Japan	230 (2.18%)

More (105) >

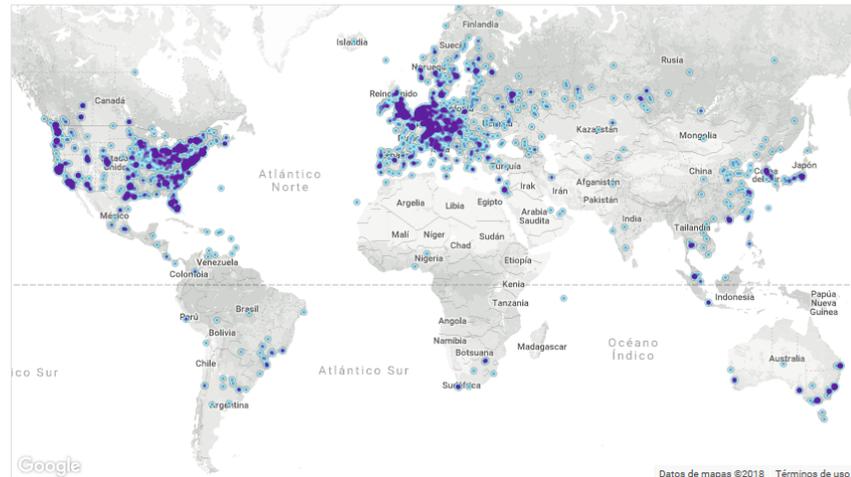


Ilustración 8. <https://bitnodes.21.co>.

Una vez el bloque ha sido validado por uno de estos mineros, el bloque queda unido a la cadena de bloques y por lo tanto la transacción queda realizada.

De esta forma, el Block Header o Cabecera de Bloque está compuesto por tres conjuntos de metadatos: un hash del bloque anterior, el cual es el responsable de conectar el bloque creado al bloque anterior de la cadena de bloques; el conjunto de metadatos relacionados con las acciones en cuanto a minería; y la tercera es la raíz del árbol, Merkle Tree, que es la estructura que se utiliza para resumir todas las transacciones en el bloque de manera eficiente.

Un aspecto importante a recalcar y el cual le da una de sus características más importantes al Blockchain, es que los bloques tienen un orden predeterminado en la cadena de bloques. Gracias a la interrelación entre los bloques, el Blockchain nos brinda la característica de la imposibilidad de cambiar o borrar cualquiera de los bloques, permaneciendo el bloque, una vez validado, indefinidamente en el Blockchain.

### 2.3.1 Tipos de Cadenas de Bloques

En cuanto a tipos de Bloques, autores como Autonopoulo (2014), hacen referencia a distintos tipos de Cadenas de Bloques en función de la utilización que se le vaya a dar a la Cadena. Por ejemplo:



- Cadenas de Bloques Laterales o también llamadas Sidechain, se trata de una Cadena de Bloques inferior a la cadena de Bloques principal, pudiéndose tratar de áreas de desarrollo, puebas y entornos.
- Cadenas de Bloques Públicas, como por ejemplo la Cadena de Bloques del Bitcoin. Este tipo de Cadenas, tiene unas características predefinidas como son:
  - El estar masivamente distribuidas
  - El acceso de cualquier persona a ella
  - La forma de mantener la Cadena de Bloques es mediante la incentivación “económica” de los usuarios de la misma mediante a través de la verificación criptográfica (la prueba de trabajo).

Como ejemplos de Cadenas de Bloques públicas, tenemos la Cadena más conocida por todos, la del Bitcoin, pero también existen otras como la de Namecoin, diseñada también como una criptomoneda o la de Ethereum, para la elaboración de contratos inteligentes entre pares.

- Cadena de Bloques privada, aquellas en las que la participación en ella es limitada y para la cual se necesita un permiso centralizado en una sola organización. Podría decirse que se trata de un club privado en el que los “socios” tienen diferentes derechos y restricciones.

El inconveniente de este tipo de redes, se trata en definitiva de una de las ventajas del BlockChain, es decir, la descentralización. En estas redes privadas, existe un nivel centralizador capaz de dar o quitar derechos a los participantes en la red, sin embargo, para aplicaciones de BlockChain en empresas privadas las cuales quieran compartir datos, tanto en interno como en externo, con una serie de empleados o con una serie de empresas colaboradoras, y que los mismos no sean modificados, se trata de una aplicación muy útil a desarrollar.

## 2.4 ¿Cómo funciona el Blockchain?

Ahora que conocemos aspectos técnicos del Blockchain, vamos a ver cómo funciona una Cadena de Bloques y los pasos que hay que llevar a cabo para realizar una transacción:

En primer lugar, el o los usuarios de la red que requieren hacer una transacción, inician una solicitud de la misma encriptándola, la cual es transmitida a la red del blockchain formada por los distintos nodos de la red. Cuando la transacción es lanzada a la red, los mineros comienzan la des-encriptación de la misma haciendo que esta sea verificada y validada por el primer minero que logre la des-encriptación. Una vez la transacción ha sido validada, es “empaquetada” en un

nuevo bloque de la cadena por los nodos o mineros, siendo esta una vez añadida inmutable. Tras ello, la transacción sería oficialmente completada. En la Ilustración 9 podemos ver gráficamente el proceso completo para incorporar nuevos bloques a una cadena de bloques ya existente, a partir de la realización de una nueva transacción:

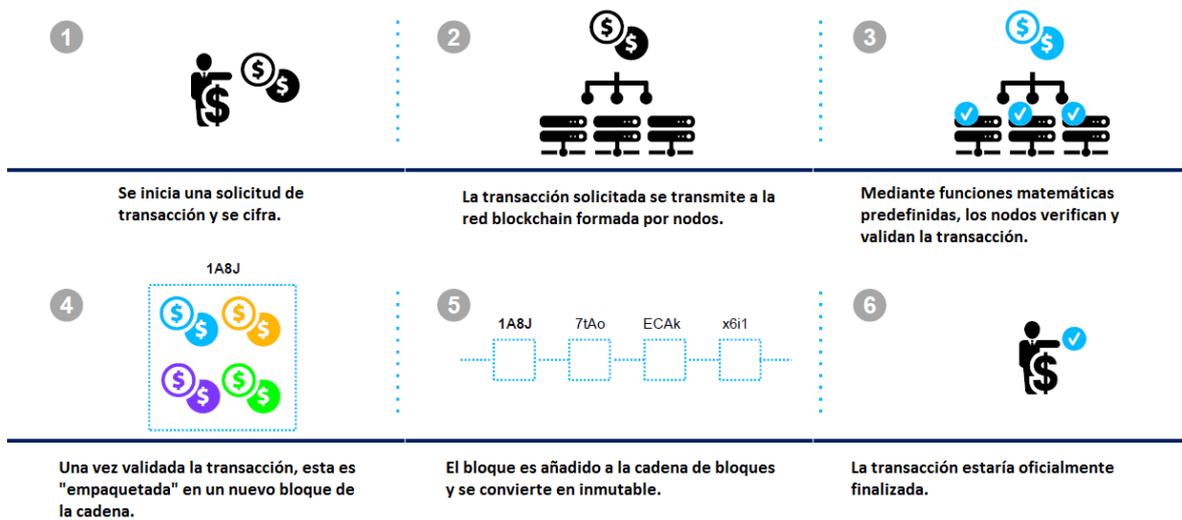


Ilustración 9. Funcionamiento de la Cadena de bloques.

## 2.5 El BlockChain más allá del Bitcoin

En la actualidad, el BlockChain está en expansión no solo en el sector de la economía y la banca, sector en el que la aparición del BitCoin está revolucionando al mismo haciendo que se estén comenzando a desarrollar nuevos sistemas para la realización de transacciones económicas.

### 2.5.1 BlockChain en la Administración Pública

En los países en desarrollo, la falta de bases de datos administrativas, unidas a la corrupción del funcionariado, genera desconfianza, afectando a las oportunidades de crecimiento del mismo. La dificultad de establecer una base de datos oficial, tiene dos causas principales:

- El nivel de inversión necesario para el desarrollo de la tecnología.
- La corrupción del funcionariado público para la preservación del poder.

Un caso interesante de comentar es el de Honduras. Antes de la reestructuración territorial del país, el 60% del territorio pertenecía al estado, pasando a manos de

campesinos y élites urbanas. Sin embargo, la base de datos nacional permite a los miembros de la administración modificarla y hacerse con terrenos.

Tras los hechos ocurridos, el gobierno de Honduras solicitó a diversas empresas el desarrollo de un registro de la propiedad mediante la cadena de bloques, asegurando la confiabilidad del sistema y garantizando la eliminación de prácticas fraudulentas. Este proyecto se empezó a llevar a cabo en 2016, haciéndose eco de ello numerosos medios de información (Ilustración 10):



The image shows a screenshot of a Reuters news article. At the top, the Reuters logo is visible along with navigation links for 'World', 'Business', 'Markets', 'Politics', and 'TV'. Below the navigation are several topic tags: 'DetainedInMyanmar', 'Energy & Environment', 'Brexit', 'North Korea', 'Charged: The Future of Autos', 'Future of Money', and 'Bre'. The article's metadata indicates it was published on August 11, 2017, at 1:39 PM, and is 9 months old. The main headline reads 'Modernizing land records in Honduras can help stem violence, says analyst'. The author is Rina Chandran, and the article is estimated to be a 4-minute read. Social media sharing icons for Twitter and Facebook are present. The article's lead paragraph states: 'NEW DELHI (Thomson Reuters Foundation) - Using digital technology to record land deals in Honduras can help clean up a corrupt system, protect the poor against eviction and stem violence in the world's most dangerous place for environmental activists, according to an analyst.'

Ilustración 10. Noticia Reuters sobre la implantación del BlockChain en la administración de las propiedades en Honduras.

## 2.5.2 BlockChain para el uso de la energía autogenerada

Existen también nuevos modelos de producción de energía, los cuales se pueden ver impulsados por la tecnología BlockChain. El aumento de la autoproducción por parte de particulares mediante la utilización de paneles solares o energía eólica, dan lugar a nuevos proyectos de ciudades inteligentes y circuitos de distribución de energía descentralizados.

Hoy en día los productores de energía particulares, en muchos países, tienen la posibilidad de vender su excedente de producción a las compañías eléctricas que lo integran en el flujo de energía del mercado. De forma que el BlockChain atrae el lecho tecnológico para facilitar la integración económica de la autoproducción de energía.

Con creación en 2014, SolarCoin es como dice su página web, una criptomoneda digital alternativa que trabaja para la generación de electricidad solar desarrollada por la Fundación SolarCoin presente en 17 países. El objetivo de esta fundación es dar un incentivo para producir energía solar, recompensando a los productores de esta, representando cada SolarCoin en circulación 1Mwh de generación de electricidad solar. Este proyecto nace de un trabajo académico titulado: “Deko: An Electricity-Backed Currency Proposal”. De forma que la fundación, maneja la distribución de SolarCoins a los productores de la electricidad solar mediante el uso de la tecnología BlockChain, con la “Prueba de Trabajo”, la gestión de un libro de contabilidad público con transacciones visibles en SolarCoin BlockChain, (Ilustración 11).



Ilustración 11. <https://chainz.cryptoid.info/slr/#>

Como vemos, el SolarCoin podría utilizarse para comprar electricidad sin intermediarios, de forma que únicamente la interacción de dos personas sería necesaria para la compra/venta de energía.

### 2.5.3 BlockChain en la economía colaborativa

Blablacar se creó en 2006 como una aplicación de economía colaborativa la cual permitía a las personas compartir los gastos del viaje de un desplazamiento a un mismo destino, pudiendo estos viajar juntos disminuyendo los gastos que tendría que soportar si el viaje lo hiciera con su propio coche o en un transporte convencional como puede ser el tren o el autobús. Desde 2015, Blablacar cobra un 20% del coste del viaje publicado por el conductor al pasajero, en concepto de gastos de gestión, seguros, etc. Es decir, cobra una tarifa por hacer de intermediario entre conductor y pasajero.

Sin embargo, existe una aplicación israelí, la cual mediante la utilización de la tecnología BlockChain ha sido capaz de eliminar a estos intermediarios y reducir aún más el coste del trayecto.

LaZooz (Ilustración 12) es una aplicación de transporte descentralizada y por lo tanto propiedad de la comunidad de LaZooz, que permite que mediante una “tarifa justa” se pueda sincronizar las necesidades de transporte de las personas con los asientos vacíos en tiempo real. De esta forma, lo que hace LaZooz es eliminar el intermediario.

El objetivo de la aplicación de minería es obtener la cantidad de colaboradores necesaria para que la red de transporte verdaderamente colaborativo se ponga en funcionamiento. LaZooz recompensa a sus usuarios con tokens de Zooz en función de la participación en la red



Ilustración 12. App LaZooz

## 2.6 Ventajas e Inconvenientes de esta nueva tecnología

Las ventajas e inconvenientes del Blockchain, los hemos podido ir deduciendo en capítulos anteriores cuando se ha explicado el funcionamiento de la tecnología, sin embargo, las ventajas e inconvenientes de esta tecnología deben ser evaluados por las diferentes compañías que busquen desarrollar esta tecnología en su sector. Algunas generales que podemos observar son:

### 2.6.1 Ventajas

- Asegura el conocimiento por parte del cliente de toda la trazabilidad de todas las piezas que componen el producto final, pudiendo realizar análisis para determinar la causa raíz de los problemas o dónde se debe hacer hincapié para mejorar el sistema. Es decir, es un sistema que nos aporta confianza entre personas o entidades entre las cuales en un principio no existiría, sin la necesidad de recurrir a una autoridad o un tercero. 
- Es un sistema de almacenamiento de la trazabilidad seguro, debido a las propias características del BlockChain, por lo que se evita cualquier riesgo de modificación tanto en el cliente como en los proveedores. Las diferentes copias distribuidas de la Cadena de Bloques hacen de esta una de las tecnologías a día de hoy más fiables. 
- Tiene unas reglas definidas, por lo que la relación entre los diferentes clientes y los proveedores está marcada por el sistema, evitando de esta manera cualquier tipo de conflicto debido a los datos de privacidad. 
- Nos dota de una gran cantidad de datos e información, que utilizadas de manera adecuada nos permitirían mejorar el sistema y hacer análisis de estos datos para tomar acciones dentro de las organizaciones. 
- Los tiempos de transacciones son mucho más rápidos, debido a la capacidad que tiene el blockchain de distribuir y procesar a través de la red cualquier transacción.

- Por supuesto, un ahorro de costes debido a la supresión de los intermediarios y los terceros que en otros sistemas son necesarios y retribuidos para realizar el aseguramiento de la transacción.

## 2.6.2 Inconvenientes

- El inconveniente mayor podría ser el derecho de confidencialidad de las empresas. La trazabilidad de un producto puede dar mucha información acerca del proceso interno de la empresa, que, con este sistema, quedaría expuesto al cliente y podría ser utilizado en su contra.



- Es un sistema aún por desarrollar, no existe ningún ERP ni software especializado en trazabilidad que utilice el sistema del BlockChain para ello. Sin embargo, el coste de desarrollar un sistema basado en el BlockChain para el almacenamiento de la trazabilidad no debería ser muy costoso y amortizable en poco tiempo.



- Se necesitaría que todas las empresas desde aguas arriba a aguas abajo aceptaran implantar en sus organizaciones este sistema.



## 2.7 El BlockChain en España

En la actualidad, España es uno de los países que más oportunidades tiene para posicionarse entre uno de los referentes en cuanto a talento en el desarrollo del Blockchain. Por ello han surgido gran cantidad de iniciativas y precursores que demuestran el gran valor existente y el potencial español para el desarrollo de nuevos modelos de negocio con base en estas nuevas tecnologías. Algunas de ellas son:

- Red Lyra (Ilustración 13) se trata del primer consorcio nacional multisectorial en el ámbito del Blockchain y referentes en el sector, su objetivo es la creación de negocios eliminando los intermediarios. Esta red es definida por sus creadores como una red permissionada, esto quiere decir que existen nodos validadores que controlan la información, otros llamados supervisores que gestionan la información y por último nodos usuarios.



Ilustración 13. Red Lyra

- En cuanto a personas referentes en el desarrollo y puesta en conocimiento del Blockchain, debemos de nombrar a Alex Preukschat (Ilustración 14):
  - Desde 2012, asesor de desarrollo estratégico y gestor de proyectos basados en la tecnología Blockchain.
  - Coordinador de Blockchain España (BlockchainEspaña.com)
  - Autor de “Blockchain: la revolución industrial de Internet”



Ilustración 14. Alex Preukschat. Blockchain: la revolución industrial de Internet

- El Observatorio Blockchain (<https://www.observatorioblockchain.org/>), como espacio de promoción y desarrollo para la creación de nuevos modelos de negocio basándose en esta tecnología. Se ha creado como punto de encuentro entre personas y compañías públicas y privadas interesadas en el Blockchain, con el objetivo de facilitar el intercambio de experiencias y conocimiento que genera esta tecnología en nuestra economía. Por ello, este Observatorio lo que hace es:



- Un seguimiento continuo de todo lo que está pasando en el Universo Blockchain.
- Ponerse en contacto con los expertos que lideran la aplicación de esta tecnología.
- Analizar las tendencias que se puedan generar en cada una de las industrias Blockchain.
- La organización de eventos para desarrollar el Blockchain en las empresas.

Este observatorio está liderado por dos mujeres españolas, Úrsula O'Kuinghttons y Covadonga Fernández.

- La Red Alastria se trata de la red de cadena de bloques más extensa de España, la cual nació con el objetivo de desarrollar nuevos sistemas para que las personas o las empresas puedan identificarse digitalmente de forma segura,  
Alastria se trata de un proyecto en el que intervienen empresas del sector bancario, consultoras, energéticas, etc, como un proyecto transversal multisectorial con el objetivo de continuar creciendo, lo que permite que cualquier empresa, start-up, entidad o administración, se adhiera a ella para desarrollar proyectos y prestar servicios. Alastria basa su trabajo en la identidad digital, haciendo que cada usuario de la red posea un contrato inteligente capaz de guardar todos los elementos necesarios para la identificación y la firma legal.
- Por último, tenemos que hacer referencia a las numerosas empresas españolas interesadas en el desarrollo de esta tecnología, como pueden ser Bancos como el Santander, BBVA, La Caixa..., pero también consultoras como Everis, la cual es una de las grandes promotoras de eventos relacionados con el Blockchain, con el objetivo de mostrar sus ventajas y poder desarrollar nuevos productos y servicios a sus clientes.



### 3. Supply Chain

Se comienza a hablar del Supply Chain Management o de la Gestión de la Cadena de Suministro aproximadamente en 1980, de la mano de un consultor estadounidense, sin embargo, es a principios del Siglo XX, con la aparición de la llamada producción en cadena (Ilustración 15) de la mano de Henry Ford con la fabricación de automóviles, cuando se comienza a incluir características como:

- Los cambios a gran escala
- La reingeniería de los procesos dentro de la compañía, desde el inicio del proyecto con la definición de los productos, hasta la distribución al consumidor final
- La reducción de los costos, mediante la eliminación del exceso de inventario, la mejora de la comunicación y por tanto la satisfacción del cliente.

Todo ello impulsado por la necesidad de implantar las técnicas de gestión japonesas en las que se basa el Lean Manufacturing.

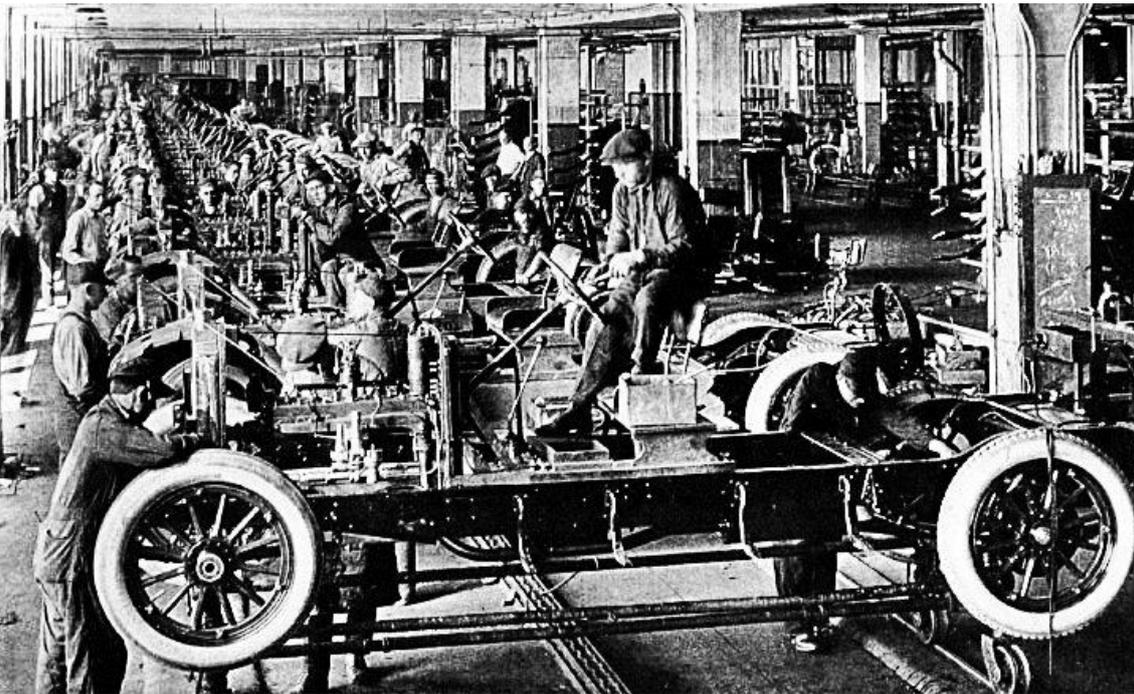


Ilustración 15. Primera línea de producción en masa. Ford T.

Muchas veces, hablamos de la Logística como el todo que gestiona el control de las actividades de una empresa definiéndose por la Escuela de Organización Industrial (EOI) como “conjunto de los medios y métodos que permiten llevar a cabo la organización de una empresa o de un servicio” sin embargo, es el Supply Chain o la Cadena de Suministro que se define como “la estrategia a través de la cual se

*gestionan todas las actividades y empresas que forman parte del proceso logístico de una organización. Integra todas las empresas que participan en la producción, distribución, manipulación, almacenamiento y comercialización de un producto y sus componentes”, la que engloba todos los procedimientos necesarios para el buen funcionamiento de la empresa (Ilustración 16).*



Ilustración 16. Supply Chain Management vs Logistics

Por lo tanto la gestión del Supply Chain comprende la previsión y la gestión de todas las actividades relevantes de búsqueda de proveedores, el aprovisionamiento, y la gestión de todas las actividades de gestión logística, sin embargo la logística se queda en un eslabón de la gestión de la cadena de suministro, la cual se limita a planificar, implementar operaciones, medios y recursos, y controlar los flujos, las existencias físicas y los inventarios asociados, con el fin de cumplir con los requisitos del cliente.

Como hemos visto en diferentes asignaturas del Master, la Gestión de la Cadena de suministro o el Supply Chain Management (SMC), puede estructurarse en seis diferentes áreas (Ilustración 17):

- Planificación y forecasting
- Aprovisionamiento
- Gestión de almacenes
- Gestión de existencias
- Gestión de pedidos y distribución
- Servicio al cliente



Ilustración 17. División del SCM

### 3.1 Previsión y Planificación

El forecasting o previsión consiste en la estimación de la demanda del cliente en un futuro, de uno o varios productos o servicios usando una serie de indicadores, estudios de mercado y técnicas de previsión acordes a lo que vamos a estimar. Esta planificación de la producción es diferente dependiendo el tipo de mercado en el que trabajemos, el sistema de producción que hayamos implantado en nuestra empresa y la diversidad en el número de productos.

En el caso de que los productos a fabricar estén ligados a una temporalidad, por ejemplo, como pueden ser el caso de la producción de aires acondicionados, la

planificación de la producción, los aprovisionamientos, etc, se hará en función de unas estimaciones realizadas en función de estudios de mercado.

Sin embargo, en una empresa como suele ser en la mayoría de las proveedoras del sector de la automoción, los pedidos se realizan a partir de una serie de peticiones mediante un sistema sincronizado, cuando estos tienen una diversidad alta y un consumo alto (Ilustración 18).

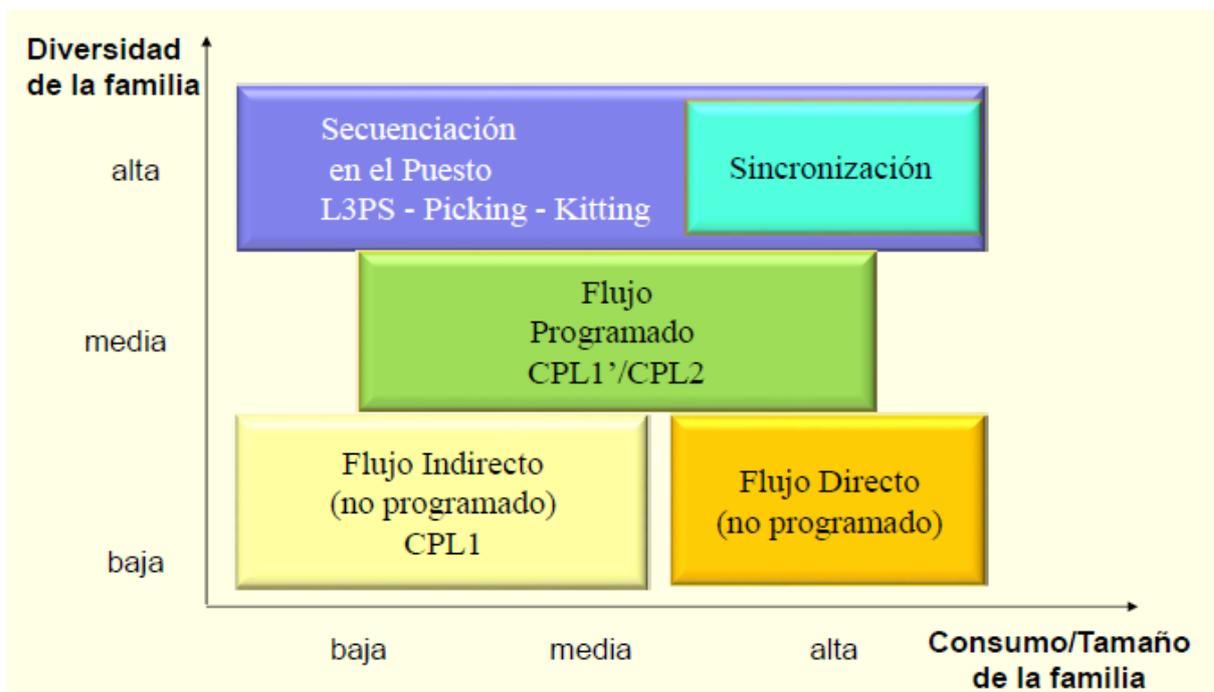


Ilustración 18. Matriz de Flujos en función de la diversidad y consumo/Tamaño de familia

La sincronización y el Justo a Tiempo (JIT) consisten en fabricar los productos demandados en el momento y en la cantidad demandada, evitando de esta manera la acumulación de inventarios y disminuyendo el Lead Time. Para que esto se pueda llevar a cabo, es necesario que nuestro cliente, nos dé una estimación de la producción con un intervalo de tiempo como mínimo del Lead Time, para poder producir los componentes a proveer. Sin embargo, en la mayoría de los casos el cliente adelanta una estimación de la producción para poder prever la necesidad de componentes. De esta manera, como podemos ver en la Ilustración 19, el cliente aporta una estimación de la producción por referencia en la cual va actualizándose semana a semana con datos cada vez más fiables:



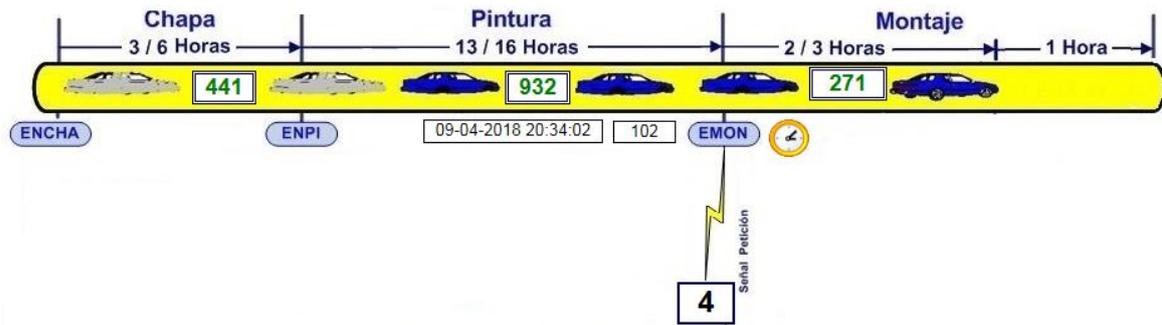


Ilustración 20. Representación envío señales Cliente-Proveedor JIT

De esta forma, vemos como una buena planificación hace que mediante un sistema no JIT podamos ser capaces de abastecer a nuestro cliente de forma fácil y evitar las roturas de stock debido a problemas en nuestra fábrica.

Sin embargo para la correcta implantación de un sistema de gestión integrado de la cadena de suministro, fue necesario el desarrollo e introducción de la planificación de los recursos empresariales, en inglés, Enterprise Resource Planing, o en sus siglas como es conocido por todos, ERP.

Los ERP han sido desarrollados para integrar todas las operaciones de una empresa, ya sean desde el punto de vista de la producción, la logística, los inventarios, los envíos o la contabilidad. Se tratan de sistemas integrados y organizados mediante módulos, que mediante un único programa se tiene acceso a toda una base de datos centralizada. De esta forma, se consigue una respuesta rápida ante cualquier tipo de problema, la eficiencia en los procesos de gestión, la toma de decisiones y por lo tanto la minimización de los costes.

### 3.2 Aprovisionamiento

El aprovisionamiento consiste en la introducción de materiales en la empresa para su transformación o montaje. Este aprovisionamiento de materiales tiene que conllevar una serie de requisitos necesarios para que los mismos puedan ser utilizados el proceso de producción, como son la cantidad, la calidad, el precio y el tiempo.

Muchos de estos requisitos deben equilibrar una balanza para alcanzar los diferentes objetivos propuestos por la empresa, ya que un aprovisionamiento de una gran cantidad de piezas sería ideal para no llegar a tener roturas de stock en las líneas de producción y poder obtener descuentos por comprar a altos volúmenes, sin embargo, una esto haría que los costes de almacenaje aumentaran. Otro factor importante, es la calidad de los materiales a transformar. Las empresas suelen trabajar con una calidad concertada, es decir, únicamente admitir un pequeño tanto por ciento de piezas malas del total de las que se aprovisiona, por lo

que es importante que los materiales no sufran ningún tipo de deterioro en su manipulación o transporte.

Una vez se definieron las bases dentro de la cultura Lean Manufacturing de cómo se debía gestionar la Cadena de Suministro, se empezaron a desarrollar sistemas capaces de mejorar esta gestión a realizar.

En un primer lugar se desarrolló el “Electronic Data Interchange (EDI), sistema que permitía a las empresas intercambiar documentos, siempre y cuando estos sean normalizados, entre sistemas informáticos para mejorar las relaciones comerciales entre ambas, por ejemplo, pedidos, albaranes, inventarios...

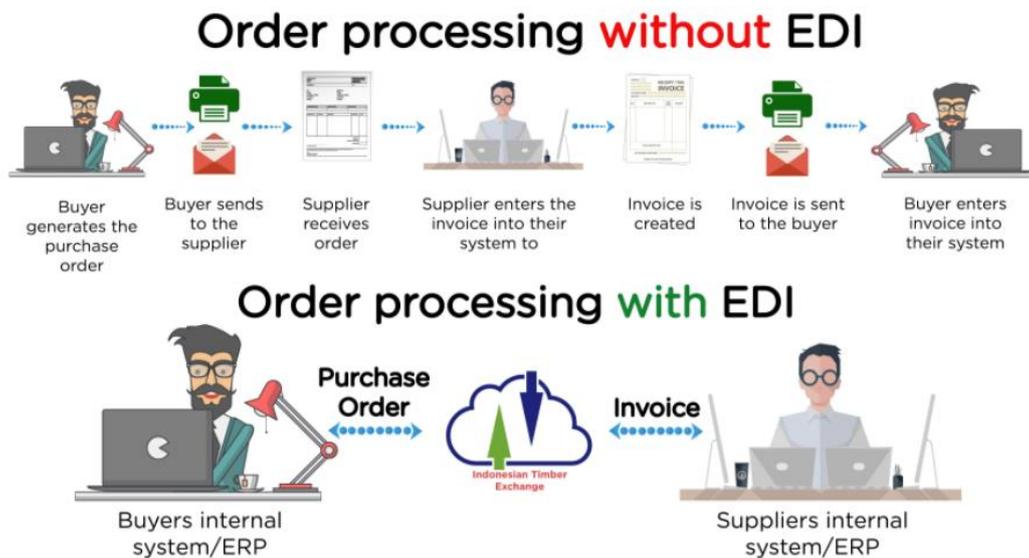


Ilustración 21. Gestiones sin EDI vs Gestiones con EDI

De esta forma, como podemos ver la Ilustración 21, se reducen procesos manuales que pueden dar lugar a equivocaciones, así como se reducen los tiempos de espera tanto de proveedor a cliente como de cliente a proveedor, mejorando la relación entre ambas.

### 3.3 Gestión de almacenes

Como todos sabemos, un almacén es un espacio, recinto o instalación diseñada para guardar la mercancía, por lo tanto en ella se realizan operaciones de almacenamiento e incluso de preparación (picking y kiting). Para una correcta gestión de almacenes, tenemos que tener en cuenta diferentes factores como son:

- La máxima utilización de espacio del almacén, tanto en bidimensional como en tridimensional, asegurando en todo momento la idoneidad de lugar

donde vamos a almacenar los materiales en función de los concionantes que puedan tener los mismos.

- Aseguramiento de la rotación de los stocks, mediante un sistema FIFO, garantizamos la su cumplimiento. Además es un método sencillo y fácil de aplicar gracias a la utilización de rodillos deslizantes y la fuerza de la gravedad.
- Estudiar la localización idónea de los materiales con el objetivo de reducir los movimientos y por lo tanto los costes de manipulación, de forma que tengamos más próximos a la zona de utilización los de mayor cadencia y alejados los de cadencia reducida.

Caso relevante de señalar en el presente proyecto, debido al enfoque que se le va a dar hacia el sector de la automoción, es el almacén automático de gestión de cajas de componentes que SEAT está construyendo en su fábrica de Martorell (Ilustración 22), donde produce en la actualidad los modelos SEAT Ibiza, León, Arona y Audi Q3, con una producción en 2017 de 468.400 vehículos.



**Ilustración 22. Almacén automático SEAT Martorell**

Este almacén automático consta de dos instalaciones, una de 43,7 metros de altura y 7 pasillos, con una capacidad para 24.000 contenedores y un movimiento de 500 contenedores a la hora; y una segunda instalación de 21 metros de alto, cinco pasillos y más de 95.000 cajas, lo que permite mover unas 1.100 cajas por hora. El objetivo de este almacén es hacer a la fábrica más competitiva agilizando la logística y la producción, asegurando la reducción del Lead Time al cliente final a dos o tres semanas, mediante el servicio SEAT Fast Lane.

### 3.4 Gestión de existencias

Una de las gestiones más importantes dentro del SCM, es la gestión de existencias. Estas técnicas de gestión están cada vez más avanzadas de forma que muchas empresas han pasado de tener un personas dedicadas en exclusiva al recuento de existencias “Stock Controller”, a incorporar una serie de medios como pueden ser los sistemas RFID o la gestión del SCRAP, capaces de, mediante un correcto uso de las mismas, controlar en todo momento el stock de Materia prima y evitar de esta manera rupturas de stock debido a incongruencias entre el stock real y el stock del que se tiene constancia. Para ello, es necesario implantar sistemas como el RFID, capaces de, por ejemplo, contar el número de piezas que introducimos en un almacén (Ilustración 23) mediante una serie de tags y lectores, de forma que en todo momento se conoce el stock del que disponemos.

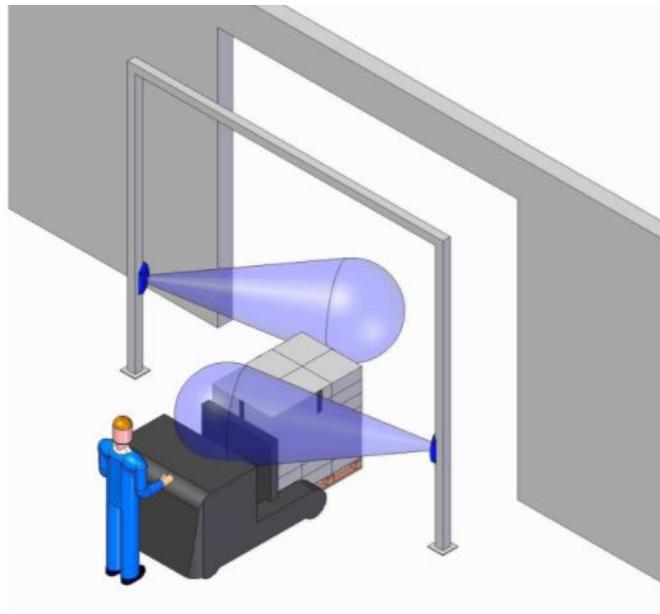


Ilustración 23. Sistemas RFID de uso en la logística

RFID son las siglas en inglés de Radio Frequency Identification, en español Identificación por radiofrecuencia. Este sistema permite identificar a distancia, mediante un lector y sin contacto cualquier tipo de producto, pallet, vehículo, persona, que se encuentre dentro de nuestra planta de producción. Este sistema puede ser utilizado como un efectivo sistema de trazabilidad, algo indispensable dentro del sector de la automoción y que se extenderá al resto de sectores.

Los sistemas RFID están compuestos principalmente por, etiquetas RFID, también llamadas tags, lectores y una Base de Datos:

- Tags o etiquetas RFID. Estos tags disponen en su interior de un pequeño chip y una antena impresa (Ilustración 24), lo que les permite comunicarse con el lector de forma única debido a que cada tag está asociado a un número de serie o ID individual. A su vez, disponen de una pequeña memoria que les permite guardar los datos que los lectores les manden.



Ilustración 24. Sistema interno Tag.

Dependiendo el uso que le queramos dar a los tags, existen multitud de formas y tamaños (Ilustración 25), los cuales nos permiten utilizarlos para distintas funciones. Existen tags encapsulados en plástico que nos dan una mayor durabilidad y nos permiten la reutilización de los mismos, por ejemplo, cuando se quiere llevar el control de pallets retornables, o tags en forma de tarjeta o en forma de etiqueta que nos permiten identificar el flujo de los objetos.



Ilustración 25. Tag RFID en forma de tarjeta y Tag RFID encapsulado.



- Lector RFID. El lector RFID es el sistema encargado de leer los tags, este sistema realiza peticiones por radiofrecuencia al chip que integra los tags. Esta comunicación por radiofrecuencia, requiere la incorporación de una antena que depende de la frecuencia en la que funcionen, en la actualidad existen cuatro bandas de radiofrecuencia utilizadas en el RFID:

Banda de Frecuencias	Descripción	Rangos
125 KHz	Baja Frecuencia	Hasta 50cm
13,56 MHz	Alta Frecuencia	De 8cm
400MHz-1000MHz	Ultra Alta Frecuencia	De 3 a 10m
2,45GHz – 5,4GHz	Microondas	Más de 10m

Ilustración 26. Bandas de Frecuencia RFID

Puede existir multitud de lectores dentro de la organización, pudiendo de esta forma generar órdenes y grabar información en los tags dependiendo la zona en la que se encuentren.

- Para llevar a cabo la implementación de los sistemas RFID, se necesita además de los tags y los lectores, un sistema de procesamiento de datos capaz de almacenar el elevado volumen de información que todo este sistema genera, es necesario el ese servidor local sea capaz de interactuar con los sistemas de la fábrica de gestión de la fábrica (ERPs como SAP, IDPS...) para poder tomar decisiones y ejecutarlas mediante la utilización del sistema RFID.

La principal ventaja de este sistema y la cual nos servirá para desarrollar el resto del trabajo, es la no necesidad de contacto físico para que exista comunicación entre el lector y el tag.

Es cierto que la implantación de estos sistemas es costoso, debido al elevado número de puntos a controlar y debido también a que estos sistemas deben implantarse ya desde los proveedores de los componentes

Combinando los sistemas RFID, un correcto sistema de gestión del SCRAP necesario para descontar piezas no conformes y un ERP capaz de descontar los componentes que estamos utilizando para la producción diaria, conseguiremos una correcta gestión de las existencias a tiempo real.

### 3.5 Gestión de pedidos y distribución

Debemos tener siempre en cuenta que el objetivo principal de toda empresa es evitar la parada de fabricación o la ruptura a nuestros clientes ya seamos una empresa proveedora o la empresa final de cara al cliente. Para ello, debemos tener en cuenta factores estratégicos que nos ayuden a conseguir nuestro objetivo principal, amoldándose a los requisitos como pueden ser los costes, la garantizarían de los horarios o la calidad del servicio.

La gestión de los pedidos depende del sistema que hayamos adoptado con nuestro cliente. Centrándonos en el transporte por carretera ya que representa el 80% del volumen total de los modos de transporte (Ilustración 27), y teniendo un sistema de distribución programado con nuestros clientes (aplicable también con nuestros proveedores), debemos identificar:

- Flujos regulares, es decir, las distintas rutas que puede recorrer el transporte para llegar al cliente.
- Planificar las frecuencias, cumpliendo los horarios de entrega.
- Controlar el tráfico rodado por las diferentes rutas, para tener capacidad de reacción ante posibles incidencias que puedan surgir.

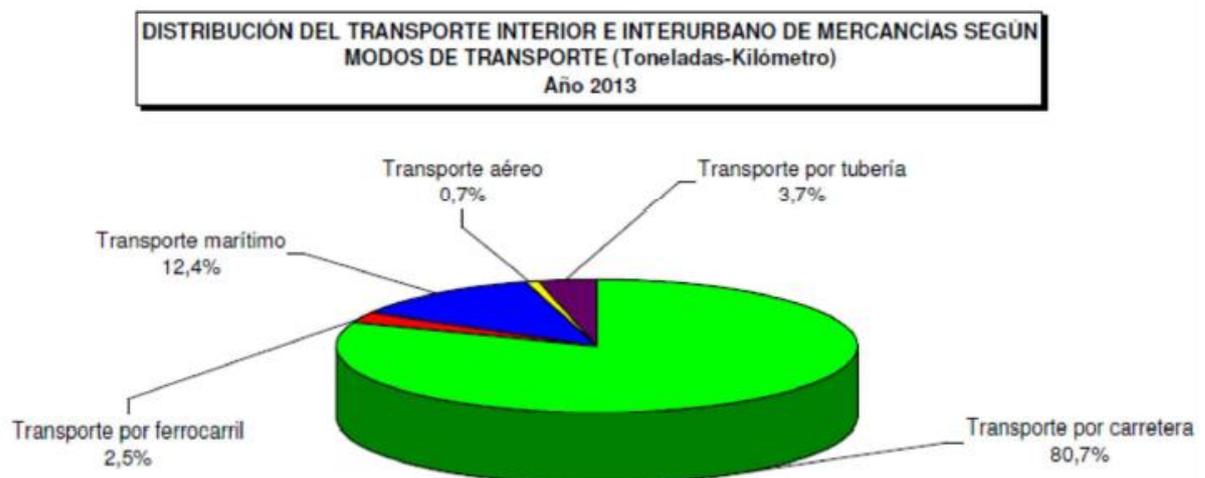


Ilustración 27. Distribución del transporte de mercancías

Este sistema de distribución programado, es utilizado entre empresas que trabajan bajo el sistema JIT, las cuales tienen que llevar el control exacto de la frecuencia de los camiones que deben proveer al cliente. Poniendo un ejemplo sencillo entre una proveedora del sector de la automoción y una empresa productora situadas a 50Km (35 minutos en camión) y teniendo en cuenta las siguientes condiciones:

- Tack-Time del cliente es 59 segundos



- Un camión es capaz de llevar 48 pallets (1 pallet para cada coche)
- Se tardan 20 minutos en descargar un camión y 15 en cargarle

$$\begin{aligned} \text{Frecuencia suministro} &= 48 \text{pallets} \times 59 \frac{\text{segundos}}{\text{pallet}} = 2832 \text{ segundos} \\ &= 47 \text{ minutos y } 12 \text{ segundos} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T. \text{ necesario para un trayecto completo} \\ &= t. \text{ descarga} + t. \text{ ida} + t. \text{ carga} + t. \text{ vuelta} \\ &= 20 \text{ min} + 35 \text{ min} + 15 \text{ min} + 35 \text{ min} = 105 \text{ min} \end{aligned}$$

Por lo tanto, los camiones necesarios para no producir roturas de stock al cliente es:

$$\begin{aligned} N^{\circ} \text{ Camiones necesarios} &= \frac{\text{Tiempo necesario para un trayecto completo}}{\text{Frecuencia suministro}} \\ &= \frac{105 \text{ min}}{47,2 \text{ min}} = 2,22 \text{ camiones} \end{aligned}$$

Por lo tanto para proveer bajo un sistema de producción continua en JIT, necesitaremos como mínimo 3 camiones.

Sin embargo, trabajando mediante un sistema bajo demanda, los objetivos a cumplir se basan en la reactividad y la optimización de los costes. Para cumplir estos objetivos, tendremos que centrar nuestros esfuerzos en:

- Buscar la ocupación óptima de la carga dentro del contenedor, adaptando si es posible el transporte a los requisitos de la carga
- Programar el circuito a realizar en el cual podamos servir a la mayor cantidad de clientes posibles con un solo camión.

Por último, en los casos en los que el transporte ordinario falla por diversos factores como pueden ser atmosféricos, el tráfico... y se es necesario evitar la ruptura a nuestros clientes, se fletan transportes especiales mediante los diferentes operadores existentes en el mercado, por carretera, aéreos o marítimos.

Como he comentado anteriormente es imprescindible tener calculadas tanto rutas alternativas como sistemas de transporte alternativos con el fin único de evitar roturas de stock en el cliente y evitar de esta manera la utilización de transportes especiales, con los que incurriríamos en elevados costes por una cantidad a proveer ínfima.

### 3.6 Servicio al cliente

Por último, el SMC tiene en cuenta las gestiones que haya que realizar antes de la venta del producto, durante la venta del producto y después de la venta del producto, como pueden ser:

- Las devoluciones de productos
- Los errores de facturación
- La gestión de devoluciones por reclamaciones de clientes

Incluso, nos permite automatizar envíos a clientes, pedidos o realizar estudios de negocio con los datos que continuamente se van incluyendo en la base de datos ayudando de esta forma a la toma de decisiones estratégicas en cuanto a la apertura de nuevas tiendas, buscar nuevos nichos de negocio...

Toda esta gestión, es realizada por los SGE (Sistemas de Gestión Empresaria) dentro del módulo de CRM (Customer Relationship Management), el cual ayuda a las empresas a gestionar las relaciones con los clientes de forma clara y organizada.

Uno de los puntos más importantes tras la venta de los productos y centrándonos ya en el sector de la automoción, es la gestión de las reclamaciones de garantía. Las reclamaciones de garantía, son todas las piezas que retornan al productor debido a No Conformidades, en su mayor medida de calidad. Por ejemplo, en el caso de la gestión de reclamaciones en el sector de la automoción, toda pieza sustituida en los concesionarios, es retornada al Tecnocentro y de este, tras un análisis preliminar, a los proveedores de rango TIERX a los cuales les corresponda el análisis de la no conformidad.

El sector de la automoción, y más concretamente la industria productora automovilística, ha sido siempre considerado uno de los sectores punteros en cuanto a innovación como a la aplicación de la Normativa en cuanto a Calidad, Seguridad y Protección Ambiental. Todas las empresas de producción de piezas del sector de la automoción, así como las empresas productoras del automóvil, plantas de ensamblaje, talleres... son objeto de certificación por parte de la IATF (International Automotive Task Force).

La IATF es una organización formada por una serie de fabricantes de automóviles (BMW Group, FCA, Daimler, Fprd, GM, PSA Group, Alianza Renault-Nissan, Volkswagen) agrupada para mejorar la calidad de los productos del sector de la automoción en todo el mundo. Para ello, precisa de unos sistemas de calidad internacional, la norma IATF 16949 (Sistema de Gestión de la Calidad para la industria automotriz) de exigidos a los proveedores directos como materiales de producción, piezas de productos o servicios. Por lo tanto, hacen que estos proveedores lleven a cabo una serie de procedimientos definidos en sus procesos

requeridos por la IATF, los cuales son auditados bianualmente en la planta del proveedor. Algunos de los requisitos exigidos por la Norma IATF son:

- Documentar la gestión de la seguridad del producto en los procesos de fabricación.
- Crear planes de contingencia para continuar el suministro ante cualquier evento.
- Documentar y actualizar el FMEA (Análisis modal de Fallos y Efectos).
- Seguimiento de los puestos de Seguridad y Reglamentación, con control de los parámetros de las herramientas de los mismos.

Es decir, una serie de documentos u procedimientos que aseguren que se cumplen una serie de requisitos indispensables para asegurar que al cliente se le suministran los productos en el tiempo, cantidad y calidad adecuados.

Para la concepción de la Norma IATF 16949, se revisó la norma general ISO/TS 16949, dando como enfoque a:

- El pensamiento basado en el riesgo
- La integración de los requisitos específicos del cliente
- La seguridad del producto
- La factibilidad de fabricación
- Y la Gestión de Garantía

De esta manera, la norma IATF 16949:2016, reemplaza a la norma ISO/TS 16949 debiendo estar ésta implantada en todas las organizaciones afectadas como fecha máxima en septiembre de 2018 Ilustración 28:

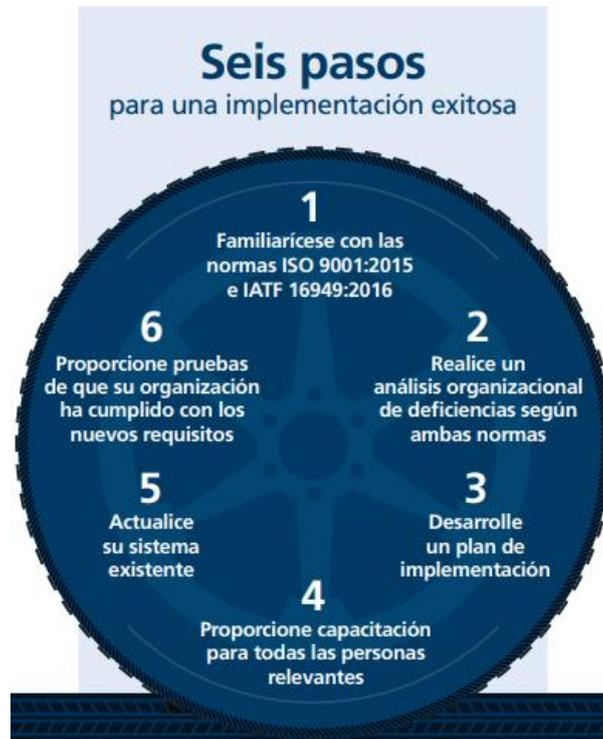


Ilustración 28. Implantación Norma IATF 16949

En el último punto de Gestión de Garantías, se hará hincapié en capítulos posteriores, ya que será uno de los temas a desarrollar del presente TFM.

### 3.7 Trazabilidad

En la actualidad, uno de los objetivos de la recopilación de datos en la industria, es la necesidad de obtener toda la trazabilidad de un producto. Es decir, la trazabilidad de un producto consiste en la capacidad de decir qué subproductos lo componen y las cantidades, sabiendo de qué proveedor provenían las materias primas con las que se ha elaborado un lote y al cliente al que se le han suministrado esos productos.

De esta manera, existen varios tipos de trazabilidad dentro de un producto:

- Trazabilidad externa hacia atrás: con la que tratamos de conocer el origen de cada producto o componente utilizado para producir el nuestro dentro de la cadena de suministro.
- Trazabilidad interna: consiste en poder obtener un estado pasado o inicial de un elemento que ha sido procesado dentro de una organización dentro de los propios elementos de la misma.

- Trazabilidad externa hacia delante: por consiguiente, se trata de poder obtener los estados de un elemento una vez han sido enviados a nuestro cliente

Existe una directiva europea, EC178/2002, la cual obliga a los sectores dedicados a la industria de la alimentación, tanto humana como animal, a la industria de envases, aditivos, gases... que estén en contacto directo con un alimento en el packaging, a guardar la trazabilidad de estos productos. Esta directiva también se aplica a la industria farmacéutica y a la cosmética y otras muchas, como la industria de la automoción, con la norma IATF 16949, como he explicado anteriormente, también están obligadas a mantener la trazabilidad de sus productos.

El registro de la trazabilidad, debe ser un proceso que se lleve a cabo durante toda la cadena de suministro, por cada empresa por la que pase un producto o subproducto, teniendo como tres grandes bloques de control de la trazabilidad:

1. La recepción de materias primas o componentes suministrados por los proveedores.
2. El movimiento de materiales dentro del centro de trabajo, así como la transformación de los mismos hacia los productos finalmente elaborados.
3. La expedición de los productos terminados de la empresa a sus clientes.

### 3.7.1 Trazabilidad en la recepción de materiales

Como he dicho anteriormente, para poder obtener un buen sistema de control de la trazabilidad, es necesario que la misma se controle durante toda la cadena de suministro y los proveedores son un aspecto clave dentro de este control. Por ello, cuando un producto o materia prima llega a una planta de transformación o montaje, debemos conocer lo siguiente en el momento de la recepción de estos productos:

- ¿Quién es el proveedor de estos productos?
- ¿Qué se ha recibido?
- ¿Cuándo se ha recibido y qué se ha hecho con ello cuando se recibieron?
- ¿Qué controles se han pasado a ese producto en el punto de recepción?

Como hemos visto en el apartado 3.8 Gestión de existencias, existen sistemas capaces de controlar la recepción de la mercancía de forma automática (los sistemas RFID), pero para ello es necesaria la implantación de estos sistemas desde los proveedores (Ilustración 29).



Ilustración 29. Etiqueta trazabilidad producto.

Por lo tanto, lo valor que nos da el control de la calidad a la hora de la recepción de materiales, es el poder conocer, tanto las existencias que tenemos en la planta, como los distintos materiales utilizados para la producción de un producto concreto.

### 3.7.2 Trazabilidad en la transformación de los materiales

La trazabilidad en la recepción y en la transformación de los materiales están muy ligadas, ya que como hemos dicho antes en la producción vamos a poder conocer exactamente la procedencia de las materias primas con las que estamos elaborando un producto concreto y en el caso de que exista una No Conformidad encontrada en un producto determinado, poder realizar un sorting del lote de piezas en el que se encontraba la pieza No conforme y evitar de esta forma introducir piezas No Conformes a nuestras líneas de producción que darían problemas en las mismas o en el cliente final.

La trazabilidad interna de la transformación o montaje de los materiales, consiste únicamente en ir recogiendo la traza que deja un producto por todos los procesos internos por los que tiene que pasar en un proceso de producción, es decir manipulaciones, composición, maquinaria utilizada, turno, lote, condiciones medioambientales... es decir, todo factor que pueda afectar al cliente o consumidor final. De esa forma, a algunas preguntas a las que tendrá que responder esta trazabilidad interna son:

- ¿Cuándo se han producido/mezclado/transformado los productos?
- ¿Qué producto se crea?
- ¿Qué componentes/materias primas... se han utilizado en su producción?

- ¿Qué condiciones se han dado para su producción?

Por supuesto, esta trazabilidad en la transformación o montaje de productos debe cumplir con los requisitos marcados por las directivas o normas de cada sector EC178/2002 para la alimentación y el sector farmacéutico, IATF 16949 para la automoción, etc.

### 3.7.3 Trazabilidad en la expedición del producto terminado

En cuanto a la trazabilidad en la expedición del producto terminado o trazabilidad externa, únicamente consiste en añadir algunos datos a la trazabilidad interna. Las empresas deben ser capaces de conocer a dónde han enviado sus productos, hecho que se complica en el caso de que existan múltiples clientes.

En ocasiones, nos encontramos con noticias como la siguiente: “*Retiran en España varios lotes de Puleva Bebé, Damira y Sanutri tras los casos de salmonela en Francia*”. En la noticia, se nos informa de que ciertos lotes producidos por esta empresa, podrían estar contaminados con salmonela (Ilustración 30)

«Es igualmente importante destacar que el consumo de los lotes no incluidos en la retirada y del resto de productos de las marcas **Sanutri, Damira y Puleva es totalmente seguro**, incluyendo todos los productos de leche líquida de la marca Puleva Peques, que se producen en fábricas de la compañía en España», asegura. Según explica la compañía, la medida ha sido adoptada en coordinación con las Autoridades Sanitarias francesas y con la Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición (AECOSAN), con quien la compañía mantiene una colaboración continua.

Nombre del producto	Número de lote	Fecha de consumo preferente
DAMIRA 2000	17C0012491	14/03/2019
DAMIRA 2000	17C0012855	31/05/2019
DAMIRA 2000	17C0013699	31/10/2019
DAMIRA 2000	17C0013854	23/11/2019
DAMIRA 2000	17C0013202	01/08/2019
DAMIRA ARROZ HIDROLIZADO	17C0012490	13/03/2019
DAMIRA PRO 1	17C0013700	01/11/2019
DAMIRA PRO 2	17C0012509	15/03/2019
DAMIRA PRO 2	17C0012857	31/05/2019
DAMIRA PRO 3	17C0012876	01/06/2019
DIARICAL	17C0012859	01/06/2019
DIARICAL	17C0013701	03/11/2019
LACTODAMIRA 2000	17C0013855	24/11/2019

Ilustración 30. Noticia salmonelosis

Sin embargo, la compañía fue capaz de analizar toda la información recogida en su trazabilidad, es decir, de rastrear sus datos y dar con exactamente todos los lotes de productos que bien porque se hubieran obtenido de la misma granja, se hubieran tratado en la misma línea o hubieran podido estar en contacto, retirar del mercado todos los posibles lotes potencialmente impactados por la No Conformidad y únicamente expedir productos de calidad.

### 3.7.4 Rastreabilidad

Una de las metas que busca conseguir el registro de la trazabilidad, es la capacidad de rastrear con rapidez y eficiencia ciertos datos referentes a la elaboración de un producto. Como hemos visto en el apartado anterior con el caso de la salmonela, la rastreabilidad nos permite dar respuestas ante situaciones de emergencia o contingencias, ya no solo de retirada de alimentos, sino cualquier tipo de producto que haya podido ser detectado No Conforme posteriormente a su producción y que ya haya sido entregado al cliente, corriendo el riesgo de no aportar el valor buscado por el cliente.

## 3.8 El Supply Chain en la Actualidad.

No fue hasta finales de 1980 cuando se consiguió la introducción de los sistemas Supply Chain en un gran número de organizaciones. Esto fue debido a las reticencias al cambio y el elevado desembolso económico inicial que suponía para las empresas la implantación de los sistemas EDI y ERP. Sin embargo, debido a la globalización en la gestión de la cadena de suministro, las organizaciones se vieron obligadas a introducir estos sistemas, viendo aumentar su ventaja competitiva y el valor añadido de sus productos debido a la reducción de los costos que supuso la implantación de estos sistemas.

Por lo tanto, como hemos visto el Supply Chain Management se define como: "*La integración de los procesos clave de los negocios, desde el usuario final hasta el proveedor original, con el objetivo de optimizar los flujos de productos, servicios e información para agregar valor a los stakeholders*". Explicando parte por parte la definición tenemos que:

- Integrar consiste en formar una red sincronizada con los proveedores y los clientes, la cual permite que información fluya de manera transparente.
- Procesos claves de negocios son actividades que producen un resultado con valor añadido.
- Desde el usuario final hasta el proveedor original, es decir que en red que debemos formar deben integrarse también los proveedores y los clientes.
- Flujos de productos, servicios e información representan los distintos flujos (físicos y virtuales).

- Agregar valor es lograr un impacto significativo en alguna de las dimensiones de creación de valor.
- Stakeholders son toda persona que tenga influencia sobre la empresa, es decir, los clientes, los empleados, los accionistas....

Como hemos visto en los diferentes capítulos es este apartado, es indispensable para una empresa en la actualidad, ser capaz de integrar todas sus gestiones en un buen Sistema de Gestión Empresarial informático, como puede ser SAP, Oracle, OpenBravo... el cual permita poder realizar cualquier tipo de gestión de la empresa bajo este sistema, gracias a sus diferentes módulos, haciendo que la toma de decisiones sea muchas veces automática y las que no, fáciles y sencillas de tomar.

En la actualidad, se están creando nuevos softwares capaces de realizar informes, agrupar la información automáticamente y presentarla de forma clara y ordenada. Una de las empresas que más ha propulsado en la actualidad la utilización de sus software integrando es SAP. SAP ha lanzado SAP NetWeaver, tratándose de una plataforma la cual integra todas las aplicaciones de SAP, de esta forma además de poder gestionar todo tipo de elementos técnicos de las empresas, se pueden gestionar también gracias a su integración con los PLC's, los datos de producción del día a día y a tiempo real como podemos ver en la ilustración 31:

- Datos diarios de Calidad
- Retrabajos
- Scrap o piezas desachadas
- Datos de producción, como paradas de línea, producción por hora...

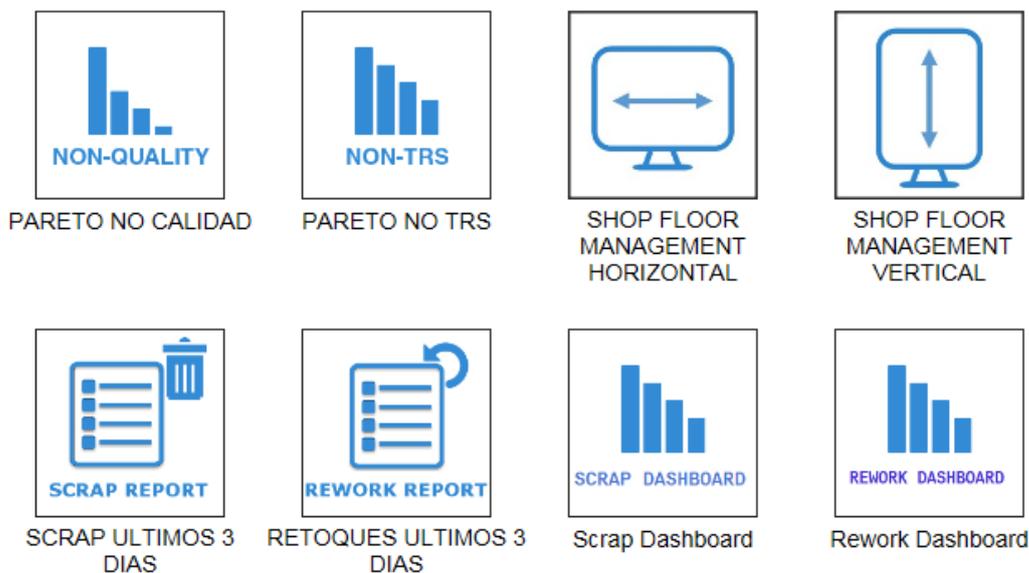


Ilustración 31. Opciones SAP NetWeaver

De esta forma, integrando todos los elementos que tengan cierta relevancia dentro del día a día de la empresa, podemos llegar a tener un control a tiempo real del estado de nuestras líneas de producción. SAP NetWeaver permite adaptar su software a cada empresa por lo que se programaría de forma individual para cada planta de producción.

## 4. Aplicación del BlockChain en el Supply Chain

El Blockchain es posiblemente una de las tecnologías emergentes más confusas y complejas de los últimos años, pero también una de las que ofrece mayores beneficios al Transporte y la Logística y por tanto al Supply Chain:

- Procesos rápidos y automatizados entre los distintos miembros de la interacción.
- El conocimiento a tiempo real del estado de la interacción, pudiendo reducir el tiempo de confirmación, la intercomunicación entre los actores, etc.
- El cumplimiento del acuerdo y la transparencia, permiten mitigar el riesgo de fraudes, siendo este uno de los beneficios más influyentes e importantes.
- La inmutabilidad del histórico que nos ofrece la cadena de bloques permite el conocimiento de todos los pasos seguidos con certeza.
- Otro de los beneficios, y que hasta ahora no había hablado de él es la aplicación a los contratos inteligentes, aplicaciones que aseguran el cumplimiento y ejecución de los acuerdos llevados a cabo por dos actores, así como la capacidad de negociación y definición de los mismos o a posteriori debido a las diferentes necesidades que se creen una vez finalizado el contrato. Se basan en la sentencia tan usada en programación como es el:

If – Else

- La facilidad de rastreo que nos ofrece el Blockchain, permite a las empresas obtener información más detallada sobre el ciclo de vida de un producto, incluyendo todo tipo de información (proveedores, detalles de fabricación, información logística...).
- Retroalimentación de los consumidores, es decir, responder a las cuestiones sugerencias y quejas de los clientes sobre los productos

Como vemos, la tecnología Blockchain nos permite ampliar nuestro conocimiento y toda la información sobre el producto, hecho que en la actualidad, con el Big Data y la utilización del análisis de datos es una función esencial para cualquier tipo de empresa que no quiera quedarse estancada y caer en la etapa de declive en la época actual.

En los siguientes subcapítulos se desarrollaran propuestas de mejora en diferentes sectores, automoción, alimentación... muchas de ellas en cuanto a aseguramiento de la trazabilidad se refiere, debido a que una de las propiedades a explotar del Blockchain es su extremada seguridad gracias a la estructura por la que está formada.

## 4.1 Blockchain en el SC de la automoción

El sector de la automoción siempre ha sido uno de los pioneros en cuanto a la aplicación de la innovación tecnológica en sus procesos de fabricación, favorecido por la búsqueda continua de mejora de la productividad, mejora de la calidad y de la satisfacción del cliente en cuanto a entregas y plazos, es decir, de aumentar la rentabilidad del producto mediante la reducción o eliminación de los despilfarros mediante la cultura Lean Manufacturing.

La Cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0, trata de interconectar todos los procesos de fabricación mediante el Internet de las Cosas (IoT), es decir, una nueva forma de organizar los medios de producción y adaptarse a las necesidades a través de las denominadas Fábricas Inteligentes. La digitalización de las áreas de producción y logística, puede optimizar el rendimiento a través de una mayor eficiencia, flexibilidad y tiempo de respuesta al mercado, basándose en herramientas como la estandarización, la interoperabilidad, el IoT o el Big Data, mejorando, por tanto, la intercomunicación entre los sistemas de gestión y las plantas de fabricación. Esto hace que se multiplique el volumen de información que es analizada en tiempo real.

La industria 4.0 busca la mejora en cuanto a productividad, costes (tanto directos como indirectos) y calidad, esto se lleva a cabo mediante la implantación de una serie de herramientas dentro de la empresa, gracias a las cuales seamos capaces de medir y analizar a tiempo real, lo que está ocurriendo en nuestra empresa:

- Tecnologías móviles y las interfaces persona máquina permiten obtener información proveniente de los distintos sistemas.
- Productos inteligentes y Trazabilidades, se debe conocer en todo momento toda la información de un producto, conociendo la trazabilidad del mismo durante todo su ciclo de vida.
- Robótica colaborativa, donde operario y robot realizan operaciones complementarias sin necesidad de barreras o protecciones entre ambos.
- Fabricación aditiva, lo que permite la fabricación de un producto minimizando los desperdicios de materia prima y garantizando una calidad similar a la de la fabricación tradicional.

Como podemos ver, todas estas herramientas, nos permiten conocer el estado de nuestra fábrica a tiempo real, pudiendo de esta manera tomar decisiones ante cualquier imprevisto, pasando a ser un factor fundamental el poder disponer de habilitadores digitales que lo posibiliten.

### 4.1.1 ¿Por qué es interesante el BlockChain en el sector de la automoción?

Como hemos visto anteriormente, el BlockChain se encuentra en la actualidad en una etapa de crecimiento exponencial en todo tipo de industrias y sectores, sin embargo, no existe ninguna empresa de automoción que haya desarrollado aún un sistema bajo esta herramienta, siendo una potencial fuente de valor gracias a las siguientes características propias del sector:

- Como se ha explicado técnicamente en capítulos anteriores y como veremos más adelante ya aplicado en el sector de la automoción, el blockchain nos permite verificar la trazabilidad de un componente en cualquier momento.



#### **TRACEABILITY**

Verify the location and origin of raw materials, components and manufactured products in real-time, on-demand, anywhere

- Nos permite garantizar la calidad de los productos gracias a la trazabilidad ya comentada y el cumplimiento en cuanto a certificaciones y estándares regulatorios.



#### **CERTAINTY**

Guarantees of product quality, grade and origin; compliance with certification and regulatory standards

- Rapidez en la solución de problemas, ya sean de compras/ventas, como calidad, distribución, etc...



#### **FAST SETTLEMENT**

Real time sales transactions with atomic ownership transfers and proceeds distribution

- Uno de los campos en los que el desarrollo del BlockChain más contribuiría al sector de la automoción es en el aumento de la simplicidad, ya que

mejoraría la realización de auditorías, reduciría el volumen de papel almacenado y aumentaría la colaboración con los proveedores, como veremos a continuación.



### **SIMPLICITY**

Streamlined reconciliation; eliminates exceptions; improved auditability; reduces paperwork; increased collaboration with ecosystem partners

## **4.1.2 Trazabilidad en el sector de la automoción**

Como ya hemos comentando, la trazabilidad es uno de los factores más importantes dentro de la automoción y un filón a desarrollar dentro de la Industrial 4.0. Gracias a la trazabilidad de un producto, podemos saber qué ha ocurrido en todas las etapas de producción y distribución de un producto, siendo definido por la IATF como “*la capacidad para seguir el histórico, la aplicación o la localización de un objeto. Puede estar relacionada con el origen de los materiales y las partes, el histórico del proceso y la distribución y localización del producto o servicio después de la entrega*”.

Uno de los requisitos de la norma IATF, como expone en su punto 8.5.2.1 Identificación y trazabilidad, es el siguiente:

*“La trazabilidad en automoción sirve para cotar puntos de inicio y final claros en relación a los productos recibidos por el cliente o en relación a los productos no conformes en el campo por calidad y/o seguridad. Por tanto, la organización deberá implementar procesos de identificación y trazabilidad como se describe a continuación:*

*La organización llevará a cabo un análisis de los requisitos internos, del cliente y normativos para todos los productos de automoción y desarrollará y documentará planes de trazabilidad basados en los niveles de riesgo o gravedad del fallo para empleados, clientes y consumidores. Estos planes deberán definir los sistemas, procesos y métodos de trazabilidad apropiados por producto y planta productiva de tal modo que:*

- *La organización pueda identificar productos no conformes y/o bajo sospecha de no conformidad.*

- La organización pueda segregarse los productos no conformes y/o bajo sospecha de no conformidad.
- Se garantice la capacidad de cumplir con los requisitos de tiempo de respuesta del cliente y/o normativos
- Se mantenga información documentada en el formato (electrónico, físico, archivo) que permita a la organización cumplir con los requisitos de tiempo de respuesta.
- Se garantice la identificación serializada de cada producto de forma individual, si así lo especifica el cliente o las normas reglamentarias
- Se garantice que los requisitos de identificación y trazabilidad han sido extendidos a los productos de suministro externo, con características de seguridad/reglamentarias.”

Como hemos visto en los puntos anteriores de la norma, las empresas de automoción, deben ser capaces de implantar sistemas de control de la trazabilidad, no ya una vez llegados los componentes a ensamblar a su fábrica, como ordena la norma IATF 16949, sino que deben de ser capaces de hacer desarrollar a sus proveedores, sistemas que les permitan conocer la trazabilidad de los productos desde su estado de materia prima hasta el producto final, pasando por todas las empresas proveedoras de forma que se pueda avanzar un paso más y poder obtener toda la trazabilidad de un componente (Ilustración 32) perteneciente a producto final.

Nombre PLC	Nombre estación	Msg Num	Num Op	Código componente	Familia componente	Referencia componente Faurecia	Descripción Ref. Comp. Faurecia
PLC_SAVG	FB01	1	1	Y1731A4181716...	ARMRDHFE	22115810000	ARM GC DAV G S...
PLC_SAVG	FB03	4	1	12588241795438	ABLFHFE	16334110000	ABL GC SAV G
PLC_SAVG	FC0A	51	1	Z173281181725...	ARMCDHFE	11833130000	ARM GC CAV G REH
PLC_SAVG	FB02	83	1	D1806185163AXF	FUNRESPA	20285680100	COIFFE DAV G G...
PLC_Manut	End-Line	20	1				
PLC_SAVG	FB01	2	1	Y1731A4181716...	ARMRDHFE	22115810000	ARM GC DAV G S...
PLC_SAVG	FC0A	52	1	Z173281181725...	ARMCDHFE	11833130000	ARM GC CAV G REH
PLC_SAVG	FB03	5	1	12588241795438	ABLFHFE	16334110000	ABL GC SAV G
PLC_SAVG	FB02	84	1	D1806185163AXF	FUNRESPA		
PLC_Manut	Manut C1	72	1				
PLC_Manut	Manut C1	62	1				
PLC_SAVG	FC0A	42	1				
PLC_SAVG	FC01	43	1				
PLC_SAVG	FC02	45	1				

Ilustración 32. Trazabilidad componentes.

La norma IATF 16949 requiere que los proveedores de las grandes empresas finales del sector de la automoción desarrollen los medios apropiados para identificar el producto que les suministra y asegurar de esta forma la conformidad

del mismo, incluyendo todo el procesos de fabricación y todos los requisitos reglamentarios pertinentes.

En el presente capítulo, el cual plasma el desarrollo del TFM, se busca proponer, como se ha adelantado anteriormente, un sistema de control de la trazabilidad de forma que el productor final del automóvil pueda de forma rápida y transparente, conocer toda la trazabilidad y los datos relevantes de un componente que le ha sido suministrado, ya sea por haber tenido un problema con el mismo, por la realización de auditorías o por cualquier aspecto a querer comprobar o corroborar.

#### 4.1.3 ¿Por qué es necesario obtener toda la trazabilidad de un componente de un automóvil?

En la actualidad, gracias a la Industria 4.0 y a la gran cantidad de información de la cual disponen las empresas, somos capaces de mediante una rápida búsqueda en nuestras bases de datos, conocer todos los problemas que haya podido haber en nuestro proceso, sin embargo, cerca del 70-75% de las piezas que componen el vehículo (Ilustración 33) provienen de la multitud de empresas especializadas en la producción y distribución de componentes para los grandes grupos automovilísticos, como pueden ser piezas metálicas básicas, ejes, frenos, asientos, paneles de abord, sistemas de emisiones o parachoques.



Ilustración 33. Porcentaje de piezas de proveedores que componen el vehículo.

Como podemos ver en la siguiente ilustración 34, para fabricar un Renault Megane, producido en la planta palentina de Villamuriel de Cerrato, por ejemplo los siguientes proveedores:

- Valeo, para componentes eléctricos y cableados
- Reydel,
- Michelin, para el suministro de ruedas producidas en las plantas de Valladolid y Aranda de Duero
- Adient

- Grupo Antolín para el suministro de lunas, puertas y ciertas guarnituras, desde las plantas de Burgos y Valladolid
- Plastic Omnium en JIT para el suministro de parachoques delanteros desde la planta abulense de Arévalo
- Faurecia, para el suministro en JIT del conjunto de asientos y para el suministro de los paneles de abordo interiores



Ilustración 34. Principales proveedores automoción

Estos son solo siete de los más de 200 proveedores que puede tener Renault para la producción de los modelos Renault Megane y Renault Kadjar.

La gran cantidad de proveedores viendo el porcentaje de piezas que son suministradas por empresas proveedoras, hace que muchas veces las relaciones entre proveedor y cliente sean complicadas y que sea necesario un control desde los productores hacia los proveedores, y así mismo desde los proveedores TIER1, responsables de la fabricación de sistemas y componentes terminados y suministrados directamente al fabricante de los vehículos, a los TIER2, fabricantes de componentes y subsistemas para el montaje en empresas TIER1 y por último de empresas TIER2 a empresas TIER3 fabricantes de productos semielaborados o materias primas para la fabricación de los componentes.

#### 4.1.4 Seguridad - reglamentación y control de los parámetros

Uno de los factores más importantes para los que consiste el aseguramiento de la trazabilidad en el sector de la automoción, es debido a que existen multitud de piezas indicadas como piezas o componentes de Seguridad y Reglamentación,

como pueden ser los cinturones de seguridad, airbags o los casquillos plásticos de los apoyacabezas. Pero también existen operaciones de seguridad y reglamentación en la producción de un automóvil las cuales tienen definidos requisitos, como por ejemplo, el par de atornillado de los airbags a las estructuras de asientos, el par de atornillado de los cintos al chasis o la composición de los diferentes materiales de los que puede estar compuesto el automóvil para que, por ejemplo, el índice de inflamabilidad no supere los límites definidos en la reglamentación.

Como dice la norma, la trazabilidad en la automoción debe ser capaz de que *“La organización pueda segregar los productos no conformes y/o bajo sospecha de no conformidad”*. Es decir, las empresas deben ser capaces de implementar sistemas que detecten que en operaciones, como los pares de apriete se den con el par que especifica la reglamentación correspondiente o el punto exacto donde se da el punto de soldadura en un chasis (Ilustración 35), siendo capaces a su vez de documentar individualmente los datos de cada producto elaborado y de esta forma analizar los datos y segregar los cuales hayan sido no conformidades dentro del proceso.



Ilustración 35. Robots de soldadura automoción

#### 4.1.5 Dónde aplicar el BlockChain con mi experiencia en la automoción

En la actualidad, y desde hace dos años, me encuentro trabajando en el sector de la automoción, concretamente en el principal proveedor del conjunto de asientos completos para Renault Palencia y Nissan Ávila, Faurecia Asientos de Castilla-León S.L (ACL), con la oportunidad de poder haber trabajado tanto en mi propio centro de trabajo en Valladolid como en la planta de nuestro cliente en Palencia, habiendo también visitado varias plantas de producción de nuestros

proveedores (FEAM Kenitra en Marruecos, FAA Metal y NELAS en Portugal...). Durante estos dos años, he podido trabajar en varios departamentos, en un primer momento en el Departamento de Producción, siete meses más tarde en el Departamento de Ingeniería y Vida Serie, y finalmente, en el Departamento en el que me encuentro ahora de Calidad como Responsable Calidad Cliente. El paso por estos tres departamentos, me ha permitido conocer de primera mano la importancia de una correcta gestión de la cadena de suministro, desde la definición del producto, su gestión logística, la producción de los asientos y finalmente las relaciones con el cliente y la gestión de las garantías.

Como ya he dicho y he hecho hincapié en capítulos anteriores, una de las gestiones en las que el Blockchain podría ayudar a mejorar el sector de la automoción en la gestión de la trazabilidad.

En la actualidad, todas las TIERX del sector de la automoción controlan en mayor o menor medida la recopilación de datos en la producción de sus componentes. Sin embargo, no existe un sistema capaz de evitar la modificación de los mismos y permitir que todas las partes implicadas en un problema obtengan de forma rápida y fácil toda la información necesaria para su análisis. Volviendo a recordar las propiedades del Blockchain, he podido identificar ciertos puntos de mejora a aplicar en el sector:

- En el apartado 2.1 hablábamos de la característica de Desintegración que posee el Blockchain, sin embargo, esta no sería una característica a explotar en el sector de la automoción. Basándonos en una Blockchain o Cadena de Bloques Privada, se podría desarrollar una red en la cual únicamente tuvieran acceso los TIERX de un productor de automóviles y como él mismo. Esto permitiría crear una red privada en la que toda empresa implicada en la producción de un vehículo, pudiera saber a tiempo real el estado de su componente o el estado en el que se están produciendo los componentes que le van a ser suministrados.  
En este caso, existiría un mayor control de la trazabilidad por parte de proveedores y clientes., además de mejorar los tiempos de “respuesta” entre proveedores y clientes ya que todos tendrían acceso a todos los datos necesarios.  
Son muchas las veces que los clientes piden a sus proveedores datos en cuanto a trazabilidad se refiere o en auditorías respecto a, como hemos hablado anteriormente, parámetros de seguridad y reglamentación establecidos para llevar a cabo un control de los mismos.
- En cuanto el apartado 2.2, en el que hablábamos de la seguridad del Blockchain, es la característica que más podríamos explotar en el sector de la automoción.



Como he dicho anteriormente, a diario, los clientes están pidiendo información acerca de la trazabilidad a sus proveedores ante No Conformidades de sus productos que impactan de forma negativa en la calidad de los productos o en las líneas de producción de los mismos. En muchos casos, intercambio de información se hace mediante correos con capturas de pantallas extraídas directamente del software que gestiona la trazabilidad interna de la empresa, como por exportaciones a ficheros .xls completamente vulnerables y expuestos a modificaciones por parte de las proveedoras para evitar enviar información No Conforme de un componente determinado.

- La rastreabilidad, no ha sido tratada como una característica de Blockchain, sin embargo, en una herramienta potencial de aplicación en el ante las deficiencias actuales de control de la trazabilidad en la automoción. La rastreabilidad en una red privada, permitiría que directamente cualquier productor automovilístico pudiera hacer un análisis rápido y eficiente un componente del cual necesita la trazabilidad y la conformidad del mismo. De este modo, a partir del número de bastidor del coche, del proveedor, del componente..., el productor final sería capaz de encontrar la trazabilidad dentro de la cadena de bloques, una trazabilidad sencilla de buscar y completamente fiable.

## 4.2 Blockchain Sector de la alimentación

En el capítulo 3.7, hablábamos de la trazabilidad y su importancia dentro de los diferentes sectores, sin embargo, como ya se ha comentado, uno de los sectores en los que la trazabilidad es uno de los requisitos imprescindibles es el de la alimentación. El sector de la alimentación posee la directiva europea EC178/2002, por el que todas las empresas están obligadas a controlar la trazabilidad de sus productos, para que estas sean capaces de retirarlos en el caso de que se detecte cualquier anomalía. Sin embargo, en la actualidad, han aumentado los casos en los que se deja de lado a la seguridad alimentaria, poniendo en peligro la salud pública, debido a prácticas en las que se compromete a la población a posibles intoxicaciones.

Sin embargo, la concienciación de la sociedad en cuanto a temas de seguridad alimentaria, que puedan comprometer su salud, ha aumentado en gran medida. La seguridad alimentaria está completamente ligada a la trazabilidad, la cual debe garantizar las debidas condiciones higiénico-sanitarias. Como ejemplos, se pueden recordar casos como el de la crisis de las vacas locas en 1996, la gripe aviar en 1997.

### 4.2.1 Transparencia y Trazabilidad en la Alimentación

Con una producción bruta de 92.000 millones de euros y más de 440.000 empleados, la industria de la alimentación es uno de los sectores estratégicos dentro de la economía de nuestro país, la cual tiene como principal reto es la obtención de una cadena de valor eficiente y sobre todo transparente para obtener la confianza de los consumidores.

En la actualidad, la era basada en la información permite propiciar una verdadera revolución en el sector de la alimentación, poniendo en conocimiento cualquier caso de escándalo alimenticio ya sea debido a adulteraciones de los productos para abaratar los precios, por prácticas ilegales o simples fallos en los sistemas, a través de Internet, imposibilitando la ocultación de los problemas. Sin embargo, aunque no se puedan ocultar los problemas, esto no evita que los productos impactados puedan llegar al consumidor final siendo consumidos y poniendo en riesgo su salud.

Para lograr un correcto funcionamiento de la Seguridad Sanitaria Alimentaria (SSA), es necesario conocer los pasos que han sido dados “desde el campo a la mesa” por los productos que se van a consumir, ya sean las prácticas agrícolas, los alimentos empleados para cebar a un animal, los factores productivos empleados en su transformación o la conservación del producto final. Para ello, entidades como AECOC (Asociación de Fabricantes y Distribuidores), ha desarrollado sistemas para compartir información técnica de productos, con la posibilidad también de la notificación de alarmas y retiradas de productos. Como nos dicen en su página web, la aplicación diseñada posee las siguientes características (Ilustración 36):

- Incremento de la eficiencia en las comunicaciones.
- Mejora de la gestión documental.
- Integración de la herramienta con la compañía.



Incrementa la eficiencia en tus comunicaciones



Mejora la gestión documental



Integra la herramienta con los sistemas de tu compañía

Ilustración 36. Beneficios aplicación AECOC

Sin embargo, estudiando la herramienta, podríamos darle más partido a los beneficios que esta asociación presenta si conseguimos desarrollarla bajo un sistema de Cadena de Bloques o Blockchain.

La transparencia en el sector de la alimentación es, como he comentado anteriormente, uno de los factores clave para dar la confianza necesaria al consumidor.

La Supply Chain del sector de la alimentación está expuesta desde el comienzo de la cadena de producción hasta el consumidor final a una serie de riesgos debido al tratamiento que las empresas deben dar a los productos para que sean sacados al mercado. Debido a ello, la transparencia a lo largo de la cadena de suministro debe ser un factor inalterable en todo proceso (Ilustración 37).



### Transparencia a lo largo de la cadena de subcontratación

Ilustración 37. Transparencia en la cadena de subcontratación.

Como hemos visto, el desarrollo de una red de Blockchain permitiría a la industria agroalimentaria aumentar el nivel de confianza de los consumidores gracias a la transparencia en todas sus etapas y procesos. Esta red de Blockchain debería ser desarrollada desde los primeros niveles de la cadena de producción:

- Sector primario: correspondiente al sector de la economía capaz de la producción y recolección de la materia prima, comprendido en ello la agricultura, ganadería, apicultura, pesca, minería, etc...  
Este sector, debería ser el primero en el que se implantara la red, de forma que todo productor sea capaz de saber qué, cómo, dónde, con qué o cuanta cantidad ha producido, llevando a cabo un control de riesgos dentro de sus procesos, como por ejemplo:
  - Control de los fertilizantes utilizados en la producción agrícola
  - Control de la extracción de la leche de los animales, así como su alimentación y entorno.

Lo que conseguiríamos desarrollando esta red es tener un control exacto de todos los factores que influyen en el desarrollo del sector.



- Sector secundario: o sector industrial, recoge la materia prima aportada por el sector primario y la transforma en los productos finales que llegarán al consumidor.

La optimización de los flujos logísticos, de la producción y la venta de los mismos al cliente, hace que las materias primas estén expuestas a posibles mezclas, cambios de medioambientales, manipulaciones, condiciones no saludables o simplemente deterioros que hacen que el lote impactado no sea apto para el consumo. El control de la producción alimenticia debe asegurar en todo momento el respeto de la trazabilidad de forma que, como mínimo se controlen los siguientes procesos:

- Fecha de llegada de la materia prima a la fábrica.
- Procedencia exacta de los lotes
- Control de las diferentes condiciones de producción en las diferentes máquinas de las que consta el proceso, como pueden ser temperaturas de cocción,
- Control de los edulcorantes, aditivos, etc, utilizados para su elaboración
- Control de las condiciones ambientales en el proceso de producción
- Control del almacenamiento, lugar de almacenamiento, condiciones ambientales, sistema utilizado para almacenarlo...
- Control de los envíos a las tiendas/consumidores

Cada empresa, deberá ser capaz de identificar los procesos, procedimientos y parámetros a controlar, con vistas a asegurar la correcta manipulación de los alimentos. Sin embargo, como vemos sirve de poco conocer la trazabilidad interna de nuestros procesos, si a ella no le añadimos la trazabilidad externa proveniente de los sectores primarios.

- Sector servicios: englobando en este sector a todas las empresas en las cuales el cliente final adquiere los productos que va a consumir.

La importancia de continuar obteniendo la trazabilidad en este sector se debe a que es ya el último eslabón de la cadena antes de la llegada del producto final al consumidor. Por ello, es la última barrera a sortear por los productos no aptos para el consumo en el caso de tener que retirarlos del mercado.

Por supuesto, el paso de un producto por los sectores puede conllevar a haberse encontrado en una o varias empresas en las que el producto ha sido manipulado, por lo que la trazabilidad debe mantenerse también en estos intercambios de productos.

Por poner un ejemplo claro y representativo con un producto, trataremos el del sector lácteo. El primer eslabón de la cadena a la hora de producir un yogurt sería el agricultor que suministra el heno o el pienso a los animales. Heno ha sido

producido en un lugar determinado, con un tipo de semilla concreto, unas condiciones ambientales específicas y tratado con unos componentes químicos para su producción. Tras ello, el heno es cosechado y suministrado al ganadero para alimentar a los animales. Como podemos intuir, ya desde el primer eslabón existen factores que pueden alterar el proceso, como por ejemplo:

- La utilización de un fertilizante no apto para consumo animal
- Las posibles enfermedades que pueda transmitir el alimento al animal

Una vez comienza la extracción de la leche para la elaboración del producto, debemos ser conscientes del riesgo alimenticio que presenta la extracción de este producto del animal, las enfermedades que pueda portar, la cantidad extraída o la frecuencia. Además, es necesario conocer también el lote en el que una cierta cantidad es introducida, con el objetivo de reducir la población afectada ante un riesgo sanitario. Por lo tanto, como he dicho sería necesario conocer:

- El animal de procedencia del lote, así como todas sus características relevantes.
- La fecha en la que ha sido extraída
- El lote final donde va a ser suministrado al productor
- Incluso sería necesario registrar los medios con los que se ha extraído ese lote

#### 4.2.2 Sector vitícola

Un caso particular a remarcar, fue el expuesto por Alastria en una de sus conferencias. En ella, uno de los componentes del equipo promotor de Alastria exponía que, gracias a la tecnología Blockchain, habían podido desarrollar un sistema mediante el cual una persona física fuera capaz de tener los derechos de posesión de una botella de vino en una bodega completamente acondicionada para mantener el vino en las mejores condiciones posibles.

Gracias a esto, la persona sabe que posee los derechos de una botella aun no teniéndola consigo mismo en su casa, ya sea porque las condiciones no son las adecuadas, porque no tiene espacio o por la razón que sea. De esta forma Alastria, garantiza a esa persona la propiedad de la botella que es lo realmente importante pudiéndola tener físicamente en el momento que la requiera.

## 4.3 Blockchain en el Sector Público

El sector público tiene como finalidad la satisfacción de los intereses colectivos, por lo tanto, debe ser uno de los sistemas en los que el aseguramiento de la transparencia sea imprescindible para el desarrollo y el bienestar de la sociedad. Con esta premisa, el ámbito gubernamental debe ser capaz de:

- Asegurar el correcto funcionamiento de las cuentas públicas, con el objetivo del beneficio común de toda la sociedad
- El correcto funcionamiento de todas las administraciones públicas, con la premisa de la transparencia.
- La definición clara del gasto público y los ingresos del Estado.

Con estos objetivos, se debe ser capaz de asegurar la transparencia y neutralidad, así como aumentar la sencillez, eficiencia y equidad.

En la actualidad, la exigencia de los ciudadanos se basa en la simplicidad e inmediatez, de modo que se responda a las necesidades reales y no se deje cabida a la posibilidad, de modo que la participación de la ciudadanía debe ser uno de los básicos para desarrollar un nuevo modelo de administración pública, así como la obtención de información relevante de forma rápida y confiable. Es decir, la sociedad demanda el derecho a saber, controlar y decidir sobre lo que sus gobernantes realizan.

Muchos gobiernos, sobre todo locales o regionales, han sido capaces de desarrollar iniciativas donde la participación ciudadana era la clave del desarrollo de las propuestas que se presentaban, dando a estos los atributos de horizontalidad, transparencia, el intercambio de opiniones y la generosidad. Sin embargo, ahora el reto va más allá de la transparencia, si no que el reto implica integrar todas las propuestas.

### 4.3.1 Administración descentralizada

Los nuevos modelos de administración deben generarse a partir del diseño de filosofías descentralizadas basadas en la tecnología blockchain y los smart contracts o contratos inteligentes.

Gracias a estas tecnologías, la administración gubernamental sería capaz de colaborar a desarrollar sociedades más democráticas y equilibradas, eliminando la necesidad de la intervención de terceros, gracias a la implicación, participación e involucración de la ciudadanía. Algunos casos en los que estas tecnologías podrían ser un gran avance son:

- El Registro de la propiedad, que veremos en capítulo siguiente

- La identidad digital. Desde hace varios años, en España se ha implantado el DNI electrónico para acreditar físicamente la identidad personal del titular, este DNI electrónico, permite obtener dos certificados, el de autenticación, pudiendo el ciudadano realizar transacciones telemáticas y el de firma, que permite firmar documentos electrónicos, sustituyendo a la firma manuscrita.
- Los procesos de participación ciudadana. Permitiendo a los ciudadanos la toma de decisiones mediante plataformas virtuales, con la seguridad de que su opinión va a ser tomada en cuenta, considerada equitativamente y sin la posibilidad de modificación de la misma.
- Registros educativos. En la actualidad, todas las Universidades poseen plataformas MOOC, donde poder documentar todo lo necesario para el desarrollo curricular de los alumnos así como las calificaciones, etc. Sin embargo, estas MOOC, como ha salido a la luz recientemente, están expuestas a la posibilidad de modificación por parte de cualquier usuario que posea los derechos de modificación.

Los cuatro casos que hemos visto anteriormente, pueden ser sufragados y mejorados con la implantación de la tecnología blockchain descentralizada y segura.

#### 4.3.2 Registro de la propiedad

Numerosas administraciones están buscando poder aplicar la tecnología Blockchain debido a su amplia variedad de ventajas en cuanto a control y transparencia se refiere.

En el ámbito del Registro de la propiedad, institución encargada de crear titularidades en virtud de poder público, obteniendo el dominio y derechos reales con seguridad. Por ello, el objetivo de países como Reino Unido, Japón o Suecia es optimizar los procedimientos de registro de propiedades mediante la tecnología Blockchain y las posibilidades que ofrece. La inmutabilidad de los registros y la velocidad de procesamiento de los mismos permiten a las administraciones tener un registro único en todo el territorio, así como identificar las tierras exentas de dueño para la utilización de la misma para otros fines. Por ello, las ventajas que ofrece esta tecnología en el ámbito del registro de la propiedad son:

- Facilidad de acceso de los usuarios a la red
- La rapidez en el tratamiento de datos, con su minimización de los costes burocráticos
- Dificultar la posible corrupción del funcionariado público.

La aplicación de esta tecnología permitiría a los países menos desarrollados a evitar disputas, al desarrollo económico y la inversión. De esta forma aumentaría la

seguridad jurídica gracias a la gran base de datos donde se registren todas las anotaciones de forma veraz y transparente, siendo inmutables y continuamente actualizadas.



## 5. Estudio Económico

El objetivo del presente Trabajo Fin de Master se centra en la puesta en conocimiento a las empresas de las nuevas posibilidades que les ofrece la que ahora llaman la Cuarta Revolución Industrial, y más concretamente la tecnología Blockchain que es en la que se ha estructurado todo el TFM.

Además de realizar el estudio económico de lo que supondría desarrollar una aplicación basada en Blockchain, anteriormente a ello y con el objetivo de conocer en profundidad esta tecnología, se debe realizar un análisis de la misma y la posterior realización del presente TFM. Para ello, la persona a realizar este análisis sería yo mismo con la ayuda de un administrativo encargado de la transcripción a limpio del mismo. De acuerdo con los créditos de los que costa este TFM (6 créditos) las horas que se deberían haber empleado para realizarlo son 150 horas, es decir 18,75 jornadas laborales, las cuales se distribuirían en las siguientes fases:

- Análisis de la propuesta de TFM (5 horas)
- Estudio y conocimiento de la tecnología Blockchain (40 horas)
- Congresos y conferencias, ya sean presenciales u online (20 horas)
- Análisis de las posibles mejoras en el sector del SC (25 horas)
- Redacción del TFM (30 horas)
- Transcripción y puesta a limpio (30 horas) por parte del administrativo

Por lo tanto, teniendo en cuenta unos costes salariales del analista de 1600€/brutos mes y costes salariales del administrativo de 1400€/brutos mes tenemos que:

$$\text{Costes salariales analista} = \frac{1600\text{€} \times 1,35(SS)}{\frac{22\text{días}}{\text{mes}} \times 8\text{horas}} \times 120\text{horas} = 1.472,72\text{€}$$

$$\text{Costes salariales admin} = \frac{1400\text{€} \times 1,35(SS)}{\frac{22\text{días}}{\text{mes}} \times 8\text{horas}} \times 30\text{horas} = 322,16\text{€}$$

Por lo tanto, los costes salariales directos del TFM son:

$$\text{Costes salariales directos TFM} = 1.794,88\text{€}$$

En cuanto a costes indirectos, tenemos en cuenta que se han utilizado un ordenador portátil durante 150 horas, con una vida útil de cuatro años y una conexión Wifi durante 4 meses, tiempo global empleado para la realización, tenemos que:

$$\begin{aligned} \text{Amortiz. portátil} &= \frac{\text{Horas empleadas}}{\text{Vida útil del portátil}} \times \text{Coste} \\ &= \frac{150 \text{ horas}}{8 \text{ horas} \times 22 \text{ días} \times 12 \text{ meses} \times 4 \text{ años}} \times 970 \text{€} = 18,25 \text{€} \\ \text{Costes Wifi} &= 25,99 \text{€} \times 4 \text{ meses} = 103,96 \text{€} \end{aligned}$$

Por lo tanto los costes totales indirectos son:

$$\begin{aligned} \text{Costes totales indirectos} &= \text{Amortiz. portátil} + \text{Costes Wifi} \\ &= 18,25 \text{€} + 103,96 \text{€} = 122,21 \text{€} \end{aligned}$$

De esta forma, tenemos los costes totales de la realización del presente TFM:

$$\begin{aligned} \text{Costes Totales TFM} &= \text{Costes salariales TFM} + \text{Costes Indirectos} \\ &= 122,21 \text{€} + 1.794,88 \text{€} = 1917,09 \text{€} \end{aligned}$$

Por lo tanto, tenemos que el presente TFM, nos ha supuesto unos costes totales de 1917,09€, de los cuales la mayor parte se los llevan los costes salariales de las dos personas empleadas en realizar el mismo.

Sin embargo, el estudio económico a realizar se va a centrar en la posibilidad de que cada sector, empresa o grupo desarrolle una aplicación o software basándose en la tecnología Blockchain. Debido a la complejidad que pueden llegar a tener estos sistemas, deberemos cotar algunos de los rasgos en los que nos basaremos para realizar el estudio económico, ya que dependiendo la dimensión de la organización que lo desarrolle y la complejidad que quiera dar a la red, tendrá unos costos u otros. Se podría decir que este es el Estudio Económico de una Consultoría para realizar el proyecto para una empresa.

## 5.1 Características del proyecto

El proyecto del cual vamos a hacer el estudio económico cuenta con las siguientes características:

- Empresa del sector de la automoción, TIER1
- Planta piloto de 500 trabajadores con una producción a tres turnos
- Montaje de componentes, con piezas de seguridad y reglamentación
- Producción en línea y envío en sincro

Necesidades a sufragar:

- Recopilación de los datos de trazabilidad de las empresas proveedoras
- Recopilación de la trazabilidad en el proceso de recepción y montaje
- Recopilación de la trazabilidad en el envío al cliente

Este tipo de proyectos son encargados mediante concurso a diferentes empresas consultoras del sector de las Tecnologías de la Información y Comunicación expertas en la realización de proyectos.

## 5.2 Fases del proyecto

A diferencia de proyectos de producción en línea, este proyecto no va a dar un producto concreto, si no que se dota a la empresa de un sistema que correctamente implementado puede aumentar el beneficio de la empresa gracias a la simplificación de las tareas administrativas y de consulta.

Para la implementación de este proyecto en una empresa como la que hemos tomado como referencia, es necesario que el mismo conlleve una serie de fases bien definidas:

- Definición alcance del proyecto, necesario para garantizar que el proyecto que se va a llevar a cabo incluya todo el trabajo requerido para completar el mismo con éxito. La definición de los objetivos y el alcance es el primer paso a dar antes de comenzar un proyecto, para ello, el Director de la empresa junto con la Dirección deben tomar una serie de decisiones con las que el proyecto quede claramente definido.
- Concurso empresas. Como he dicho anteriormente, este tipo de proyectos son llevados a cabo por empresas externas especializadas, por lo que las mismas requieren de un plazo para estudiar el los requisitos y presentar las ofertas a la empresa.



- Presentación de proyectos y asignación. Tras el concurso de empresas, estas presentan sus proyectos y ofertas con todas las objeciones necesarias para que la Dirección tome la decisión oportuna.
- Inicio del proyecto. Para ello la empresa a la que se le ha encargado desarrollar la aplicación debe ser perfecta conocedora de las características de la empresa y lo que la misma necesita.
- Desarrollo del módulo fabricación interna. El proyecto comenzará desarrollando el módulo interno de la planta, donde se recogerá toda la trazabilidad de necesaria, teniendo en cuenta las distintas fases de un producto y su transformación:
  - Recepción
  - Almacenaje
  - Suministro a las líneas
  - Producción
  - Almacenaje de producto terminado

Para esta fase, se ha considerado una duración de 8 semanas, a las cuales les seguirá, como en cada fase de desarrollo de los diferentes módulos un periodo de solución de problemas, puesta a punto y testación.

- Desarrollo del módulo proveedores. Posiblemente el módulo más complejo de desarrollar debido al requerimiento de la colaboración de los proveedores, considerada de esta forma la fase más larga con doce semanas de desarrollo y cinco de solución de problemas. Aspectos a controlar:
  - Control de la materia prima
  - Procesos de fabricación de los componentes
  - Control de los componentes fabricados
  - Envíos
- Desarrollo del módulo de clientes. Las características del proyecto nos indican que tenemos únicamente un cliente por lo que el desarrollo de esta fase es mucho más sencilla.
- Integración de los módulos. Todo proyecto que se lleve a cabo debe constar de una integración de sus diferentes módulos, para ello se establece una fase en el que una vez configurados los diferentes módulos, podemos comenzar a desarrollar las partes de integración, que nos permitirán realizar estudios y análisis concretos ante los diferentes problemas.

- Procesos de cierre. Fase en la que trataríamos de finalizar todas las actividades para completar formalmente el proyecto.

En la siguiente ilustración podemos ver la definición de las fases con los periodos asignados al mismo (Ilustración 38):

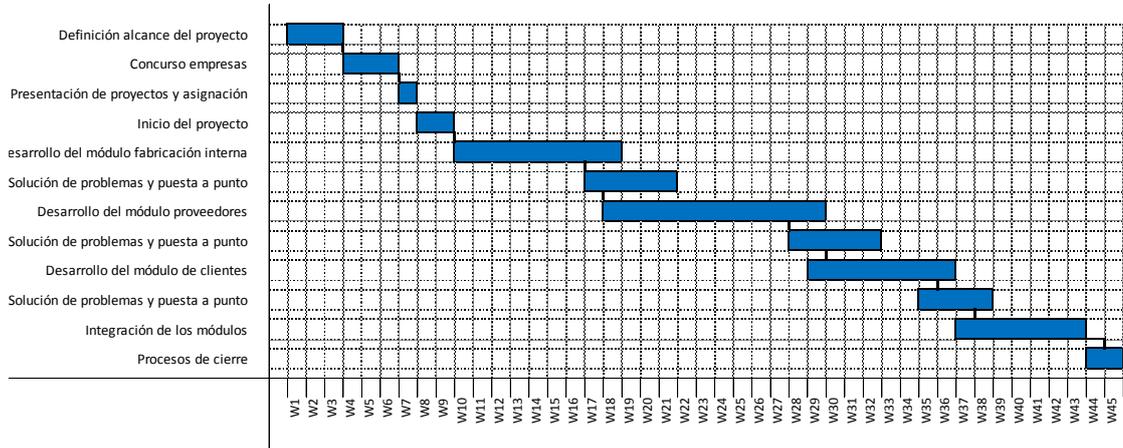


Ilustración 38. Planificación proyecto.

## 5.3 Estudio Económico desarrollo de la aplicación

En cuanto al estudio económico necesario para el desarrollo de la aplicación, este se va a basar en las fechas de inicio y finalización planificadas en el apartado anterior, excluyendo las posibles necesidades de modificaciones a lo largo del ciclo de vida de la misma. Para ello dividiremos el presente apartado en:

1. Computo de las horas necesarias y tasas salariales
2. Amortizaciones del equipo necesario
3. Costes indirectos
4. Horas dedicadas por persona en cada fase del proyecto

### 5.3.1 Computo de horas necesarias y tasas salariales

Este concepto, es tenido en cuenta por la Consultora que va a desarrollar el proyecto ya que es la encargada de marcar los plazos y definir los recursos necesarios para que la oferta que ha presentado se pueda realizar en tiempo y forma acordado con la empresa.

Con un calendario laboral que cuenta con 216 días laborables individuales y teniendo en cuenta los siguientes conceptos tenemos que:

Concepto	Días/hora
Jornada personal anual	216 días
Media días de baja	-10 días
Formación	-4 días
Estimación días efectivos	202 días
<b>Total, horas efectivas/año</b>	<b>1.616 horas</b>

Tabla 1. Días laborables

Se ha definido una duración de 45 semanas para la realización del proyecto, en la que se necesitarán los siguientes efectivos por parte de la consultora:

Concepto	Jefe de Proyecto	Ingeniero de Telecom.	Ing. Software	1º Técnico Informático	2º Técnico Informático	Aux. Admin
Sueldo	62.024€	30.886,94	27.314,98	23.116,66	23.116,66	18.768,26
S.Social (35%)	21.708,4	10.810,43	9.560,24	8.090,83	8.090,83	6.568,89
<b>Total:</b>	<b>83.732,2</b>	<b>41.697,37</b>	<b>36.875,22</b>	<b>31.207,49</b>	<b>31.207,49</b>	<b>25.337,15</b>
Coste Hora	51,81	25,8	22,82	19,31	19,31	15,68
Coste Semanal	1.903	947,66	838,07	709,26	709,26	575,84

Tabla 2. Tablas costes salariales.

### 5.3.2 Amortizaciones del equipo utilizado

Considerando amortización lineal en el transcurso del proyecto, tenemos que el coste de cada equipo y software para el desarrollo del estudio es:

Concepto		Coste	Cant.	Coste Total			
Portátil HP Intel Core i7		799€	5	3.995€			
Software	Windows 10	130€	5	650€			
	Paquete Microsoft Office	95€	5	345€			
	Software de programación Python	550€	3	1650€			
Impresora HP LaserJet 4M Plus		755 €	1	755 €			
Pendrives, discos duros...		200€	-	200€	Semana	Día	Hora
Total, a amortizar				7.595€	169€	34€	4,22€

Tabla 3. Amortización material informático.

### 5.3.3 Coste hora/persona de los costes indirectos

En cuanto a costes indirectos, tenemos los siguientes conceptos:

Concepto	Coste
Teléfono	315 €
Electricidad	180 €
Otros	290 €
Coste anual por persona:	785 €
Coste horario por persona:	0,49 €

Tabla 4. Costes Indirectos.

### 5.3.4 Horas dedicadas por persona

Las horas dedicadas por cada persona implicada en el presente proyecto varían a lo largo del mismo, por lo que dividimos el proyecto en 5 etapas correspondientes a las fases de desarrollo de la aplicación

- 1 Inicio del Proyecto
- 2 Desarrollo del módulo interno + Solución de problemas
- 3 Desarrollo del módulo proveedores + Solución de problemas
- 4 Desarrollo del módulo clientes + Solución de problemas
- 5 Integración de los módulos
- 6 Procesos de cierre

Personal						
	1	2	3	4	5	6
Jefe de Proyecto	30	60	50	50	35	40
Ingeniero de Telecomunicaciones	80	375	400	270	280	20
Ingeniero de Software	0	450	535	120	280	20
1º Técnico Informático	0	500	650	425	200	5
2º Técnico Informático	0	500	650	425	200	5
Auxiliar administrativo	15	120	160	100	75	20
<b>TOTAL</b>	<b>125</b>	<b>2.005</b>	<b>2.445</b>	<b>1.390</b>	<b>1.070</b>	<b>110</b>

Tabla 5. Horas dedicadas persona/etapa.

Como podemos ver, en las fases de mayor volumen de gestión el número de horas del Jefe de Proyecto y del Auxiliar administrativo aumentan considerablemente, mientras que en las fases de desarrollo técnico del proyecto, son las horas de los Ingenieros y de los Técnicos las que se ven incrementadas.

## 5.4 Estudio económico por etapas

A continuación, vamos a desglosar los costes en los que incurrimos en cada fase del proyecto teniendo en cuenta todos los gastos generados en cada uno.



Fase 1: Inicio del Poyecto		Horas	C.H.	Coste total
Personal	Jefe de Proyecto	30	51,81€	1.554,3€
	Ing. Telecomunicaciones	80	25,8€	2.064€
	Ing. Software	0	22,82€	0€
	1º Tec. Informático	0	19,31€	0€
	2º Tec. Informático	0	19,31€	0€
	Aux. Administrativo	15	15,68€	235,2€
Amortización	Equipo informático	38	4,22€	58,9€
Costes indirectos		20	0,49€	9,8€
COSTE TOTAL:				2.367,90 €

Tabla 6. Fase 1

Fase2: Desarrollo del módulo interno + Solución de problemas		Horas	C.H.	Coste total
Personal	Jefe de Proyecto	60	51,81€	3.108,60 €
	Ing. Telecomunicaciones	375	25,8€	9.675,00 €
	Ing. Software	450	22,82€	10.269,00 €
	1º Tec. Informático	500	19,31€	9.655,00 €
	2º Tec. Informático	500	19,31€	9.655,00 €
	Aux. Administrativo	120	15,68€	1.881,60 €
Amortización	Equipo informático	38	4,22€	58,9€
Costes indirectos		20	0,49€	9,8€
COSTE TOTAL:				44.312,90 €

Tabla 7. Fase 2

Fase3: Desarrollo del módulo proveedores + Solución de problemas		Horas	C.H.	Coste total
Personal	Jefe de Proyecto	50	51,81€	2.590,50 €
	Ing. Telecomunicaciones	400	25,8€	10.320,00 €
	Ing. Software	535	22,82€	12.208,70 €
	1º Tec. Informático	650	19,31€	12.551,50 €
	2º Tec. Informático	650	19,31€	12.551,50 €
	Aux. Administrativo	160	15,68€	160,36 €
Amortización	Equipo informático	38	4,22€	58,9€
Costes indirectos		20	0,49€	9,8€
<b>COSTE TOTAL:</b>				<b>50.451,26 €</b>

Tabla 8. Fase 3

Fase4: Desarrollo del M.Clientes + Solución de problemas		Horas	C.H.	Coste total
Personal	Jefe de Proyecto	50	51,81€	2.590,50 €
	Ing. Telecomunicaciones	270	25,8€	6.966,00 €
	Ing. Software	120	22,82€	2.738,40 €
	1º Tec. Informático	425	19,31€	8.206,75 €
	2º Tec. Informático	425	19,31€	1.568,00 €
	Aux. Administrativo	100	15,68€	160,36 €
Amortización	Equipo informático	38	4,22€	58,9€
Costes indirectos		20	0,49€	9,8€
<b>COSTE TOTAL:</b>				<b>22.298,71 €</b>

Tabla 9. Fase 4

Fase5: Integración de los módulos		Horas	C.H.	Coste total
Personal	Jefe de Proyecto	35	51,81€	1.813,35 €
	Ing. Telecomunicaciones	280	25,8€	7.224,00 €
	Ing. Software	280	22,82€	6.389,60 €
	1º Tec. Informático	200	19,31€	3.862,00 €
	2º Tec. Informático	200	19,31€	3.862,00 €
	Aux. Administrativo	75	15,68€	1.176,00 €
Amortización	Equipo informático	38	4,22€	58,9€
Costes indirectos		20	0,49€	9,8€
<b>COSTE TOTAL:</b>				<b>24.395,65 €</b>

Tabla 10. Fase 5

Fase6: Procesos de cierre		Horas	C.H.	Coste total
Personal	Jefe de Proyecto	40	51,81€	2.072,40 €
	Ing. Telecomunicaciones	20	25,8€	516,00 €
	Ing. Software	20	22,82€	456,40 €
	1º Tec. Informático	5	19,31€	96,55 €
	2º Tec. Informático	5	19,31€	96,55 €
	Aux. Administrativo	20	15,68€	313,60 €
Amortización	Equipo informático	38	4,22€	58,9€
Costes indirectos		20	0,49€	9,8€
<b>COSTE TOTAL:</b>				<b>3.620,20 €</b>

Tabla 11. Fase 6

## 5.5 Costes totales del proyecto

Una vez hemos definidos los costes de cada fase del proyecto, teniendo en cuenta los costes salariales, los costes de directos e indirectos, obtenemos los costes totales en los que la empresa Consultora encargada de realizar el proyecto puede incurrir:

Costes Totales del proyecto	
Inicio del proyecto	2.367,90 €
Desarrollo del módulo fabricación interna	44.312,90 €
Desarrollo del módulo proveedores	50.451,26 €
Desarrollo del módulo de clientes	22.298,71 €
Integración de los módulos	24.395,65 €
Procesos de cierre	3.620,20 €
Coste Total	177.446,62€

Tabla 12. Costes totales proyecto

## 6. Conclusiones

Como hemos visto en el presente TFM, el Blockchain es una tecnología en auge de expansión y con gran cantidad de posibilidades dentro del mundo de la industria y del Supply Chain, pudiendo suponer grandes ventajas en el mismo:

- Aumento de la confianza
- Reducción del riesgo en las transacciones
- Reducción de la burocracia, haciendo que los trámites se realicen más rápido, pudiendo realizar una transacción mediante Blockchain en cualquier momento del día.
- Ahorro de costes debido a la eliminación de intermediarios
- Mejora de la privacidad debido a los mayores controles para poder proteger a los consumidores y que las empresas implementen controles más detallados.
- Menor riesgo de fraude, así como manipulaciones de la cadena que puedan suponer incremento de la corrupción.
- Y por último y la característica más importante de la tecnología Blockchain es su mayor seguridad. En la actualidad, la tecnología Blockchain, es la tecnología más segura, gracias a la inmutabilidad de los datos debido a que cada bloque esté ligado al bloque anterior mediante procesos criptográficos.

La correcta implantación de esta tecnología en las empresas, hará que mejoren sus procesos, suponiendo un aumento del control dentro de la empresa y un ahorro en costes importante.





## 7. Bibliografía

- Evolución del Supply Chain Management, Escuela de Organización Industrial:  
<http://www.eoi.es/blogs/scm/2012/11/02/%E2%80%A2evolucion-del-supply-chain-management/>
- Electronic Data Interchange:  
<https://www.indonesiantimberexchange.com/page/edi-electronic-data-interchange-services>
- Fernández Hergueta, R. artículos recuperados de LinkedIn:
  - Making Blockchain Real in Transport & Logistics. 8 mayo 2017:  
[https://www.linkedin.com/pulse/making-blockchain-real-transport-logistics-roberto-fern%C3%A1ndez-hergueta/?lipi=urn%3Ali%3Apage%3Ad\\_flagship3\\_profile\\_view\\_base\\_post\\_details%3Bj2UaEavSTJ6m1Z9ZHq0CPw%3D%3D](https://www.linkedin.com/pulse/making-blockchain-real-transport-logistics-roberto-fern%C3%A1ndez-hergueta/?lipi=urn%3Ali%3Apage%3Ad_flagship3_profile_view_base_post_details%3Bj2UaEavSTJ6m1Z9ZHq0CPw%3D%3D)
  - Blockchain en el Sector Público. 18 julio 2017:  
[https://www.linkedin.com/pulse/blockchain-en-el-sector-p%C3%BAblico-roberto-fern%C3%A1ndez-hergueta/?lipi=urn%3Ali%3Apage%3Ad\\_flagship3\\_profile\\_view\\_base\\_post\\_details%3Bj2UaEavSTJ6m1Z9ZHq0CPw%3D%3D](https://www.linkedin.com/pulse/blockchain-en-el-sector-p%C3%BAblico-roberto-fern%C3%A1ndez-hergueta/?lipi=urn%3Ali%3Apage%3Ad_flagship3_profile_view_base_post_details%3Bj2UaEavSTJ6m1Z9ZHq0CPw%3D%3D)
  - Blockchain. Registro de la propiedad. 19 julio 2017:  
[https://www.linkedin.com/pulse/blockchain-registro-de-la-propiedad-roberto-fern%C3%A1ndez-hergueta/?lipi=urn%3Ali%3Apage%3Ad\\_flagship3\\_profile\\_view\\_base\\_post\\_details%3Bj2UaEavSTJ6m1Z9ZHq0CPw%3D%3D](https://www.linkedin.com/pulse/blockchain-registro-de-la-propiedad-roberto-fern%C3%A1ndez-hergueta/?lipi=urn%3Ali%3Apage%3Ad_flagship3_profile_view_base_post_details%3Bj2UaEavSTJ6m1Z9ZHq0CPw%3D%3D)
- Revista de Logística. Revolución Blockchain:  
<https://revistadelogistica.com/actualidad/la-supply-chain-evolucion/>
- Alonso. A. Actualidad del SCM en el mundo. Cranfield University, UK:  
<http://www.gdsnet.com/images/supply.pdf>
- Satigago Moreno, I. La revolución de las cadenas de bloques en la economía. Editorial Académica Española



- AECOC. asociación de fabricantes y distribuidores. Visitado por última vez el 24 de junio de 2018. <https://www.aecoc.es/>
- Observatorio Blockchai. Visitado última vez 25 junio 2018: <https://www.observatorioblockchain.org/>
- Blockchain: la revolución industrial de Internet, Preukschat A. (2017)
- Comprendre la Blockchain. anticiper le potentiel de disruption de la Blockchain sur les organisations. Livre Blanc sous licence Creative Commons (uchange.co). Livre Blanc v 1.0 – Janvier 2016.

