



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escola Tècnica
Superior d'Enginyeria
Informàtica

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Informàtica
Universitat Politècnica de València

Blockchain aplicado al sector público

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Gestión de la Información

Autor: Patricia García Mateo

Tutor: Antonia Ferrer Sapena
Fernanda Peset Mancebo
José Manuel Calabuig Rodríguez

2017 - 2018

Resumen

Hoy en día la cadena de bloques o *blockchain* está llegando a nuestros oídos como un método para gestionar datos y activos digitales debido a que *bitcoin* lo utiliza. Su funcionamiento se está implantando principalmente en el ámbito de transacciones financieras. Pero esta tecnología en desarrollo se puede aprovechar para algo más que verificar la fiabilidad de transacciones financieras; también puede ser útil para el ámbito de las instituciones y de la gestión administrativa que les corresponden. Esta tecnología garantiza la transparencia e integridad de la información, para mantener la seguridad de la ciudadanía, y, sobre todo, para luchar contra el soborno y la corrupción que son tan comunes en estos días.

Por ello, en este trabajo se propone una investigación de los ámbitos de acción del *blockchain* en distintos sectores y los posibles beneficios que puede aportar para el cambio del modelo de negocio. Este proyecto se centrará en el ámbito del sector público y en la participación ciudadana, mostrando su aplicación con un ejemplo.

Con este nuevo método de trabajo sobre el sector público se puede aumentar la confianza de la ciudadanía a las instituciones que almacenan e intercambian información de valor.

Palabras clave: cadena de bloques, gobierno abierto, administración electrónica, datos abiertos, transparencia y participación ciudadana.

Abstract

Nowadays *blockchain* is reaching our ears as a method to manage data and digital assets thanks to the *bitcoin* revolution. It is mainly implemented on the field of financial transactions. But this technology in development can be used for more, verify the reliability of financial transactions, also in the institutions administrative management scope that appertain to them.

This technology guarantees the information's transparency and integrity, to maintain the citizens' security, and, above all, to fight against bribery and corruption of which we hear every day. Therefore, this paper proposes a research on the *blockchain* action areas in different sectors and the possible benefits of changing its business model. This project will focus on the public sector and on citizen participation, showing its application with an example.

With this new work method on the public sector, it can increase the citizenship's trust towards the institutions who store and exchange valuable information.

Keywords: blockchain, open government, public administration, open data, transparency and citizen participation.

Tabla de contenidos

Capítulo 1 – Preámbulo	10
1.1 Introducción.....	10
1.2 Motivación	11
1.3 Objetivos	12
1.3.1 Objetivo principal	12
1.3.2 Objetivos específicos	12
1.4 Metodología	13
1.4.1 Estructura de la memoria.....	15
1.4.2 Asignaturas relacionadas	16
Capítulo 2 – Marco teórico.....	17
2.1 Contexto sociológico.....	17
2.2 Normativa en el ámbito nacional.....	18
2.2.1 Gobierno abierto.....	18
2.2.2 Datos abiertos	18
2.2.3 Transparencia.....	20
2.2.4 Participación ciudadana	25
2.2.5 Administración electrónica	26
2.3 Normativa en el ámbito de la Comunidad Valenciana	29
2.3.1 Buen gobierno.....	29
2.3.2 Datos abiertos, transparencia y participación ciudadana	29
2.3.3 Administración electrónica	38
2.2 Contexto técnico.....	39
2.2.1 La tecnología blockchain y sus fundamentos	39
2.2.2 Implementaciones en diferentes ámbitos	47
Capítulo 3 – Análisis del campo de estudio	50
3.1 Casos de aplicación del <i>blockchain</i>	50
3.2 <i>Blockchain</i> en el sector público.....	59
3.3 Estudio de las tecnologías	60
Capítulo 4 – Desarrollo tecnológico	65
4.1 Herramientas tecnológicas	65



4.2 Implementación de las herramientas tecnológicas	67
4.2.1 Conclusiones de la propuesta tecnológica	75
4.2.2 Limitaciones y líneas futuras	76
Capítulo 5 – Conclusiones	77
5.1 Conclusiones finales	77
Bibliografía	78

Índice de figuras

Figura 1 - Gráfico del número de solicitudes para el acceso de la información pública.	22
Figura 2 - Gráfico de número de visitas desde 2015 al 2018.....	23
Figura 3 - Mapa mundial del Índice de Percepción de Corrupción en el 2017.	24
Figura 4 - Comparativa de la puntuación de los niveles de corrupción de España desde el 2012 hasta 2017.....	25
Figura 5 - Cadena de firmas digitales en transacciones.	44
Figura 6 - Cómo funciona el blockchain.....	46
Figura 7 - Implementación de la herramienta desde el terminal y desde el navegador.	67
Figura 8 - Smart contract para la ejecución del voto.....	68
Figura 9 - Emulador blockchain con las cuentas y las claves privadas correspondientes.	69
Figura 10 - Despliegue del Web3 en Node.js.....	70
Figura 11 - Las cuentas del emulador conectadas con el node.	71
Figura 12 - Ejecución del smart contract en node.js.....	71
Figura 13 - Dirección del smart contract en node.js.	72
Figura 14 – Votos realizados con sus respectivos identificadores en node.js.	72
Figura 15 - Transacciones de los votos con el identificador en el emulador Ganache. ...	73
Figura 16 - Despliegue del contrato en Index.js para el navegador.	74
Figura 17 - Plataforma web del sistema de votación.....	75

Índice de tablas

Tabla 1 - Lista del ranking y puntuación del nivel de corrupción hasta el puesto 41.	24
Tabla 2 - Evaluación de la transparencia de las 17 CCAA en 2010, 2012 y 2014.....	32
Tabla 3 - Evaluación de la transparencia de las 17 CCAA en 2016	33
Tabla 4 - Evaluación de la transparencia en la Comunidad Valenciana en 2010, 2012 y 2014.....	33
Tabla 5 - Evaluación de la transparencia de la Comunidad Valenciana en 2016.	34
Tabla 6 - Comparativa del nivel de transparencia en las CCAA y la Comunidad Valenciana.	34
Tabla 7 - Evaluación de la transparencia de los Ayuntamientos españoles en 2012 y 2014.....	35
Tabla 8 - Evaluación de la transparencia de los Ayuntamientos españoles en 2017.....	36
Tabla 9 - Evaluación de la transparencia de los Ayuntamiento de Valencia en 2012 y 2014.....	36
Tabla 10 - Evaluación de la transparencia de los Ayuntamiento de Valencia en 2017....	37
Tabla 11 - Comparativa del nivel de transparencia en los Ayuntamientos españoles y el Ayuntamiento de Valencia.....	37
Tabla 12 - Clasificación del sector para los casos de estudio con NTI.	51
Tabla 13 - Tabla descriptivo para el estudio de las aplicaciones o plataformas.....	51
Tabla 14 - Caso de estudio Keyless Signature Infrastructure.....	53
Tabla 15 - Caso de estudio Land Registry in Sweden.....	53
Tabla 16 - Caso de estudio Digital Certification.	54
Tabla 17 - Caso de estudio Proyecto Ubin.	54
Tabla 18 - Caso de estudio Welfare payments.....	55
Tabla 19 - Caso de estudio TIVI.	56
Tabla 20 - Caso de estudio Essentia.	56
Tabla 21 - Caso de estudio Brooklyn Microgrid.	57

Capítulo 1 - Preámbulo

1.1 Introducción

Blockchain se ha convertido en la palabra de moda en los medios de comunicación e incluso en nuestra vida cotidiana. Sin embargo, no muchas personas conocen lo que este nuevo concepto realmente significa y sus implementaciones. El *blockchain* se define como “un sistema de contabilidad distribuido digital que actúa como un registro abierto, compartido y de confianza que realiza transacciones entre las partes y no se almacena por una autoridad central y sigue manteniendo el enfoque tradicional” (Berryhill, J., Bourgerly, T. & Hanso, A., 2018).

Esta tecnología entra en debate público en distintos sectores e industrias por la amplitud de servicios, oportunidades y desafíos que puede ofrecer. La complejidad de esta tecnología es un tema que muchos gobiernos están empezando a explorar para desarrollar posibles aplicaciones y plataformas que favorezcan el sistema de sus estados. Ya que el *blockchain* plantea una amplia gama de soluciones potenciales en distintas áreas gubernamentales y que benefician principalmente al ciudadano.

La sociedad actual cada día reclama una mayor transparencia, participación y cooperación ciudadana entre todas las partes en materia de actividades públicas que competen a las Administraciones Públicas (en adelante AAPP) y al Estado. La ciudadanía cada día está más despierta en los procesos administrativos y gubernamentales por la falta de transparencia y acceso a la información sobre los asuntos que ellos mismos son activos. Gracias a la legislación actualmente vigente, como las leyes de transparencia, buen gobierno, datos abierto, administración electrónica y participación ciudadana, tanto estatales y locales, se está dejando atrás la concepción de una sociedad pasiva. Lo que nos lleva a introducir el *blockchain* en una nueva vertiente, presentar una nueva tecnología revolucionaria a los procesos de trabajo de las AAPP estatales y locales. Esta tecnología gestiona la información, reduce el fraude, la corrupción, el factor humano, el coste del uso del papel y garantiza la confianza de todas las partes implicadas en el sector público.

Sin embargo, todavía existen muchas limitaciones a la hora de su aplicación e implementación, sobre todo dentro del marco legal y político. Por ello, muchos gobiernos están viendo el potencial que guarda la tecnología *blockchain* y están formando comunidades de trabajo entre distintos sectores y asociaciones públicas y privadas. De este modo, se podrá colaborar de manera conjunta con las comunidades que exploren el uso del *blockchain* convirtiéndolas en un sistema gubernamental competente.

Durante este Trabajo de Fin de Máster (TFM), se ofrece una visión de las posibilidades y beneficios que plantea el *blockchain* como solución a los problemas reales que el sector público trata día tras día junto con un breve caso técnico para valorar la viabilidad de esta tecnología en un futuro próximo.

1. 2 Motivación

Tras los conocimientos adquiridos en el Máster Oficial de Gestión de la Información (MUGI) y con mis estudios previos en el Grado de Información y Documentación, en el presente TFM se quiere mostrar las habilidades logradas durante estos años que han determinado mi formación.

Gracias a la oportunidad de poder realizar las prácticas en la Càtedra de Transparència i Gestió de Dades de la Conselleria de Transparencia, Responsabilidad Social, Participación y Cooperación, junto a los dos años de máster cursando sus diferentes asignaturas, han encaminado mi tema de investigación a asuntos relacionados con la transparencia, la participación y el acceso a la ciudadanía a la información pública.

En la Càtedra de Transparència varios proyectos de investigación e implementación tecnología en los que puede participar se observaba un principal problema, la carencia de satisfacer las necesidades de información de la sociedad que solicitaban a las AAPP y a los gobiernos. Para resolver esta limitación es fundamental tener en cuenta la participación ciudadana en los sectores públicos y a su vez la transparencia. Ante esta carencia se propuso plantear una solución que abarcara este problema y futuros con una tecnología innovadora, el *blockchain*.

Dentro del *blockchain* existen muchas ramas de investigación, pero pocos abren la posibilidad de canalizar la idea de este sistema dentro de los servicios públicos. No se puede encontrar muchos proyectos sobre el *blockchain* junto en las AAPP, además de poca literatura científica en la que pueda apoyar de forma confiable las afirmaciones que se están vertiendo sobre esta tecnología. A pesar de las dificultades y barreras que se han presentado a la hora de recabar toda la información y ponerla en práctica se ha logrado llevar a cabo el presente trabajo mostrando una oportunidad de mejorar la calidad del sistema del sector público y la vida de la sociedad.

1.3 Objetivos

En este apartado, se va a presentar los objetivos, tanto el principal como los específicos, que se han considerado esenciales para la investigación, estructuración y desarrollo del trabajo.

1.3.1 Objetivo principal

El objetivo principal del presente trabajo es conocer, divulgar y difundir la cultura de la transparencia, la participación y acceso de la ciudadanía a la información pública de manera segura y eficaz a través de un sistema que se basa en la cadena de bloques o *blockchain* implementándolo para la participación ciudadana en los sectores públicos que conciernen tanto el ámbito nacional y de la Comunidad Valenciana.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Analizar la legislación estatal y local relevante que puede encontrarse relacionada con la aplicación de la tecnología.
2. Estudiar la bibliografía relacionada con la temática y los casos de éxito relacionados con los problemas que presentan la sociedad y las instituciones actuales.
3. Identificar las plataformas aplicables al estudio y posibles aplicaciones en la administración en el contexto español y en la Comunidad Valenciana.
4. Mostrar una aplicación con *blockchain* sobre un caso de participación ciudadana.

1.4 Metodología

Para alcanzar el objetivo principal, es esencial plantear una metodología que ayude a estructurar las fases que se han llevado a cabo para la investigación del presente TFM.

La investigación se divide en dos fases principales, la primera etapa una búsqueda de toda la información bibliográfica relevante relacionada con todos los términos que conciernen al presente trabajo y la legislación que se va a examinar. Por lo tanto, se tiene en cuenta términos como datos abiertos, gobierno abierto, transparencia, administración electrónica y participación ciudadana para facilitar la comprensión del trabajo y su finalidad. Y una segunda fase analizando los conceptos técnicos clave y los casos de plataformas o aplicaciones sobre la tecnología *blockchain* junto con un ejemplo técnico sobre un sistema de votación descentralizado factible para el servicio público y la participación ciudadana.

En la primera etapa de la investigación se ha realizado una revisión bibliografía de los términos y fuentes base para el marco teórico y para facilitar el desarrollo de la metodología del trabajo en cuestión. Uno de los retos a los que se enfrenta cualquier persona que desee adentrarse en el mundo del *blockchain*, ya sea a nivel profesional como de investigación, es la poca cantidad de información generada alrededor de este tema en el sector público. Se han tomado decisiones críticas a la hora de seleccionar el material que ha de conformar su corpus teórico y los casos de estudio que se incluyen. Siendo claro que otros investigadores pueden optar por otras decisiones, proporcionamos al lector la suficiente información sobre el material utilizado para que se reproduzca la investigación. Asimismo, se ha realizado una búsqueda de los términos más relevantes para la investigación y así conseguir el menor ruido documental que este afecte a la investigación inicial del TFM. Las principales palabras clave o *keywords* que se han introducido, tanto en castellano como en inglés, en los buscadores avanzados y bases de datos pertinentes, que se mostraran en un listado, han sido los siguientes:

1. Palabras clave en castellano: cadena de bloques, gobierno abierto, administración pública, datos abiertos, transparencia y participación ciudadana
2. Palabras clave en inglés: *blockchain, open government, public administration, open data, transparency and citizen participation.*

El criterio para seleccionar estas palabras claves se determinó gracias a las primeras lecturas que se realizaron para indagar en esta tecnología y tener algunas nociones sobre este campo tan innovador. No se puede acuñar ninguna terminología especializada por la falta de información recurrente al *blockchain* en el sector público, como se quiere investigar en este trabajo.

Tras la selección de los términos determinantes para la investigación, han sido utilizados para realizar las consultas en fuentes de información verificadas, como foros reconocidos por los estados miembros de la Unión Europea, bases de datos bibliográficos y legislativos, repositorios institucionales y temáticos, plataformas e índices sobre el nivel de transparencia nacional. A continuación, se citan las fuentes que han resultado de gran valor para la elaboración del TFM:

1. *EU Blockchain Observatory and Forum.*
2. Bases de datos bibliográficas: Scopus, Web of Science y Google Scholar.
3. Fuentes de información y base de datos correspondientes a las normativas vigentes y sus respectivas modificaciones en el Boletín Oficial del Estado (BOE) y el Diari Oficial de la Generalitat Valenciana (DOGV - GVA).
4. Repositorio Recolecta que contiene información de los repositorios institucionales de las Universidades españolas y repositorios científicos nacionales.
5. Repositorio Dialnet de Revistas online de investigaciones científicas.
6. Repositorio institucional Riunet de la Universitat Politècnica de València.
7. Búsquedas de recursos primarios sobre la tecnología en cuestión como: recursos electrónicos, ponencias, charlas TED, vídeos y blogs.
8. Portal de la Transparencia del Gobierno de España, *Transparency International - The Global Anti-Corruption Coalition*, Transparencia Internacional España (TI - España) y Portal de Transparencia de la Generalitat Valenciana (GVA Oberta).
9. Índices de Transparencia, en el trabajo se analizan Índice de Transparencia de las Comunidades Autónomas (INCAU) y el Índice de Transparencia de los Ayuntamientos (ITA).

Respecto a la segunda etapa de este proyecto, antes de indagar en la materia, es importante hacer un repaso de qué se conoce, quiénes y cómo se ha estudiado el *blockchain* o cadena de bloques y las repercusiones que este conlleva en los distintos ámbitos que se puede introducir. Por lo tanto, se ha realizado un repaso de los conceptos técnicos claves sobre el *blockchain*, sus inicios y su manera de operar.

Conociendo las bases, se ha elaborado un estudio de las plataformas o aplicaciones de interés, tanto para el sector privado como el sector público, mostrándolas a través de un listado de tablas que permiten analizar el grado de implementación y viabilidad siguiendo un patrón de elaboración propia. De este modo, se reafirma el objetivo de implantar un sistema participación ciudadana con la tecnología *blockchain*. En la última parte del trabajo, se pasa a la elaboración de un ejemplo de uso de la tecnología *blockchain* sobre la participación ciudadana en un sistema de votación electrónico.

1.4.1 Estructura de la memoria

A partir de la estructuración que se propone para la investigación, se presenta en este apartado los cinco capítulos en los que se desarrolla el trabajo. A continuación, se muestra la división de los capítulos con una breve justificación de la que se compone este TFM:

1. Capítulo 1 – Preámbulo: consiste en una introducción al lector del área temática en cuestión desde una perspectiva general para poder establecer con claridad cuáles son las fuentes para explorar y las terminologías que se van a utilizar para facilitar su comprensión. Seguido de una justificación para dar valor a la investigación del *blockchain* en el ámbito de las administraciones públicas y la participación ciudadana. Además, de los efectos que podrían suponer en el contexto de la ciudadanía y el sector público. También desea establecer el objetivo principal para consensuar los objetivos específicos del trabajo. Así como, por último, describir la metodología que se van a llevar a cabo.
2. Capítulo 2 – Marco teórico: contextualizar de manera sociológica las posibles aplicaciones del *blockchain* en relación con la legislación vigente en España. Abarca un preámbulo de los conceptos claves como la transparencia, el gobierno abierto, los datos abiertos, la administración electrónica y participación ciudadana que puede influir en la tecnología *blockchain*. Además, se describe un contexto técnico en el cual se constituye un estudio previo de los términos y ejemplos útiles para aplicar al desarrollo técnico del trabajo.
3. Capítulo 3 – Análisis del campo de estudio: en este punto se muestra una lista de casos con plataformas y servicios en diferentes industrias que se pueden ofrecer dentro del sector público para conocer posibles implantaciones futuras. Además, se relaciona el *blockchain* en el ámbito del sector público y se explican las tecnologías que van a ser aplicadas para el estudio del desarrollo del caso técnico. Asimismo, de varios proyectos futuros planteados en la Comunidad Valenciana y en España relacionados con el *blockchain*.
4. Capítulo 4 – Desarrollo tecnológico: presenta la parte técnica del trabajo con sus herramientas y lenguajes requeridos para hacer posible un sistema de votación descentralizado que favorezca la participación ciudadana. Y las conclusiones, limitaciones y líneas futuras de la herramienta.
5. Capítulo 5 - Conclusiones: análisis general y deducciones obtenidas durante el proceso de realización del proyecto, extraídas de cada objetivo específico de la metodología.

1.4.2 Asignaturas relacionadas

A continuación, se reflejan las asignaturas con las áreas de conocimiento impartidas en el actual Máster Oficial en Gestión de la Información (MUGI) que ofrece la Universitat Politècnica de València durante un periodo de dos años y que se han visto involucradas para realizar el proyecto final de máster:

- Gestión de datos: web semántica y open data: la asignatura facilita adquirir conocimientos para la explotación y gestión de los datos, útil para este trabajo para valor los datos principales para la investigación.
- Fuentes de datos e información: la asignatura te permite conocer las fuentes donde extraer la información relevante relaciona según un tipo de proyecto y cómo recolectar de manera adecuada, de este modo ha facilitado esa tarea de investigación de los datos.
- Sociedad de la información: esta asignatura acercaba al alumno a interesarse por las nuevas tecnologías de información novedosas desarrolladas en distintos sectores y por ello, me ha incentivado a analizar la tecnología *blockchain*.
- Técnicas de investigación e innovación: la asignatura proporciona herramientas metodológicas para facilitar la elaboración y desarrollo de proyectos de investigación y evaluar los datos recogidos, pilar fundamental para la elaboración del TFM.
- Marco legal y deontológico de la información: esta asignatura recibe una visión del marco legislativo que rodea las tecnologías de la información, tanto europeas como españolas, y elemento de interés para recabar toda la legislación vigente dentro del presente trabajo.

Debido a toda esa formación, más las habilidades adquiridas durante mi experiencia en la Càtedra de Transparència i Gestió de Dades y otras oportunidades se presenta ahora este Trabajo Fin de Máster.

Capítulo 2 - Marco teórico

En este capítulo se presenta los aspectos que se han tenido en cuenta a la hora de elaborar el TFM y que son esenciales para comprender el porqué de dicha investigación.

2.1 Contexto sociológico

Para elaborar su contexto sociológico se deben esclarecer todos los temas que conciernen a este trabajo, tanto en el ámbito nacional como en el de la Comunidad Valenciana. Por lo tanto, se definen términos tales como la transparencia de las administraciones, el gobierno abierto, la administración electrónica y la participación ciudadana de manera conceptual. Además de índices y datos que representan dichos términos.

Existe un indudable compromiso por parte de España y sus Comunidades Autónomas (CCAA) con los nuevos sistemas establecidos para el bienestar del ciudadano y de la administración, razón por lo que disponemos de material suficiente para abordar este capítulo. Para su elaboración, se han analizado ciertas fuentes de referencia para la materia en cuestión: Portal de la Transparencia del Gobierno de España¹, *Transparency International - The Global Anti-Corruption Coalition*², Transparencia Internacional España (TI - España)³ y Portal de Transparencia de la Generalitat Valenciana (GVA Oberta)⁴.

Así mismo, se ha justificado con las normativas vigentes y sus respectivas modificaciones en el Boletín Oficial del Estado (BOE)⁵ y el Diari Oficial de la Generalitat Valenciana (DOGV - GVA)⁶ ya que es fundamental para este trabajo revisar los cambios que se van introduciendo en las distintas legislaciones y que afectan a la gobernanza en las Administraciones Públicas (AAPP). También, se incluye una revisión de los estándares para saber qué desafíos y limitaciones se van a presentar a la hora de implantar un nuevo sistema en las AAPP, tanto en un ámbito local como nacional. Este tipo de regulaciones afecta directamente al formato estándar de los datos, una nueva visión del concepto de gobierno abierto y a leyes tales como la de transparencia, administración electrónica y la participación ciudadana.

¹ Consultar en: <http://transparencia.gob.es/>

² Consultar en: <https://www.transparency.org/>

³ Consultar en: <https://transparencia.org.es/>

⁴ Consultar en: <http://www.gvaoberta.gva.es/es>

⁵ Disponible en: <https://www.boe.es/>

⁶ Disponible en: <http://www.dogv.gva.es>

2.2 Normativa en el ámbito nacional

2.2.1 Gobierno abierto

El gobierno abierto u *open government* se define según el Portal de Transparencia de la Administración General del Estado (s.f.) como “los vínculos que unen a los ciudadanos con sus gobernantes con el establecimiento de vías de diálogo más adecuadas para que los ciudadanos puedan ser más partícipes en el desarrollo de las políticas públicas”. España se unió a la Alianza para el Gobierno Abierto en 2011 (*Open Government Partnership - OGP*)⁷. Forman parte de esta organización 69 países a día de hoy. El objetivo de OGP es fomentar la apertura de los portales nacionales y mejorar las relaciones que se establecen con su población. El concepto de gobierno abierto debe estar sustentado por tres pilares básicos con el fin de crear diálogo entre ciudadanía – administración y viceversa (Ferrer-Sapena; Peset; Aleixandre-Benavent, 2011):

1. **Transparencia:** la administración debe seguir las leyes y normas establecidas para poner a disposición del ciudadano toda la informa sobre todo lo que está haciendo y se le facilite su acceso.
2. **Colaboración:** permitir que se realice un trabajo en conjunto por parte de los ciudadanos, empresas, sociedad civil y la administración.
3. **Participación:** favorecer el acceso a la información de manera activa por parte de la administración a la ciudadanía para fomentar la participación directa o indirecta.

Además de sostenerse en estos tres pilares, para tener un gobierno abierto, hay que fomentar la gobernanza pública y buen gobierno.

2.2.2 Datos abiertos

Dentro del contexto del gobierno abierto se abre un debate en otro escenario estrechamente relacionado: los datos abiertos u *open data*. Según la Dirección General de Gobernanza Pública (s.f.) Administración.gob.es “Los datos abiertos son aquellos que se consideran datos accesibles y reutilizables, sin exigencia de permisos específicos”.

En este punto, se parte de que la Administración debe hacer accesible la información que tiene en su poder a todos los ciudadanos para, con ayuda de otras empresas, tratar los datos creando servicios de valor añadido. Los datos que ofrece la administración se presentan en portales de datos abiertos en función de los diferentes

⁷ Más información: <https://www.opengovpartnership.org/>

organismos de los que dependen. En España se gestiona el Catálogo de Información Pública a través de la plataforma datos.gob.es⁸.

Las condiciones de uso para la reutilización se establecen en la Ley 37/2007 Reutilización de la Información del Sector Público como una transposición de la Directiva Europea 2003/98/CE. Según describe la Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP, 2017) dicha ley abarca a todas las AAPP y sectores públicos. Da la posibilidad de reutilizar documentos públicos sin estar sujetos a licencias-tipo que han de presentarse en formatos que fomenten la documentación y accesibilidad electrónica. En la norma se exponen las condiciones sobre la reutilización de los documentos donde se indica que no se debe alterar su contenido y se obliga a citar la fuente y fecha.

La Directiva Europea 2003/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo fomentaba el uso de contenidos digitales “basadas en los principios de la transparencia, en un acceso equitativo, proporcional y no discriminatorio que busca armonizar mínimamente las diferentes condiciones que existan a nivel comunitario” (FEMP, 2017).

La Ley 37/2007 fue modificada por la Ley 18/2015 en la cual introduce al ámbito nacional los cambios de la Directiva Europea 2013/37/EU del Parlamento Europeo sobre la reutilización de información del sector público. Como indica la FEMP “Se expresa la obligación declarada para todas las Administraciones Públicas de autorizar la publicación, salvo los casos de excepción recogidos en la directiva o derivados de nuestras leyes”. Tratar de publicar datos abiertos y legibles por las máquinas para facilitar la interoperabilidad y excluir los limitados por los procesos de publicación de recursos culturales tales como los museos, archivos y bibliotecas.

Para fomentar la creación y reutilización de los datos abiertos y darles un valor añadido hay que involucrar a las AAPP desde todas las posiciones y asumir roles tales como (FEMP, 2017):

1. **Generador de datos:** los trabajadores en sectores públicos deben prestar servicios a la ciudadanía para generar datos de uso, tanto internos como externos con el fin de construir un nuevo servicio potencial.
2. **Publicador de datos:** poner a disposición de la ciudadanía todos los datos que las AAPP contienen para potenciar su reutilización y del mismo modo, la transparencia y la innovación.
3. **Motor y catalizador de los datos:** crear sistemas para las AAPP que involucren a desarrolladores, programadores, periodistas, empresas de comunicación y la sociedad para dar una educación sobre la importancia de los datos.
4. **Usuarios de los datos:** analizar los datos para la creación de datos únicos que fomenten la interoperabilidad de la información para facilitar las políticas internas y externas a la organización de los procesos.

⁸ Disponible en: <http://datos.gob.es/>

5. Responsable único de la política de datos abiertos: las AAPP deben crear sus propias políticas públicas para la reutilización y protección de los datos de las personas.

Es esencial definir los formatos de los datos para mejorar la reutilización de la información en distintas aplicaciones. Se definen como formatos abiertos los que, gracias a su estructura, son admitidos por las organizaciones como estándares de reutilización, es decir, que pueden ser leídos, procesados y utilizados por máquinas. En el presente trabajo, se tendrán en cuenta algunos de los tipos de datos abiertos más utilizados y como indica la FEMP (2017) son:

1. CSV: texto separado por comas, que lo hace legible para humanos. Muy usado, ya que es muy fácil poder abrirlo directamente en una hoja de cálculo tipo Excel para su reutilización.
2. XML: desarrollado por W3C, emplea etiquetas para estructurar la información.
3. JSON: es prácticamente el formato elegido por los reutilizadores, ya que es muy simple, con una sintaxis básica y similar a JavaScript, y es muy ligero, lo que permite que el tamaño de los datos a enviar por la red sea reducido.
4. JSON-LD y RDF: además de los datos en sí, estos formatos incluyen información semántica, lo cual permite interpretar su significado.
5. RSS: probablemente, sea de los primeros formatos abiertos en definirse. Su objetivo era syndicar contenidos de una forma muy simple. Emplea XML para definir su estructura.

2.2.3 Transparencia

La transparencia es otro concepto que engloba uno de los pilares del gobierno abierto que más influencia está teniendo con relación a la ciudadanía y la administración. La idea de transparencia precede, de manera genérica, en la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común, como “el derecho de acceso a la información”. Además, en la Ley 11/2007, de 22 de junio, de Acceso Electrónico de los Ciudadanos a los Servicios Públicos, se introduce por primera vez el concepto de transparencia como un principio general. Hoy en día, se recoge en la Ley 19/2013, de 9 de diciembre, de Transparencia, Acceso a la Información Pública y el Buen Gobierno, y tanto la Ley 30/1992 como la Ley 11/2007 están derogadas por la Ley 39/2015, de 1 octubre, del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas.

La Ley 19/2013 tiene como objetivo “ampliar y reforzar la transparencia de la actividad pública, regular y garantizar el derecho de acceso a la información relativa a aquella actividad y establecer las obligaciones de buen gobierno que deben cumplir los responsables públicos.” (Portal de la Transparencia del Gobierno de España, s.f.).

La Ley 19/2013 obliga a garantizar la transparencia de las actividades a los sectores públicos y regula el acceso de dicha información pública a los ciudadanos. Sin embargo, teniendo en cuenta lo antes presentado en los datos abierto existen una serie de limitaciones a la información pública que se refleja en el artículo 14 de la Ley 19/2013 sobre (López Tarín, 2017):

- Las relaciones exteriores.
- La garantía de la confidencialidad o el secreto requerido en procesos de toma de decisión.
- Seguridad Nacional.
- La defensa.
- La seguridad pública.
- La protección del medio ambiente.
- La prevención, investigación y sanción de los ilícitos penales, administrativos o disciplinarios.
- La igualdad de las partes en los procesos judiciales y la tutela judicial efectiva.
- Las funciones administrativas de vigilancia, inspección y control.
- Los intereses económicos y comerciales.
- El secreto profesional y la propiedad intelectual e industrial.
- La política económica y monetaria.

Además, del artículo 15 de esta misma ley menciona la Protección de Datos Personales (LOPD) como un punto más de limitación para la transparencia y es un deber por cumplir.

Por otro lado, el Portal de la Transparencia del Gobierno de España pone a disposición un documento elaborado mensualmente por la Dirección General de Gobernanza Pública de las cifras recogidas desde su funcionamiento el 10 de diciembre de 2014 hasta el momento. Estas cifras corresponden a las solicitudes de acceso a la información pública de la Administración General del Estado. De este documento se quiere destacar con brevedad cómo los ciudadanos cada vez realizan más demandas de solicitudes de acceso a la información pública como se puede ver en la siguiente gráfica (*Figura 1*), para un total de tres años:

Figura 1 - Gráfico del número de solicitudes para el acceso de la información pública.



Fuente - Portal de Transparencia de la Administración General del Estado.⁹

También ofrece información sobre cómo las visitas al Portal de Transparencia (Figura 2) se han ido incrementando desde su inicio hasta el día que se recogió el último dato, gracias al interés que está mostrando el ciudadano para su bienestar social incentivado por la información que se está ofreciendo en los portales de transparencia.

⁹ Para más información:
[http://transparencia.gob.es/transparencia/transparencia Home/index/MasInformacion/El-portal-en-cifras.html](http://transparencia.gob.es/transparencia/transparencia/Home/index/MasInformacion/El-portal-en-cifras.html)

Figura 2 - Gráfico de número de visitas desde 2015 al 2018.



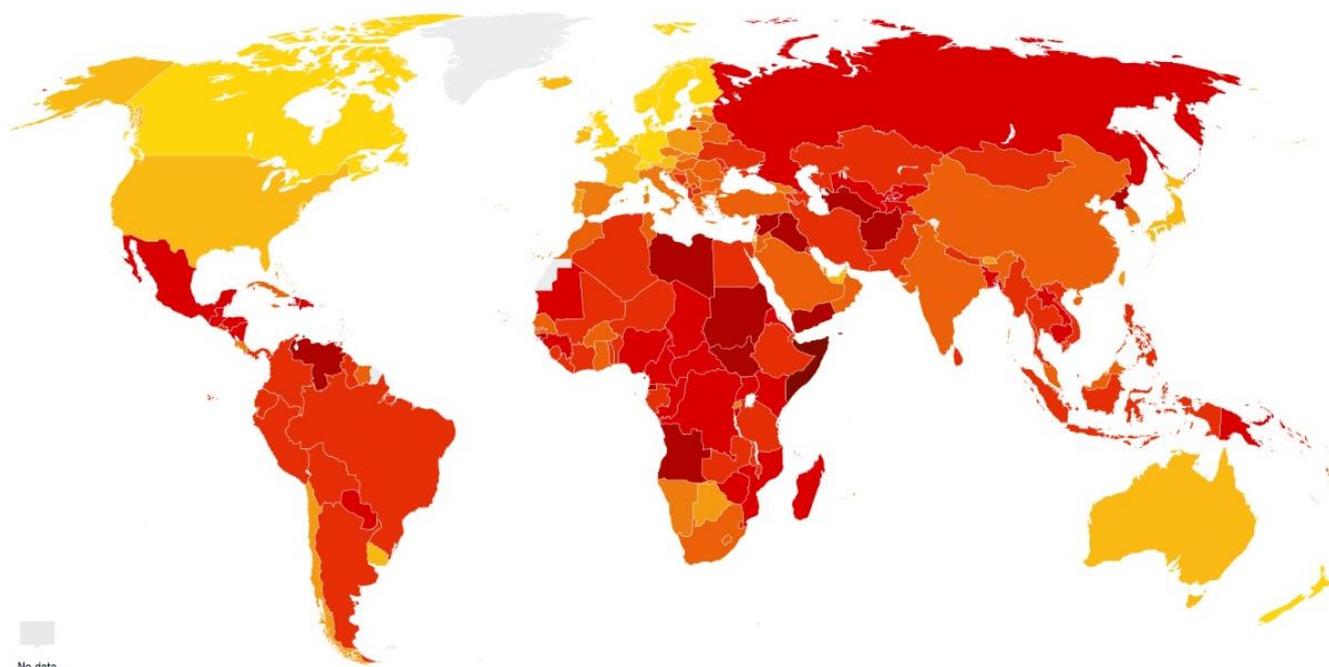
Fuente - Portal de Transparencia de la Administración General del Estado.

Aunque existan leyes de transparencia nacionales, también hay que tener en cuenta que a pesar de la implementación de estas leyes todavía la corrupción e irregularidades en el sector público existen en nuestro país. No solo esto sucede en España, en muchos países también cuentan con leyes de transparencia más concisas según su nivel de corrupción e inestabilidad política. Estas insinuaciones se pueden contemplar en diversos rankings mundiales que se elaboran para medir y clasificar la implicación con las leyes de transparencia, acceso a la información y sus resultados. En este punto del trabajo se analiza el ranking de *Transparency International*.

Transparency International

Transparency International tiene como objetivo promover la rendición de cuentas, la integridad y la transparencia para dar ejemplo de un buen gobierno a través de las buenas prácticas. Gracias a ella, se obtiene información relevante sobre los sistemas gubernamentales mundiales como el Índice de Percepción de la Corrupción del 2017. Dicho índice destaca los países que no están logrando acabar con la corrupción, concretamente 180 países que recalcan por su nivel de corrupción en el sector público con una escala de 0 al 100, donde cero corresponde a un nivel alto de corrupción y 100 un nivel nulo de corrupción. Se debe tener en cuenta que puntajes por debajo del 50 ya muestran un nivel preocupante, tanto para la ciudadanía como para el sector público. A continuación, se muestra una imagen del mapa global (*Figura 3*) y con su respectiva tabla de los países con una puntuación hasta el 41, por considerarlo ya un nivel alto de corrupción en el año 2017 (*Tabla 1*):

Figura 3 - Mapa mundial del Índice de Percepción de Corrupción en el 2017.



Fuente - Transparency International.

Tabla 1 - Lista del ranking y puntuación del nivel de corrupción hasta el puesto 41.

RANK	COUNTRY/TERRITORY	SCORE	RANK	COUNTRY/TERRITORY	SCORE	RANK	COUNTRY/TERRITORY	SCORE
1	New Zealand	89	21	Estonia	71	40	Saint Vincent and the Grenadines	58
2	Denmark	88	21	United Arab Emirates	71	42	Cyprus	57
3	Finland	85	23	France	70	42	Czech Republic	57
3	Norway	85	23	Uruguay	70	42	Dominica	57
3	Switzerland	85	25	Barbados	68	42	Spain	57
6	Singapore	84	26	Bhutan	67	46	Georgia	56
6	Sweden	84	26	Chile	67	46	Malta	56
8	Canada	82	28	Bahamas	65	46	Cabo Verde	55
8	Luxembourg	82	29	Portugal	63	48	Rwanda	55
8	Netherlands	82	29	Qatar	63	48	Saint Lucia	55
8	United Kingdom	82	29	Taiwan	63	48	Korea (South)	54
12	Germany	81	32	Brunei Darussalam	62	51	Grenada	52
13	Australia	77	32	Israel	62	52	Namibia	51
13	Hong Kong	77	32	Israel	62	53	Italy	50
13	Iceland	77	34	Botswana	61	54	Mauritius	50
16	Austria	75	34	Slovenia	61	54	Slovakia	50
16	Belgium	75	36	Poland	60	54	Slovenia	50
16	United States	75	36	Seychelles	60	57	Croatia	49
19	Ireland	74	38	Costa Rica	59	57	Saudi Arabia	49
20	Japan	73	38	Lithuania	59	59	Greece	48
			40	Latvia	58	59	Jordan	48
						59	Romania	48
						62	Cuba	47
						62	Malaysia	47
						64	Montenegro	46
						64	Sao Tome and Principe	46
						66	Hungary	45
						66	Senegal	45
						68	Belarus	44
						68	Jamaica	44
						68	Oman	44
						71	Bulgaria	43
						71	South Africa	43
						71	Vanuatu	43
						74	Burkina Faso	42
						74	Lesotho	42
						74	Tunisia	42
						77	China	41
						77	Serbia	41
						77	Suriname	41
						77	Trinidad and Tobago	41

Fuente - Transparency International.

De estas dos representaciones visuales hay que destacar Nueva Zelanda y Dinamarca que ocupan los primeros lugares en implantación de buenas políticas para la transparencia y en general Europa occidental muestra un gran empeño para evitar la corrupción, con un promedio de 66 puntos entre sus regiones. España, como se puede ver en la Tabla 1, se posiciona en el puesto 42 con una puntuación de 57. Comparándonos con nuestros vecinos, como Francia y Portugal, estamos por debajo de ellos, Francia con 70 de puntuación y Portugal con un 60. Observando la siguiente ilustración (*Figura 4*), se tiene en cuenta la posición de España durante el periodo de 2012 hasta el 2017, con niveles de corrupción semejantes a los de Dominica, República Checa y Chipre. Observando el registro, estos países han mejorado su nivel mientras que España ha bajado 8 puntos desde el 2012. Un dato preocupante para los sectores públicos y sobre todo para nuestra sociedad.

Figura 4 - Comparativa de la puntuación de los niveles de corrupción de España desde el 2012 hasta 2017.

2017 Rank	Country	2017 Score	2016 Score	2015 Score	2014 Score	2013 Score	2012 Score
42	Cyprus	57	55	61	63	63	66
42	Czech Republic	57	55	56	51	48	49
42	Dominica	57	59	N/A	58	58	58
42	Spain	57	58	58	60	59	65

Fuente - Transparency International.

2.2.4 Participación ciudadana

La participación ciudadana se puede conceptualizar en diferentes ámbitos, pero en sí atiende a un conjunto de mecanismos de acción por parte de la población para ser activos en las decisiones del gobierno sin tener relación directa con algún partido político o administración pública. En la Constitución española viene reflejado dicho concepto:

“Corresponde a los poderes públicos promover las condiciones a fin de que la libertad y la igualdad del individuo y de los grupos en los cuales se integra sean reales y efectivas; remover los obstáculos que impidan o dificulten la plenitud y facilitar la participación de todos los ciudadanos en la vida política, económica, cultural y social.” (Const., 1978, art. 9.2)

Además, la Ley 39/2015, de 1 octubre, del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas en el artículo 133 Participación de los ciudadanos en el procedimiento de elaboración de normas con rango de Ley y reglamento. En el artículo 133 introduce la participación en los procesos de elaboración normativa y recabar la opinión de los ciudadanos y empresas con la iniciativa, la necesidad y oportunidad de su aprobación como se recoge en el informe de la Organización para la Cooperación y

Desarrollo Económicos (OCDE, 2014) que se muestra resumido en los siguientes puntos:

- A través del diálogo, dar una visión consensuada de las reformas incluyendo a todas las partes interesadas.
- Priorizar y apoyar las reformas que se recojan y que puedan contribuir a la mejora continua.
- La tecnología y la información trabajen en las mismas líneas.
- Imponer la transparencia como instrumentos clave para la reforma.
- Desarrollar los presupuestos.
- Favorecer la cooperación y el diálogo multinivel.
- Continuar con la participación de los ciudadanos en los futuros procesos de reforma.

La participación ciudadana es una pieza fundamental para el desarrollo de un buen gobierno democrático y promover una sociedad activa que ayude al Gobierno a impulsar aspectos económicos, culturales y políticos. Este derecho del ciudadano enriquece al sistema gubernamental en los procesos de trabajo administrativos para que sean más competentes. Además, genera una relación de respeto entre las AAPP y la ciudadanía.

Los mecanismos de participación ciudadana están estrechamente ligados a las nuevas tecnologías que se están implantando para mejorar las vías democráticas y los procesos de las instituciones junto a la sociedad. De este modo, se pretende con las nuevas tecnologías desarrollar herramientas eficaces y accesibles a la participación mejorando la comunicación entre ambas partes. Una de las formas de participación política tradicional son las elecciones. Por ello, en este trabajo se pretende incentivar la participación ciudadana con una nueva herramienta, el *blockchain*, a través de un sistema de votación electrónico.

2.2.5 Administración electrónica

La Unión Europea puso en marcha un Plan de Acción sobre Administración Electrónica 2011-2015 que obtuvieron un impacto positivo integrando estrategias nacionales en la administración electrónica y contribuyendo al intercambio de buenas prácticas y la interoperabilidad entre los Estados miembros. Facilitó el desarrollo de nuevas tecnologías para el acceso a los servicios públicos, sin embargo, las empresas no obtuvieron todavía beneficios de los servicios digitales. Por ello, propone un nuevo Plan de Acción de Administración electrónica 2016-2020, en el cual pretende eliminar todos los obstáculos digitales y modernizar las administraciones públicas para conseguir un mercado digital único integrando en ellos a la ciudadanía y a las empresas.

Para poder conseguir este Plan de Acción se exponen las siguientes siete iniciativas (Portal de Administración Electrónica, s.f.):

1. Digital por defecto: las administraciones públicas ofrecerán servicios digitales como opción preferida (si bien manteniendo otros canales para

quienes están desconectados bien por elección o bien por necesidad). Además, los servicios públicos se deberán prestar a través de un único punto de contacto o de una ventanilla única y a través de diferentes canales.

2. Principio de solo una vez: se garantizará que los ciudadanos y las empresas suministran la misma información sólo una vez a las administraciones públicas. Las oficinas de la administración pública adoptarán medidas para la reutilización interna de estos datos, de acuerdo con lo permitido y con el debido respeto de las normas de protección de datos, con el fin de evitar que recaigan cargas adicionales sobre los ciudadanos y las empresas.
3. Inclusión y accesibilidad: las administraciones públicas diseñarán servicios públicos digitales que sean inclusivos de forma predeterminada y adaptados a las diferentes necesidades, tales como las de las personas mayores y de las personas con discapacidades.
4. Apertura y transparencia: las administraciones públicas compartirán información y datos y permitir que los ciudadanos y las empresas puedan tener control de acceso y rectificación de sus propios datos; permitirán a los usuarios controlar los procesos administrativos que los involucran; se comprometerán y abrirán a las partes interesadas (tales como empresas, investigadores y organizaciones sin ánimo de lucro) en el diseño y la prestación de servicios.
5. Transfronterizo de forma predeterminada: las administraciones públicas desplegarán los servicios públicos digitales pertinentes disponibles a través de las fronteras y evitarán que se produzca una mayor fragmentación, facilitando así la movilidad dentro del Mercado Único.
6. Interoperabilidad de forma predeterminada: los servicios públicos se diseñarán para funcionar sin problemas en el Mercado Interior y través de los silos organizacionales, basándose en la libre circulación de datos y de servicios digitales en la Unión Europea.
7. Confianza y Seguridad: todas las iniciativas irán más allá del mero cumplimiento del marco jurídico sobre la protección de datos personales y la privacidad y seguridad de TI, mediante la integración de estos elementos en la fase de diseño. Estas son condiciones previas importantes para aumentar la confianza y la asimilación de los servicios digitales.

Para obtener los mejores resultados las AAPP contribuirán a la elección de sistemas y tecnologías que satisfagan sus necesidades con los requisitos establecidos por la Unión Europea (UE).

Teniendo en cuenta el contexto legislativo demandado por la UE en España se puso en marcha leyes para catalizar la Administración Electrónica, la más importante la Ley 11/2007 seguida de la Ley 39/2015.

La Ley 39/2015, de 1 octubre, del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas, tiene como objetivo:

“Regular los requisitos de validez y eficacia de los actos administrativos, el procedimiento administrativo común, incluyendo el sancionador y el de reclamación de responsabilidad a la administración y los principios a los que se ha de ajustar el ejercicio de la iniciativa legislativa y la potestad reglamentaria.” (art. 1 LPAC, 2 de octubre 2015)

Esta ley introduce las tecnologías de la información y de la comunicación en relación con la Administración, la ciudadanía y las empresas. Además, entra en cuestión, el derecho de las personas a estar relacionadas con la AAPP “en el uso de medios electrónicos, los registros electrónicos, los sistemas de identificación de los interesados en el procedimiento, la práctica de las notificaciones a través de medios electrónicos, la emisión de documentos por las AAPP, la validez y eficacia de las copias realizadas por las AAPP, los documentos aportados por los interesados y el archivo de documentos” (Medrano-Molina, 2016).

Sin embargo, no es la primera ley que dio paso a las nuevas tecnologías en la implementación de las Administraciones, sino que fue en la Ley 11/2007, de 22 junio, de Acceso Electrónico de los Ciudadanos a los Servicios Públicos en la que se:

“reconoce el derecho de los ciudadanos a relacionarse con las Administraciones Públicas por medios electrónicos y regula los aspectos básicos de la utilización de las tecnologías de la información en la actividad administrativa, en las relaciones entre las Administraciones Públicas” (art. 1 LAE, 22 de junio 2007).

Por lo tanto, la Ley 11/2007 fue pionera en relacionar a los ciudadanos con las AAPP, pero esta ley fue derogada por la Ley 39/2015. Sin embargo, pese a las actuales leyes, la Administración no contemplan en su totalidad el uso de la administración electrónica. Como indica López Tarín (2017) en su trabajo académico, la Administración si se enfocará a la Administración electrónica mejoraría tanto la eficacia como la eficiencia, ahorraría costes tanto a los ciudadanos, empresas y ellos mismos, reforzaría el interés y facilitaría el cumplimiento de las leyes de transparencias.

2.3 Normativa en el ámbito de la Comunidad Valenciana

2.3.1 Buen gobierno

Según el Portal de Transparencia de la Generalitat Valenciana (s.f.), el buen gobierno se define “como el conjunto de principios éticos y de actuación que deben regir el comportamiento de los altos cargos y asimilados en las administraciones públicas”. Por lo tanto, en la Comunidad Valenciana los principios del buen gobierno están descritos en el artículo 26.2. de la Ley 2/2015, de 2 de abril, de Transparencia, Buen Gobierno y participación Ciudadana de la Comunitat Valenciana, y en el Decreto 56/2016, del Consell, de 6 de mayo, por el que se aprueba el Código de Buen Gobierno de la Generalitat.

2.3.2 Datos abiertos, transparencia y participación ciudadana

Dentro del buen gobierno es indispensable hablar de los datos abiertos, o más conocidos como *open data*, ya que comprenden una función principal para el correcto desarrollo del buen gobierno. Siguiendo con las definiciones que se ofrecen en el Portal de Transparencia de la Generalitat Valenciana (s.f.), los datos abiertos son “tipos de información, generalmente datos estadísticos, estén disponibles para su utilización de forma libre. En el caso de las administraciones públicas, estas pueden poner a disposición de los ciudadanos bases de datos para que las utilicen.”

En la Comunidad Valenciana, aparece por primera vez el concepto de transparencia y la participación ciudadana, en la Ley 11/2008, de 3 de julio, de la Generalitat, de Participación Ciudadana de la Comunitat Valenciana, que se ha visto en el apartado anterior como pilares principales para el buen gobierno. El objetivo de la Ley 11/2008 es:

“regular y fomentar la participación ciudadana, de forma individual o colectiva, en la vida política, económica, cultural y social de la Comunitat Valenciana, así como promover la participación de la sociedad en los asuntos públicos”. (art. 1 LPC, 3 de julio 2008)

Ya derogada por la Ley 2/2015, de 2 de abril, de la Generalitat, de Transparencia, Buen Gobierno y Participación Ciudadana de la Comunitat Valenciana. La actual legislatura de la autonomía fue modificada por la Ley 2/2016, de 4 de marzo, de la Generalitat y tiene como objetivo (art. 1 LBGPC, 2 de abril 2015):

1. Regular y garantizar, en el ámbito de la Comunitat Valenciana, el ejercicio del principio de transparencia y el derecho de libre acceso a la información pública, entendido como el derecho de la ciudadanía a recibir una información adecuada y veraz sobre la actividad pública, garantizando la libertad de todas las personas a formar sus opiniones y tomar decisiones con base en esa información.

2. Fomentar la mejora continua de la calidad democrática de nuestra sociedad estableciendo los principios básicos para la implantación de un código de buen gobierno en el ámbito de la Administración autonómica.
3. Promover y fomentar la participación ciudadana en los asuntos públicos, de forma individual o colectiva, y regular las relaciones de la Generalitat con la ciudadanía y con organizaciones y entidades de la sociedad civil de la Comunitat Valenciana.

La Ley 2/2015 trata la transparencia, el buen gobierno, los datos abierto y la participación ciudadana en la Comunidad Valenciana. Consta del título preliminar y los cinco títulos ley que trata las siguientes materias (GVA Oberta, s.f.):

1. El título preliminar recoge los aspectos transversales de la ley, como su objeto, el ámbito subjetivo y los principios generales que regirán su interpretación.
2. En el título I ("transparencia en la actividad pública") se regula la transparencia en la gestión en la actividad pública, tanto la publicidad activa como el derecho de acceso a la información pública, así como la reutilización de datos o "datos abiertos".
3. En el título II ("buen gobierno") se establecen los principios éticos y de actuación que deben regir la labor de los miembros del Consell, sus altos cargos y los directivos asimilados del sector público instrumental de la Generalitat.
4. El título III ("régimen sancionador") establece y detalla el régimen sancionador de la ley, para garantizar su aplicación en el ámbito de la Comunitat Valenciana.
5. El título IV ("garantías de transparencia y buen gobierno") regula las funciones, competencias y funcionamiento del Consejo de Transparencia, Acceso a la Información Pública y Buen Gobierno.
6. Por último, el título V ("participación ciudadana") regula los derechos a la participación directa de los ciudadanos en los asuntos públicos, estableciendo mecanismos para su aplicación efectiva.

Esta ley se complementa con el Decreto 105/2017, de 28 de julio, del Consell, de desarrollo de la ley 2/2015, de 2 de abril, de la Generalitat, en materia de transparencia y de regulación del Consejo de Transparencia, Acceso a la Información Pública y Buen Gobierno.

“Regula, entre otros aspectos, las obligaciones de publicidad activa, el derecho de acceso a la información, el régimen de reclamaciones y el régimen sancionador en materia de transparencia. Además, incluye una regulación específica de las condiciones de reutilización de la información pública y la organización

administrativa de la Generalitat y su sector público instrumental en materia de transparencia y regula el Consejo de Transparencia, Acceso a la Información Pública y Buen Gobierno” (GVA Oberta, s.f.).

De esta ley nace el Portal de Transparencia de la Comunidad Valenciana, que aparecen datos de las diputaciones provinciales (Castellón, Valencia y Alicante).

En el apartado de Cifras, se muestra como en el 2016 hubo un total de 328.716 visitas totales al Portal y en 2017 subieron a 408.664 visitas. Datos que demuestran la importancia que se le ha dado al Portal de Transparencia¹⁰.

Por otra parte, al igual que *Transparency International* valora el compromiso de España respecto a su nivel de transparencia de manera internacional, también se elabora por Transparencia Internacional España (TI - España) el Índice de Transparencia de las Comunidades Autónomas (INCAU) y el Índice de Transparencia de los Ayuntamientos (ITA). El objetivo de TI – España (s.f.) es asumir “el compromiso social de propiciar de forma permanente y continuada el incremento del nivel de información y apertura informativa que las distintas instituciones públicas españolas generan para conocimiento de la ciudadanía.” Para conseguir dicho objetivo se elabora y publica cuatro Índices de Transparencia, que para nuestro trabajo solo se analizan Índice de Transparencia de las Comunidades Autónomas (INCAU) y el Índice de Transparencia de los Ayuntamientos (ITA).

1. INCAU es un índice que mide el grado de transparencia de los Gobiernos de las Comunidades Autónomas (CCAA) españolas y fomenta la información que estas instituciones ofrecen a la ciudadanía. El primer índice que se elaboró fue en 2010, se redacta cada dos años y se evalúan las diecisiete CCAA.
2. ITA es un índice que sirve para conocer el nivel efectivo de transparencia y acceso a la información que ofrecen los ayuntamientos a la población. Evalúa 110 Ayuntamientos de España, que comprenden una población superior a los 65.000 habitantes.

La evaluación de los Índices de transparencia tiene un carácter institucional, y la valoración informativa se hace de cada una de las entidades públicas, las cuales para TI-España están lógicamente por encima de las personas que en cada momento tengan o hayan tenido vínculos de carácter político o administrativo con dichas instituciones.

A continuación, se presenta unas tablas con los resultados más destacados de los índices del INCAU de los cuatro años (2010, 2012, 2014 y 2016) que contemplan las actuales leyes. De este modo, será más visible su comparación y evolución de las CCAA y en especial de la Comunidad Valenciana:

¹⁰ Datos descargables disponibles en: <http://www.gvaoberta.gva.es/es/transparencia-en-la-generalitat>

INCAU

Las tres primeras ediciones (2010, 2012 y 2014) se recogen los datos de las áreas en una misma tabla mientras que la última edición (2016) se presenta en otra tabla separada porque se desarrollan nuevas áreas tras las nuevas necesidades de transparencia. En 2010, 2012 y 2014 se mantienen los mismos índices, aunque en el 2012 y 2014 se incluye una nueva área, Indicadores de la nueva Ley de Transparencia. El último indicador ya recoge los datos que deben publicar las instituciones públicas de forma obligatoria según la reciente Ley de Transparencia. Se realizan las siguientes tablas para el análisis de cada índice de manera individual y global de las CCAA de España y de la Comunidad Valenciana. De cada columna se obtiene un número de entre 1 a 100, teniendo en cuenta que para aprobar hay que superar el 50 de 100¹¹.

Tras esta breve aclaración se pasa a mostrar las tablas con sus respectivas explicaciones:

Tabla 2 - Evaluación de la transparencia de las 17 CCAA en 2010, 2012 y 2014

Nivel de Transparencia	2010	2012	2014
Información sobre la Comunidad Autónoma	68,5	84,8	91,6
Relaciones con los ciudadanos y la sociedad	83,3	89,1	94,1
Transparencia económico-financiera	48,8	69,7	76
Transparencia en las contrataciones de servicios, obras y suministros	65,4	69,7	89,5
Transparencia en materias de Ordenación del territorio, urbanismo y obras públicas	82,8	89,9	95
Indicadores de la nueva Ley de Transparencia	-	72,2	86,8

Fuente - Transparencia Internacional España (TI - España), Índice de Transparencia de las Comunidades Autónomas (INCAU)

La Tabla 2 se evalúan la transparencia de los diecisiete CCAA que corresponden al marco español contrastadas por 80 indicadores que tratan de abarcar cinco áreas de transparencia. Estos 80 indicadores son el resultado final de un proceso que se ha prolongado durante aproximadamente un año y medio, en el que se partió de un conjunto inicial de más de 150 indicadores, y que posteriormente se ha ido simplificando y optimizando para los trabajos de un equipo de especialistas de máximo nivel y a la colaboración de técnicos de numerosas instituciones, hasta llegar a esos 80 indicadores finales. Las cinco o seis áreas de transparencias para el INCAU, según el año de edición, son: Información sobre la Comunidad Autónoma, Relaciones con los ciudadanos y la sociedad, Transparencia económico-financiera, Transparencia en las contrataciones de servicios, obras y suministros, Transparencia en materias de Ordenación del territorio, urbanismo y obras públicas e Indicadores de la nueva Ley de

¹¹ Más información de los datos: <https://transparencia.org.es/indice-de-las-comunidades-autonomas-incau/>

Transparencia. Se puede ver como los resultados de esos tres años mejora la puntuación progresivamente.

Tabla 3 - Evaluación de la transparencia de las 17 CCAA en 2016

Nivel de Transparencia	2016
Transparencia activa e información sobre la Comunidad Autónoma	94,9
Página web, relaciones con los ciudadanos y la sociedad, y participación ciudadana	95,6
Transparencia económico-financiera	94,1
Transparencia en las contrataciones de servicios, obras y suministros	89,6
Transparencia en materias de Ordenación del territorio, urbanismo y obras públicas	95
Derecho de acceso a la información	95,3

Fuente - Transparencia Internacional España (TI - España), Índice de Transparencia de las Comunidades Autónomas (INCAU)

La Tabla 3 mide el nivel de transparencia en el INCAU 2016 de las CCAA con 80 indicadores, englobados en seis áreas. Se desarrollan nuevas áreas: Transparencia activa e información sobre la Comunidad Autónoma, Página web, relaciones con los ciudadanos y la sociedad, y participación ciudadana, Transparencia económico-financiera, Transparencia en las contrataciones, convenios, subvenciones y costes de los servicios, Transparencia en materias de Ordenación del territorio, urbanismo y obras públicas y Derecho de acceso a la información. Con las nuevas áreas las CCAA mejoran su puntuación favorablemente.

Tabla 4 - Evaluación de la transparencia en la Comunidad Valenciana en 2010, 2012 y 2014.

Nivel de Transparencia	2010	2012	2014
Información sobre la Comunidad Autónoma	69,6	81,8	100
Relaciones con los ciudadanos y la sociedad	84,2	84,6	92,9
Transparencia económico-financiera	29,4	35,7	92,3
Transparencia en las contrataciones de servicios, obras y suministros	37,5	55,6	100
Transparencia en materias de Ordenación del territorio, urbanismo y obras públicas	38,5	57,1	85,7
Indicadores de la nueva Ley de Transparencia	-	53,3	81,3

Fuente - Transparencia Internacional España (TI - España), Índice de Transparencia de las Comunidades Autónomas (INCAU)

Tabla 5 - Evaluación de la transparencia de la Comunidad Valenciana en 2016.

Nivel de Transparencia	2016
Transparencia activa e información sobre la Comunidad Autónoma	100
Página web, relaciones con los ciudadanos y la sociedad, y participación ciudadana	100
Transparencia económico-financiera	84,4
Transparencia en las contrataciones de servicios, obras y suministros	84,6
Transparencia en materias de Ordenación del territorio, urbanismo y obras públicas	100
Derecho de acceso a la información	100

Fuente - Transparencia Internacional España (TI - España), Índice de Transparencia de las Comunidades Autónomas (INCAU)

En las Tablas 4 y 5 se presentan los resultados del INCAU de la Comunidad Valenciana con las mismas características que se mostraron en las tablas que engloban los datos de las CCAA de España. En los dos primeros años la Comunidad Valenciana se puede ver que suspenden en tres áreas en 2010 y en 2012 en una, pero las demás puntuaciones tampoco resaltan. Mientras que en el 2014 evoluciona favorablemente y de igual modo en el 2016, aunque baja su puntuación en dos áreas que coincide en la edición del INCAU de 2014: Transparencia económico-financiera y Transparencia en las contrataciones de servicios, obras y suministros.

Para poder visualizar mejor una comparativa de los datos se muestra en la siguiente Tabla 6 las puntuaciones globales de las CCAA españolas junto los datos de la Comunidad Valenciana:

Tabla 6 - Comparativa del nivel de transparencia en las CCAA y la Comunidad Valenciana.

	2010	2012	2014	2016
CCAA de España	71,5	79,9	88,6	94
Comunidad Valenciana	56,3	63,8	92,5	94,4

Fuente - Transparencia Internacional España (TI - España), Índice de Transparencia de las Comunidades Autónomas (INCAU)

De este modo, se puede ver que respecto al resto de la media que obtienen las CCAA, la Comunidad Valenciana se encuentra en buena posición y ha mejorado drásticamente gracias a la introducción de los nuevos índices para analizar el grado de transparencia.

ITA

El Índice de Transparencia de los Ayuntamientos (ITA), fomenta la cultura informativa de los propios Ayuntamientos y aumenta el nivel de información útil y relevante que se puede ofrecer a los ciudadanos. Se valoran 110 mayores Ayuntamientos de España a través de 80 indicadores. Además, de tener en cuenta las seis áreas de transparencia que varían según las necesidades de cada edición. La puntuación comprende entre 1 a 100, obteniendo al menos 50 para aprobar. Del ITA existen seis ediciones, pero para este trabajo solo se evaluarán las tres últimas ediciones (2012, 2014 y 2017), ya que son las más recientes a la elaboración y establecimiento de la Ley de Transparencia.

En las siguientes tablas se muestra los datos obtenidos de manera individual y global por los Ayuntamientos españoles y el de la Comunidad Valenciana para su posterior análisis comparativo. Tanto en 2012 y 2014 trabajan con las mismas áreas de transparencia: Información sobre la Corporación municipal; Relaciones con los ciudadanos y la sociedad; Transparencia económico-financiera; Transparencia en las contrataciones y costes de los servicios; Transparencia en materias de urbanismo, obras públicas y medioambiente; Indicadores Ley de Transparencia. Mientras que en el 2017 cambian tras la actual Ley de Transparencia: Transparencia activa e información sobre la corporación municipal; Página web, relaciones con los ciudadanos y la sociedad, y participación ciudadana; Transparencia económico-financiera; Transparencia en las contrataciones, convenios, subvenciones y costes de los servicios; Transparencia en materias de urbanismo, obras públicas y medioambiente; Derecho de acceso a la información¹².

En la Tablas 7 y 8 se muestran los datos obtenidos por los Ayuntamientos de España en las tres últimas ediciones:

Tabla 7 - Evaluación de la transparencia de los Ayuntamientos españoles en 2012 y 2014.

Nivel de Transparencia	2012	2014
Información sobre la Corporación municipal	72,2	86,3
Relaciones con los ciudadanos y la sociedad	76,3	86,8
Transparencia económico-financiera	71,2	90,0
Transparencia en las contrataciones de servicios	68,6	74,1
Transparencia en materias de urbanismo y obras públicas	77,6	85,8
Indicadores nueva Ley de Transparencia	57,4	81,2

Fuente - Transparencia Internacional España (TI - España), Índice de Transparencia de los Ayuntamientos (ITA)

¹² Para más información de los datos: <https://transparencia.org.es/indice-de-los-ayuntamientos-ita/>

Tabla 8 - Evaluación de la transparencia de los Ayuntamientos españoles en 2017.

Nivel de Transparencia	2017
Transparencia activa e información sobre la corporación municipal	92,7
Página web, relaciones con los ciudadanos y la sociedad, y participación ciudadana	90,7
Transparencia económico-financiera	93,1
Transparencia en las contrataciones, convenios, subvenciones y costes de los servicios	85,8
Transparencia en materias de urbanismo, obras públicas y medioambiente	86
Derecho de acceso a la información	86,8

Fuente - Transparencia Internacional España (TI - España), Índice de Transparencia de los Ayuntamientos (ITA)

De manera colectiva los Ayuntamientos españoles han respondido favorablemente ante las necesidades de la sociedad real a la transparencia, resaltando el último año gracias a las nuevas leyes aplicadas por el Estado e instituciones públicas.

Profundizando más en nuestra Comunidad Valenciana, en especial en Valencia, en la Tabla 9 y 10 se muestran la puntuación obtenida por el Ayuntamiento de Valencia en las tres últimas ediciones:

Tabla 9 - Evaluación de la transparencia de los Ayuntamiento de Valencia en 2012 y 2014.

Nivel de Transparencia	2012	2014
Información sobre la Corporación municipal	17,6	77,8
Relaciones con los ciudadanos y la sociedad	61,5	62,5
Transparencia económico-financiera	7,1	100
Transparencia en las contrataciones de servicios	50	50
Transparencia en materias de urbanismo y obras públicas	52,9	86,7
Indicadores nueva Ley de Transparencia	6,7	93,8

Fuente - Transparencia Internacional España (TI - España), Índice de Transparencia de los Ayuntamientos (ITA)

Tabla 10 - Evaluación de la transparencia de los Ayuntamiento de Valencia en 2017.

Nivel de Transparencia	2017
Transparencia activa e información sobre la corporación municipal	95,2
Página web, relaciones con los ciudadanos y la sociedad, y participación ciudadana	86,7
Transparencia económico-financiera	100
Transparencia en las contrataciones, convenios, subvenciones y costes de los servicios	70,8
Transparencia en materias de urbanismo, obras públicas y medioambiente	87,5
Derecho de acceso a la información	100

Fuente - Transparencia Internacional España (TI - España), Índice de Transparencia de los Ayuntamientos (ITA)

En el ITA de 2012 y 2014 se puede ver la evolución tan drástica en dos años que el Ayuntamiento ha empezado a implementar la transparencia en los sectores públicos. En 2012 la puntuación era muy por debajo de la media para aprobar, mientras que en 2014 se notan los cambios de mejora. En cambio, en el ITA 2017 destaca su alta puntuación. Se obtienen estos datos gracias al compromiso de los sectores públicos ante la demanda de la ciudadanía, la regulación de la normativa y la sociedad que valora y permite el acceso a la información a los ciudadanos.

Tabla 11 - Comparativa del nivel de transparencia en los Ayuntamientos españoles y el Ayuntamiento de Valencia.

	2012	2014	2017
Ayuntamientos españoles	70,9	85,2	89,7
Ayuntamiento de Valencia	30	81,3	90

Fuente - Transparencia Internacional España (TI - España), Índice de Transparencia de los Ayuntamientos (ITA)

En la Tabla 11 se muestra los Ayuntamientos españoles junto al Ayuntamiento de Valencia y se compara la media colectiva obtenida. El Ayuntamiento de Valencia de un 81,3 en el ITA de 2014 pasa a 90 puntos en 2017, superando la media global de los Ayuntamientos españoles. Por lo que demuestra el valor que el Ayuntamiento de Valencia está aplicando en materia de transparencia y que es un punto que concierne para este trabajo, respecto a otros Ayuntamientos.

2.3.3 Administración electrónica

En la Comunidad Valenciana se trató por primera vez la materia de administración electrónica a través de la Ley 3/2010, de 5 de mayo, de la Generalitat, de Administración Electrónica de la Comunitat Valenciana. El objetivo de la ley es (art 1. LAECV, 5 de mayo):

1. El desarrollo del derecho de los ciudadanos y ciudadanas a relacionarse electrónicamente con las administraciones públicas de la Comunitat Valenciana, para acceder a los servicios públicos y en la tramitación de los procedimientos administrativos.
2. La regulación del régimen jurídico de la administración electrónica y de los procedimientos administrativos electrónicos en dicho ámbito subjetivo.
3. El impulso de la plena incorporación de las tecnologías de la información y la comunicación a la actividad administrativa al objeto de favorecer una mayor transparencia en la actividad administrativa y la apertura de nuevos cauces a la participación ciudadana y de la sociedad civil.

La Ley 3/2010 promovía un modelo tecnológico social para la Comunidad Valenciana, teniendo en cuenta el carácter que se cita en la Ley 11/2007, de 22 de junio, de Acceso Electrónico de los Ciudadanos a los Servicios Públicos. Estos modelos tecnológicos son de utilidad para los sectores y administraciones públicas para fomentar la información y comunicación en los ciudadanos y empresas aplicando las políticas de administración electrónica.

Consecutivamente fue derogada por la Ley 5/2013, de 23 de diciembre, de Medidas Fiscales, de Gestión Administrativa y Financiera, y de Organización de la Generalitat, que dio paso al desarrollo del Decreto 220/2014, de 12 de diciembre, del Consell, Reglamento de Administración Electrónica de la Comunitat Valenciana.

El objetivo del Decreto 220/2014 es regular “por la Administración de la Generalitat de los medios electrónicos, informáticos y telemáticos en el desarrollo de su actividad administrativa. Asimismo, se fijan las competencias y atribuciones en materia de administración electrónica y las relativas a la implantación de procedimientos administrativos o procesos de trabajo, la homologación y aprobación de aplicaciones y sistemas de información, así como las directrices y buenas prácticas de administración electrónica dirigidas a las entidades locales en la Comunitat Valenciana.” (art. 1, DRAECV, 12 de diciembre)

La sede electrónica valenciana se estableció tras el mandato de la Ley estatal de 11/2007, de 22 de junio, de Acceso Electrónico de los Ciudadano a los Servicios Públicos en la octava disposición final y por la Ley 3/2010, de 5 de mayo, de la Generalitat, de Administración Electrónica en la Comunitat Valenciana.

2.2 Contexto técnico

Para poder entender este trabajo hace falta hacer una revisión de las definiciones que existen del *blockchain*, al igual que sus funciones y aplicaciones en distintas ramas de investigación. El *blockchain* se está promocionando como una nueva revolución tecnológica que puede cambiar la manera de trabajar de muchas industrias. Sin embargo, este término surgió en 2009 asociado al *bitcoin* por el desconocido Satoshi Nakamoto. Se ha popularizado en los medios de comunicación hace poco más de dos años. Su popularidad procede de la acogida que está teniendo algunas criptomonedas y por las numerosas iniciativas relacionadas con ésta (Quiles Ardilla, 2018).

Sin embargo, este nuevo sistema nace con el movimiento de descentralización, que nació mucho antes que la criptomoneda digital, el *bitcoin* y que el mismo *blockchain*. Su origen se encuentra en la década de los setenta y viene relacionado con la criptografía. Su uso se intensificó en los años noventa con los cypherpunks, activistas que defienden la generalización de la criptografía y las tecnologías que mejoran la privacidad (Preukschat et al., 2017).

El potencial del *blockchain* se acerca de una manera accesible a diferentes industrias y sectores, incluyendo el modelo de internet del valor, que no es lo mismo que el internet de la información. El internet de la información es el que todos conocemos, permite la libre circulación de información creando una infinidad de modelos de negocio. El internet del valor se entiende como una herramienta nueva que sirve para compartir y gestionar el valor de activos o bienes digitales sin la necesidad de depender de una entidad central de confianza. Gracias al *blockchain*, el internet como lo conocemos pasará en una evolución natural de la red dándose a conocer como internet de valor.

Así mismo, como sucede con todas las nuevas modas, nacen discordancias y limitaciones tanto técnicas como legales a la hora de su aplicación a gran escala y son esenciales presentarlas y analizarlas en el presente proyecto para poder llegar a cabo la investigación. Todo este repaso, ayuda a profundizar el estudio del *blockchain* en sectores que no se imaginan trabajar con este tipo de tecnologías.

2.2.1 La tecnología blockchain y sus fundamentos

El *blockchain* según Preukschat et al. (2017) se define como “una base de datos que se halla distribuida entre diferentes participantes, protegida criptográficamente y organizada en bloques de transacciones relacionados entre sí matemáticamente.” Es decir, una base de datos descentralizada que no puede ser modificada sin dejar rastro. Permite que organizaciones que no confían entre ellas surja un consenso que permita ceder la información que se encuentra definida en ellas.

Con el fin de entender la complejidad de la tecnología *blockchain* hay que presentar los elementos básicos de la misma (MiEthereum, 2018):



1. **Nodo:** puede ser un ordenador personal o una red compleja de ordenadores. Todos los nodos deben tener el mismo protocolo de red para poder comunicarse entre sí, sino no pueden formar parte de la red del *blockchain*. Los nodos en un contexto público no tienen por qué identificarse, en cambio en el privado los nodos sí se conocen. Los creadores de nuevos nodos se llaman mineros.
2. **Protocolo estándar:** es un libro de reglas que determina cómo esos nodos pueden comunicarse entre sí. El *blockchain* crea un estándar común para facilitar la comunicación entre los participantes de la red.
3. **Red entre pares o P2P (*peer to peer*):** trata de una red de nodos conectados directamente en una misma red. Estas redes son un conjunto de ordenadores conectados entre sí que permite el intercambio de información directo sin pasar por un servidor central y cada participante tendrá una copia sincronizada y actualizada del resto de ordenadores.
4. **Sistema descentralizado:** todos los ordenadores conectados controlan la red ya que todos son iguales entre sí y no existe una jerarquía, en cambio, en los sistemas centralizados controlan el intercambio de datos de red por una única entidad. El sistema está gestionado por una red y no por ninguna autoridad central, creando un ordenador único.
5. **Irreversible e inmutable:** todos los datos que sean grabados en las transacciones de la cadena de bloques no se podrán eliminar ni modificar por los participantes. Solo se podría realizar esta acción si el resto de los participantes, por parte de un consenso, estuvieran de acuerdo de anular los datos.
6. **Criptografía y seguridad:** la criptografía consiste en el sistema de codificar la información con claves secretas pudiendo acceder a la información del propietario con las claves. De este modo, el *blockchain* utiliza el mismo método de seguridad para verificar la cadena de bloques y las transacciones de los participantes con la clave privada, para no revelar su identidad y poder acceder a la información.
7. **Carácter público:** todos los procesos que se realizan dentro del *blockchain* pueden ser vistos por todos los participantes de la red, validando así la información.
8. **Privacidad y transparente:** al tener un carácter público va ligada la transparencia, pero no se excluye la privacidad del sistema. El *blockchain* verifica su seguridad siendo pública y sin filtrar información de cada participante utilizando técnicas criptográficas.
9. **Integridad:** como se ha mencionado, todas las modificaciones que se hacen en el resto de los nodos de la red deben de estar de acuerdo todos los

participantes de la cadena de bloques, por lo que cualquier fin malicioso sería detectado por el usuario manteniendo su integridad.

10. **Cronología:** en *blockchain* se registra de manera temporal las transacciones de ese bloque permitiendo saber cuándo se creó o modificó un determinado documento.

11. **Rapidez:** todas las transacciones que se realizan no necesitan de una entidad que controle dicho proceso, es de manera directa con las partes interesadas, por lo que se agiliza el trabajo y se elimina el coste de las transacciones en la red.

El *blockchain* se basa en una red global de ordenadores que gestionan grandes bases de datos, pero pueden existir cuatro tipos: privadas, públicas, híbridas o permissionadas, según los permisos (Ferrer-Sapena, 2018). Cada ordenador integrado en la red se denomina nodo y forma parte de la red como un participante de la cadena de bloques.

El potencial del *blockchain* radica en la capacidad de crear un libro mayor recogiendo todas las transacciones de manera segura sin que sea coordinado por una organización central de confianza. Esto sucede gracias al libro mayor de las transacciones o libro de registro (*ledger* en inglés) que se replica en cada nodo, por lo que hay una protección ante posibles errores.

Las claves de la tecnología *blockchain* radica en tres puntos que son fundamentales para cumplir su propósito (Preukschat et al., 2017):

1. **Criptografía:** se entiende como un algoritmo con clave que transforma un mensaje sin alterar su contenido. En *blockchain* es esencial para el mecanismo de codificación sea seguro y evitar la manipulación o hurto de la información en la cadena de bloques.

2. **Cadena de bloques o *blockchain*:** es la base de datos diseñada para almacenar los registros de los usuarios. El *blockchain* tiene que tener el mismo protocolo para validar el bloque y crear una cadena permitiendo que la información de cada bloque sea inalterable gracias a la criptografía. Con ello, se elimina la idea de un tercero para verificar la información.

3. **Consenso:** los usuarios que utilicen el *blockchain* necesitan de un consenso para sustentar un protocolo común para confirmar la validez de las transacciones y su irreversibilidad.

El proceso de la red *blockchain* es esencial la idea de un consenso para justificar las transacciones y llegar a un acuerdo con las cadenas de bloques. Todo ello es acordado de antemano para definir la red con una serie de reglas donde cualquier participante puede verificar la transacción. Al ser compartida por todos los usuarios de la red, se proporciona una copia inalterable y actualizada con todas las nuevas operaciones realizadas dentro del *blockchain*.



Conociendo su funcionamiento también hay que incidir sus tipos: públicas, privadas, híbridas y permisionadas. Las características de las públicas son:

1. Públicas: cualquier persona sin ser usuario puede acceder y consultar las transacciones realizadas.
2. Abiertas: cualquier persona puede convertirse en usuario y participar en el protocolo común si tiene conocimientos técnicos.
3. Descentralizadas: no existe la idea de que un usuario tenga más poder que otro en la red, todos los nodos son iguales entre sí.
4. Pseudo anónimas: los propietarios de transacciones no son identificables personalmente, pero sus direcciones sí son rastreables debido a su carácter público. Por eso, la mayoría de *blockchain* públicas no son anónimas, excepto aquellas expresamente diseñadas para ser anónimas por los datos sensibles que pueden albergar.

Por otro lado, el *blockchain* privado se tiene en cuenta para sectores que no pueden dar a conocer y compartir información por razones legales o confidencialidad de sus bases de datos de forma abierta (OroyFinanzas, 2015):

1. Privadas: no todos los datos del *blockchain* tienen porqué ser públicas. Por tanto, sólo los participantes pueden acceder y consultar todas o algunas de las transacciones.
2. Cerradas: sólo las personas invitadas a participar tienen la condición de usuarios. En este sentido, se elabora niveles de acceso a los usuarios a través de un protocolo vetando o no el acceso a las transacciones y a la información.
3. Distribuidas: el número de nodos de los que se compone puede estar limitado al número de participantes, pero todos los nodos se conocen. A mayor número de nodos operativos, menor es la posibilidad de sufrir ataques.
4. Anónimas: se puede indicar el nivel de anonimato para preservar la identidad de las transacciones.

La combinación de las públicas y privadas se denomina *blockchain* híbrida. Este tipo consiste en nodos que para participar en la red deben ser invitados, pero las transacciones son públicas. Por lo tanto, mantienen la seguridad que proporciona la tecnología junto la confidencialidad del participante y todos los procesos de trabajo son visibles. Y el *blockchain* permisionado, en cambio, es necesario una autenticación de los miembros para conocer cada participante el nivel de permisos que posee para interactuar en la red (Ferrer-Sapena, 2018).

Como se ha visto antes, el *blockchain* es comparado con un libro mayor de registro de las transacciones. También se denominan en inglés como *Distributed Ledger Technology* (DLT), en castellano quiere decir Tecnología de Libro Mayor Distribuido.

Por lo tanto, la diferencia fundamental entre *blockchain* privada o pública es la manera que están ordenados los nodos. En privada es distribuida, es decir, una base de datos con varios nodos, y pública descentralizada, no se controla los participantes integrados a los nodos.

Conociendo las bases del *blockchain* es necesario presentar su funcionamiento técnico que se contemplan en la monografía de Preukschat et al (2017). Parte de la idea de la criptografía, que consiste en transformar un mensaje ilegible en otro legible, es decir, cifra los mensajes para que sean ilegibles y los descifra para que puedan ser legibles. En el mundo de *blockchain* se utilizan tres conceptos esenciales de la criptografía que se desarrollarán a continuación:

1. *Hashing* o método de dispersión.
2. Criptografía simétrica.
3. Criptografía asimétrica.

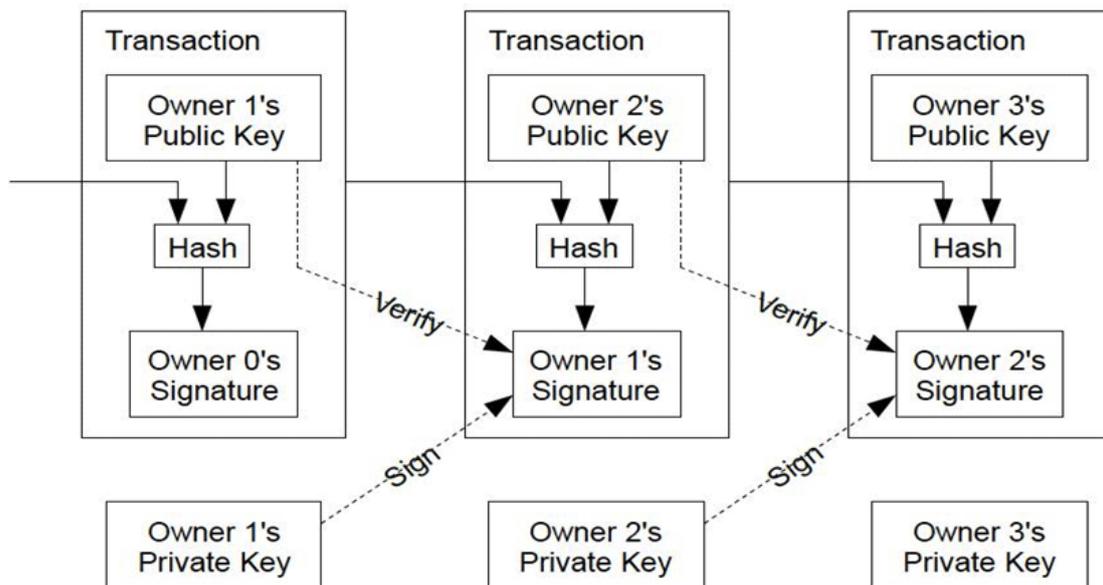
El *hash* o resumen consiste en obtener una secuencia de caracteres con una longitud fija a través de una función matemática. Si se altera el contenido de dicho *hash* cambiará su resultado, mientras si usamos la misma función obtendremos el mismo *hash*. El contenido inalterable que se arroja se obtiene a través de la función *hash* que permite conservar su integridad y verificar que no ha sido alterado. De este modo, el usuario que trata estos datos confía en el contenido del *hash* porque pueden comprobarlo. Todo este proceso se llama prueba de trabajo o *Proof-of-work* (PoW) y para descifrarlo se necesita una capacidad de cómputo muy costosa.

El *hash* fue inventado en 1979 por Ralph Merkle creando el famoso árbol de Merkle o MerkleTree creando una pirámide de *hashes* que son el resultado de las funciones *hash* sobre el *hash* inferior hasta llegar al nodo raíz o *root hash*. Gracias al árbol de Merkle se asegura la integridad de una gran cantidad de datos que son útiles en los protocolos para el *bitcoin* y en *blockchain* (Santamaría, 2018).

El segundo elemento esencial es la criptografía simétrica, usa una única clave para cifrar y descifrar el mensaje. Se utilizan claves ya que son más inequívocas por su gran tamaño y porque se forman de manera aleatoria para dificultar el descifrado a través de ataques que se puedan registrar en el sistema.

Por otro lado, la criptografía asimétrica a su vez usa dos claves, pública y privada generadas por una función, es decir, la función calcula la clave pública a partir de la clave privada que se crea aleatoriamente. La clave pública es conocida por todos mientras que la privada solo la conoce su dueño. Gracias a la clave pública se podrán cifrar los mensajes secretos que se envíen y con la clave privada propia se descifra, haciendo que con la clave pública no se pueda descifrar los mensajes y sea obligatorio usar la clave privada para que sean legibles. Por lo tanto, garantizan la seguridad del contenido del mensaje, ya que la clave privada es un número tan gran y aleatorio que resulta casi imposible resolver. Con la clave privada podremos averiguar la clave pública, pero no al revés, por eso se denominan asimétricas, de un solo sentido. En la siguiente imagen (*Figura 5*) se muestra de manera visual el funcionamiento de la criptografía en *blockchain*:

Figura 5 - Cadena de firmas digitales en transacciones.



Fuente -Bitcoin.org

Uno de los problemas que se presentaba hasta conocer la idea de Satoshi Nakamoto con el protocolo de *bitcoin* era alcanzar un consenso descentralizado sin contar con ninguna autoridad central que controlase el sistema y que fuera posible para todos los ámbitos. Nakamoto propuso la idea de Adam Back en 1997 llamado *hashcash*. Este sistema criptográfico radica en la idea de imponer un coste monetario al envío de correos para evitar el spam masivo. De este modo, se obligaría a un gran consumo de recursos a quien enviase ese tipo de correos. *Hashcash* consiste en la misma idea, hacer *hashing* en el contenido del mensaje millones de veces dando un dato que varía, llamado *nonce* o número usado sólo una vez (Numberused Once), hasta dar con un *hash* que empiece por cuatro ceros, que es la condición que reúne el *hashcash* para aumentar el coste y la dificultad de resolverlo (Caballero Gimeno, 2018).

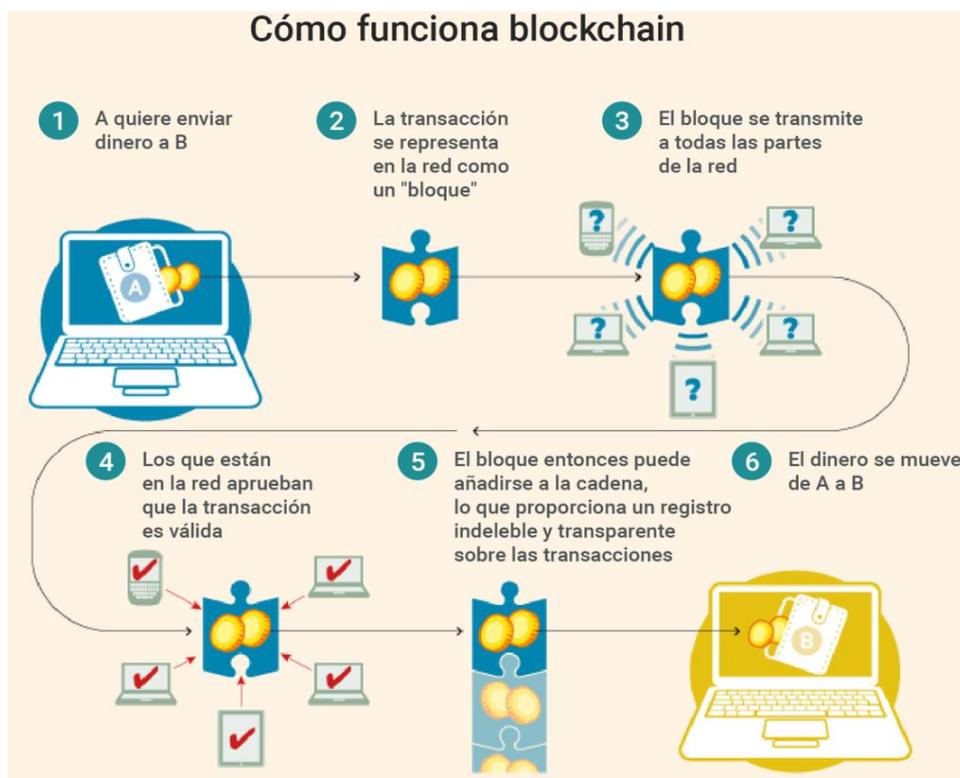
Para entender todos estos conceptos introducidos, en este párrafo se presenta a modo de resumen un ejemplo de uso del sistema de *blockchain* según se indica en el artículo de Retamal, Roig y Tapia (2017). Los mineros creadores de nuevos bloques a través de nodos tienen que hacer *Proof-of-work* (PoW) para que el bloque sea aceptado y completar con el siguiente bloque. El PoW consiste en encontrar un parámetro llamando *nonce*, que consiga hacer la función de *hash* sobre todo el bloque y se obtenga un valor inferior establecido por la dificultad actual de la red. Su cometido principal es asegurar la inalterabilidad del archivo transmitido y hacer ilegible una contraseña o firma digital de un documento, por ejemplo. Gracias a la característica del *hash* no es posible calcular los valores del bloque y para ello el minero tendría que implementar una fuerza bruta, es decir, probar valores sobre el parámetro *nonce* hasta encontrar el valor determinado del bloque. Este proceso tan costoso, incrementa la idea de garantizar la creación de bloques con el consenso sin riesgos de ataques.

A modo ejemplo se presenta el funcionamiento propuesto por García-Morales (2018) entre dos supuestas personas (A y B) haciendo una transacción con *bitcoin*, ya que es el modelo más conocido para el uso de un sistema basado en *blockchain*:

1. A quiere hacer una transacción de *bitcoin* a B.
2. Una red distribuida de ordenadores examina el “libro registro público” para ver si A tiene suficientes *bitcoins*.
3. Si es así, unos nodos especializados a los que se denominan mineros empaquetarán la propuesta de transacción junto con otras transacciones similares verificadas para crear un nuevo bloque en la cadena de bloques.
4. El bloque se garantiza con la criptografía mediante un *hash* que queda representado con una cadena de valores alfanuméricos también llamado *hash value*.
5. Este *hash* se relaciona con otros datos (por ejemplo, ID, nombre aleatorio) en la cabecera del nuevo bloque creado.
6. La cabecera se convierte en la base de la *proof of work* (PoW) generada por los nodos mineros.
7. Otros nodos mineros llegan a la transacción, verifican la PoW y cada nodo que confirma la verificación actualiza la cadena de bloques con el *hash* del nuevo bloque, lo que crea una actualización de todos los *hashes* encadenados en el bloque y pasa a formar parte del libro registro distribuido.
8. La transacción entre A y B queda confirmada junto con todas las otras transacciones que contiene la cadena de bloques.

En la siguiente imagen (*Figura 6*) se muestra de manera ilustrada el funcionamiento del anterior ejemplo explicado:

Figura 6 - Cómo funciona el blockchain.



Fuente - INSIDER

Otro aspecto que es esencial para el *blockchain* es el concepto de código abierto u *Open Source* y software libre o *Free Software* que se implementa de diferente manera en las públicas y privadas:

- El código abierto es aquel que prima el acceso al código fuente y permite su modificación por parte de los desarrolladores obteniendo un programa de mayor calidad.
- El software libre cumple con las cuatro libertades básicas establecidas por *Free Software Foundation*¹³: libertad para usar, estudiar, mejorar y distribuir. Sin embargo, esto no quiere decir que sea gratuito.

Blockchain pública se define como software libre que permite modificar y crear a los desarrolladores, siendo los propios usuarios claves para elegir el software y la versión pudiendo cambiar el protocolo. Pero para que todas las partes trabajen sin dificultades es necesario el consenso de todos. En cambio, *blockchain* privada se sustenta en el desarrollo de código abierto. Deben de confiar entre las partes que participan, por lo que en las privadas hay un número menor de participantes y es preciso incidir en la importancia de la transparencia y en las reglas de uso para la implementación del *blockchain*. Sin embargo, no todas las *blockchains* privadas publican con totalidad el código, muchas ofrecen solo el software del cliente, una API para interactuar con la cadena de bloques o un *Software Development Kit* (SDK) para crear un desarrollo de código en una solución, pero siempre controlando el código, por lo cual, no son de código abierto.

¹³ Más información: <https://www.fsf.org/es/about>

2.2.2 Implementaciones en diferentes ámbitos

El internet de la información empezó introduciéndose en los sectores militares y académicos y luego a expandirse hasta el resto de las industrias que hoy conocemos y trabajamos. En cambio, el internet de valor, que es el que se implementa con la revolución del *blockchain*, se inició en el sector financiero, pero no se ha quedado ahí. Cada vez más esta tecnología es conocida por otras industrias que ven la posibilidad de aumentar su potencial.

Por lo tanto, en este apartado se presentan diferentes ideas de industrias y sectores más destacados que tienen la posibilidad de usar el modelo del *blockchain* según estructura Preukschat et al (2017):

Sistema financiero

En banca nació la necesidad de descentralizar la confianza que crean sus instituciones. Tras el *blockchain* el mundo de las finanzas ha introducido este concepto dentro de los cambios del modelo de confianza, propiedad, identidad, activos y contratos, mediante pagos, transacciones, procesos, autenticación, reconciliación e información en tiempo real y totalmente transparente y auditable. Existen cuatro campos aplicables con el fin de ahorrar costes y simplificar la estructura en la que trabajan: pagos globales, *tradefinance*, liquidación de transacciones y cumplimiento de la regulación automatizada. El problema que surge es que hay una carencia de interoperabilidad, tanto en entidades del mismo grupo como las entidades financieras exteriores, debido a la regulación de cada país. Este problema sería posible de solventar si se incorpora la tecnología *blockchain* en las distintas bancas, ya que esta es interoperable.

Aseguradoras

Otro sector que se está introduciendo el uso del *blockchain* son las empresas de seguros. Este sector ha visto la posibilidad de aumentar su potencial utilizando los contratos inteligentes o como es más conocido *smart contracts*. Su explicación se realizará en puntos posteriores del trabajo, pero es esencial introducirla en las aseguradoras ya que será el elemento esencial en sectores tales como la salud, automóvil, hogar, viajes e incluso para agricultores, por la facilidad de cumplir el contrato de ambas partes inmediatamente sin impedimentos. Los *smart contracts* facilitan a los aseguradores a implicarse en las cadenas de datos con el fin de ahorrar costes y agilizar la gestión de la información aumentando la confianza y fidelidad de los usuarios gracias a la mejora de sus servicios. Además, tras la robustez del *blockchain* permitirá que la información almacenada en los bloques, al estar encriptada, se dificulte la falsificación de la información.



Telecomunicaciones

El mundo de las telecomunicaciones también se ve afectada por la revolución del *blockchain*. La inserción de esta tecnología a las industrias de telecomunicaciones presenta nuevos modelos de negocio para interoperar entre las diferentes industrias. Estas se ven afectadas en la gestión interna de las redes, es decir, en la interoperabilidad en los distintos sectores tras la innovación que representa el *blockchain*, ya que permite romper algunas de las barreras, lo que provocará nuevas competencias en el sector. Las compañías de telecomunicaciones trabajan con muchos clientes, redes y dispositivos donde entra en juego el *blockchain* con la capacidad de gestionar la autenticidad a través de los *hashes*, tramitar los duplicados con el *ledger* y mantener la seguridad. Gracias a la interoperabilidad del *blockchain* se puedan combinar diferentes plataformas donde los usuarios logren controlar sus datos personales de las compañías de telecomunicaciones gracias a los contenidos subidos a internet desarrollando una portabilidad con un nivel muy alto y desconocida hasta ahora. Pero algunas compañías más ágiles en la tecnología *blockchain* podrían entrar a competir en este sector con las actuales empresas de telecomunicaciones y esto puede conllevar a mejoras sociales.

Industria energética

La irrupción del *blockchain* en la industria energética también supone la generación de un nuevo modelo de trabajo innovador. Los consumidores podrán ser capaces de generar su propia electricidad mediante las instalaciones de sistemas electrónicos de pequeña escala, como la energía solar o biomasa, conectados a un sistema que realice transacciones energéticas. Esta idea surge por la alta demanda de energía que existe en la actualidad y que no es posible cubrir si las próximas generaciones de consumidores continúan demandando tal cantidad. La tecnología del *blockchain* aplicada al consumo energético puede ser de gran interés para el medioambiente y para mantener una economía sostenible.

Industrias 4.0

Las industrias en general deben ser capaces de elaborar productos más inteligentes y personalizados para satisfacer al nuevo usuario. Estas industrias se sustentan en el Internet de las Cosas (IoT), comunicaciones *Machine to Machine* (M2M), plataformas en la nube, robots inteligentes, impresión 3D, etc. El IoT en las industrias ha pasado a llamarse *Industrial Internet of Things* (IIoT) diferenciándose del mercado actual al ser escalables e integrables en diferentes empresas. Esta tecnología descentralizada de dispositivos cobra una gran importancia en el sector industrial. Aunque el problema que surge es la autenticación y sus comunicaciones dentro del contexto industrial. El *blockchain* postula como posible solución ante este problema en IoT y IIoT. Lo que permite esta tecnología es identificar los dispositivos sin la necesidad de una autoridad que lo certifique, facilitando el registro de la actividad y garantizando la integridad de los datos. Además, las fábricas inteligentes estarán conectadas entre sí y funcionarán de manera autosuficiente mediante el uso del *blockchain* y la comunicación M2M. Ambos sistemas serán capaces de gestionar sus

materias, coordinar la producción y la logística presentada en *smart contracts* para cumplir los acuerdos. De esta manera, disminuye la idea de un tercero para realizar las transacciones.

Industrias farmacéuticas y la salud

La tecnología *blockchain* está cobrando vital importancia en el sector de la salud para sustentar la seguridad, fiabilidad y transparencia de la información. Cada vez los pacientes precisan más información sobre su historial médico, tratamientos, utilización de sus datos y propiedad de la información. Al igual que la detección de fraudes de medicamentos y la disposición de la información de manera transparente y actualizada. Para poder resolver este problema la tecnología *blockchain* puede contribuir al control de las estafas, mostrar el origen y la distribución autenticada de los productos farmacéuticos o para localizar y radicar a fabricantes ilegales. Todo esto sería posible con un *blockchain* integrando en el proceso de producción y distribución con los nodos en cadena. Cada medicamento puede generar un *hash* con toda la información de su fabricación y cada vez que un agente utilice ese medicamento generar otro *hash* vinculado con el anterior añadiendo dicha información, reafirmando su fiabilidad y transparencia.

Pequeñas y Medianas Empresas

El *blockchain* es en esencial un libro de contabilidad el cual registra todas las transacciones digitales que se producen, es lo que en las PYMES (Pequeñas Y Medianas Empresas) se utiliza para registrar la contabilidad. El sistema de doble entrada podría evolucionar gracias al *blockchain*, ya que no sería necesario un registro documental de las operaciones y se registrarían en una base de datos única y compartida basándose en un sistema encriptado, incorruptible y duradero para evitar la falsificación y la destrucción. Esto permitiría la estandarización de los procesos de los contables que permitirá que los usuarios externos verifiquen la información financiera de manera automática. Con todo ello se reducirá tiempo y coste para todas las partes creando un servicio de valor añadido. Otro beneficio del *blockchain* en este sector es la integración de las agencias tributarias en la contabilidad de las empresas. Permitiría en tiempo real elaborar todos los procesos contables y los modelos de impuestos que deben presentar las empresas a Hacienda sin restricción horaria. Asimismo, se podría crear una base de datos a nivel nacional y europea mostrando los datos actualizados y en tiempo real para también solventar el problema del fraude, la economía sumergida y multas por no presentar los procedimientos en los plazos requeridos.

Existen muchos sectores donde se está dejando paso la idea del uso del *blockchain* en sus sistemas, como en el juego online, ONG's, propiedad intelectual, etc. Pero en este apartado solo se han descritos estos tipos de negocios por la alta viabilidad que supone esta tecnología en los modelos de trabajo de estos sectores más. Además, que el punto de inflexión de este trabajo es el *blockchain* en el sector público que se describirá en el siguiente capítulo del proyecto.



Capítulo 3 - Análisis del campo de estudio

En este capítulo se desarrolla el listado de posibles aplicaciones de estudio junto a una revisión del *blockchain* en el sector público y tecnologías que podrían ayudar a introducirlo en las instituciones públicas. Este análisis permite conocer si contamos con suficientes recursos para el diseño e implantación de la votación electrónica basada en *blockchain*.

3.1 Casos de aplicación del *blockchain*

Observando el apartado anterior, se puede ver los sectores donde puede ser puntero el uso de la tecnología *blockchain*, de los cuales muchos están empezando a introducir esta tecnología por todas las oportunidades y beneficios que presenta.

En este punto se ostenta diferentes aplicaciones o plataformas del *blockchain* que se están teniendo en cuenta tanto en el sector público como en el sector privado en diferentes áreas de trabajo para contrastar el panorama mostrado en el apartado 2.2.2 *Implementaciones en diferentes ámbitos*. Para ello, se ha pasado a crear una tabla de elaboración propia con sus distintos campos para facilitar la finalidad y viabilidad de las aplicaciones expuestas. Se ha decidido describir una tabla de elaboración propia porque no se ha encontrado ningún modelo a seguir acorde a la finalidad del presente TFM.

En la selección y análisis de las aplicaciones y plataformas ha influido el nivel de innovación, efectividad, sostenibilidad y posibilidad de servir como modelo replicable en otros sectores e instituciones. Asimismo, tener en cuenta que todas estas aplicaciones basadas en la tecnología *blockchain* nacen de una carencia de necesidad de la sociedad y los estados que pueden satisfacerse con este sistema.

Para determinar el área de trabajo de cada aplicación se basó en la clasificación propuesta por la Norma Técnica de Interoperabilidad de Reutilización de recursos de la información (NTI) como taxonomía común que define los sectores principales para una futura categorización (Secretaría de Estado de Administraciones Públicas, 2013).

Tabla 12 - Clasificación del sector para los casos de estudio con NTI.

Sector	Identificador
Ciencia y tecnología: Incluye: Innovación, Investigación, I+D+i, Telecomunicaciones, Internet y Sociedad de la Información.	ciencia-tecnologia
Comercio: Incluye: Consumo.	comercio
Cultura y ocio: Incluye: Tiempo libre.	cultura-ocio
Demografía: Incluye: Inmigración y Emigración, Familia, Mujeres, Infancia, Mayores, Padrón.	demografia
Deporte: Incluye: Instalaciones deportivas, Federaciones, Competiciones.	deporte
Economía: Incluye: Deuda, Moneda y Banca y finanzas.	economia
Educación: Incluye: Formación.	educacion
Empleo: Incluye: Trabajo, Mercado laboral.	empleo
Energía: Incluye: Fuentes renovables	energia
Hacienda: Incluye: Impuestos.	hacienda
Industria: Incluye: Minería.	industria
Legislación y justicia: Incluye: Registros.	legislacion-justicia
Medio ambiente: Incluye: Meteorología, Geografía, Conservación fauna y flora.	medio-ambiente
Medio Rural: Incluye: Agricultura, Ganadería, Pesca y Silvicultura.	medio-rural-pesca
Salud: Incluye: Sanidad.	salud
Sector público: Incluye: Presupuestos, Organigrama institucional, Legislación interna, Función pública.	sector-publico
Seguridad: Incluye: Protección civil, Defensa.	seguridad
Sociedad y bienestar: Incluye: Participación ciudadana, Marginación, Envejecimiento Activo, Autonomía personal y Dependencia, Invalidez, Jubilación, Seguros y Pensiones, Prestaciones y Subvenciones.	sociedad-bienestar
Transporte: Incluye: Comunicaciones y Tráfico.	transporte
Turismo: Incluye: Alojamientos, Hostelería, Gastronomía.	turismo
Urbanismo e infraestructuras: Incluye: Saneamiento público, Construcción (infraestructuras, equipamientos públicos).	urbanismo-infraestructuras
Vivienda: Incluye: Mercado inmobiliario, Construcción (viviendas).	vivienda

Fuente - Secretaría de Estado de Administraciones Públicas

En la tabla de elaboración propia dicho campo se identifica en la Clasificación del sector. En la Tabla 12 se puede ver la clasificación NTI según el sector con su respectivo identificador que se utilizará en la clasificación del estudio de las aplicaciones basadas en *blockchain*.

El resto de los campos descritos en la tabla se han seleccionado y definido como elementos esenciales para identificar las aplicaciones que puedan proporcionar algún tipo de valor. No se ha seguido ningún tipo de esquema o clasificación ya que todavía no existe ningún registro consolidado para esta especificación de tecnología.

Seguidamente, se presenta la Tabla 13 con la descripción de los campos de cada fila para facilitar su comprensión y justificación:

Tabla 13 - Tabla descriptivo para el estudio de las aplicaciones o plataformas

Nombre de la aplicación o plataforma
Organización
Fase
URL

Año recogido de la información	
País	
Tipo de datos	
Clasificación Sector (NTI)	
Descripción breve	
Grado de innovación	
Grado de éxito	

Fuente - Elaboración propia.

- Nombre de la aplicación o plataforma a analizar: si todavía no se ha definido el nombre se determina con un campo vacío.
- Organización: empresa, institución o sector público que apuesta por dicha aplicación y ha desarrollado la herramienta.
- Fase: si se encuentra en una etapa de desarrollo, prueba o ya se está trabajando en ella, es decir, fase final.
- URL: dirección del enlace donde está recogida la aplicación o la información.
- Año recogido de la información: fecha en la que se ha recogido la información.
- País: país de origen del producto o del que se va a beneficiar el producto.
- Tipo de datos: con qué datos trabaja, es decir, si son públicos, privados o ambos.
- Clasificación sector: según la NTI existen varios sectores que se pueden clasificar y se define con un identificador.
- Descripción breve: finalidad de la aplicación.
- Grado de innovación: descripción breve de la innovación del producto o servicio.
- Grado de éxito: si es factible para el futuro y si es posible introducirla en nuestro sistema. Se identifica con el término Alto cuando ya se está aplicando y es factible, Medio cuando todavía no se está aplicando al sistema, pero es factible y Bajo cuando todavía no existe una base sólida de la aplicación o plataforma.

Tras mostrar y explicar los campos de la tabla que se va a utilizar para el análisis, se presenta a continuación las aplicaciones o plataformas con tecnología *blockchain*:

Tabla 14 - Caso de estudio Keyless Signature Infrastructure

Keyless Signature Infrastructure	
Organización	Guardtime, creada para el sector público.
Fase	Final
URL	https://e-estonia.com/solutions/security-and-safety/ksi-blockchain/
Año recogido de la información	2018
País	Estonia
Tipo de datos	Datos privados y públicos
Clasificación Sector (NTI)	Salud
Descripción breve	Salvaguarda los datos del sector público del país de manera transparente para prevenir manipulaciones no autorizadas del sistema.
Grado de innovación	Permite a los funcionarios del gobierno monitorear los cambios dentro de varias bases de datos, quién cambia un registro, qué cambios se implementan y cuándo se realizan.
Grado de éxito	Alto

Fuente - E-Estonia.

Tabla 15 - Caso de estudio Land Registry in Sweden

Land Registry in Sweden	
Organización	Lantmäteriet y ChromaWay, para la Swedish Land Registry Authority.
Fase	Desarrollo
URL	https://chromaway.com/landregistry/
Año recogido de la información	2018
País	Suecia
Tipo de datos	Datos privados y públicos
Clasificación Sector (NTI)	Medio-rural-pesca Comercio Vivienda
Descripción breve	Base de datos la cual registra las transacciones de bienes de tierras y propiedades.

Grado de innovación	Permite intercambiar información, firmar documentos legalmente vinculantes y realizar comprobaciones de propiedades necesarias. El flujo de trabajo se realiza rápidamente, ahorrando costes y tiempo.
Grado de éxito	Medio

Fuente - Chromaway.

Tabla 16 - Caso de estudio Digital Certification.

Digital Certification	
Organización	DNV GL, para servicios públicos.
Fase	Final
URL	https://www.dnvgl.com/maritime/electronic-certificates/index.html
Año recogido de la información	2018
País	Internacional
Tipo de datos	Datos privados y públicos
Clasificación Sector (NTI)	Ciencia – tecnología
Descripción breve	Certificar la documentación necesaria de las industrias para certificar los procesos, productos, instalaciones y cadenas de suministro de las empresas según los estándares nacionales e internacionales.
Grado de innovación	El sistema bloquea los certificados falsificados, lo que permite a las empresas comunicar su certificación de forma transparente y segura.
Grado de éxito	Alto

Fuente – DNV GL.

Tabla 17 - Caso de estudio Proyecto Ubin.

Proyecto Ubin	
Organización	Organization Monetary Authority of Singapore (MAS) y Association of Banks in Singapore (ABS)
Fase	Prueba

URL	http://www.mas.gov.sg/Singapore-Financial-Centre/Smart-Financial-Centre/Project-Ubin.aspx
Año recogido de la información	2018
País	Singapur
Tipo de datos	Datos privados
Clasificación Sector (NTI)	Economía
Descripción breve	Prototipos de software de tres modelos diferentes para pagos y liquidaciones interbancarias descentralizadas con mecanismos de ahorro de liquidez.
Grado de innovación	Solventa el problema con pagos más eficaces, más barato y más rápido interbancarios con operaciones de valores monetarios y de gobierno transfronterizo.
Grado de éxito	Medio

Fuente – MAS.

Tabla 18 - Caso de estudio Welfare payments.

Welfare payments	
Organización	Digital Marketplace, para el sector público.
Fase	Desarrollo
URL	https://www.digitalmarketplace.service.gov.uk/g-cloud/services/107321859373877
Año recogido de la información	2018
País	Reino Unido
Tipo de datos	Datos abiertos
Clasificación Sector (NTI)	Economía
Descripción breve	Aplicación móvil para servicios gubernamentales con el fin de experimentar, construir y desplegar servicios digitales basados en tecnología de contabilidad distribuida.
Grado de innovación	Tiempo de respuesta ante los problemas es muy rápido con una alta fiabilidad e integridad fermentando las buenas prácticas a través del <i>blockchain</i> .

Grado de éxito	Medio
-----------------------	-------

Fuente – Digital Marketplace.

Tabla 19 - Caso de estudio TIVI.

TIVI	
Organización	Smartmatic-Cybernetica Centre, para el sector público.
Fase	Final
URL	https://tivi.io/
Año recogido de la información	2018
País	Estonia, Chile y Estado de Utah (EE.UU.)
Tipo de datos	Datos abiertos
Clasificación Sector (NTI)	Sector público
Descripción breve	Herramienta de votación en línea conveniente y segura que permite a los gobiernos conectarse con sus votantes remotos al proporcionarles una plataforma transparente y universalmente verificable.
Grado de innovación	Aumenta la participación en las elecciones, otorgar el derecho de voto a los votantes de difícil acceso y abordar las demandas cambiantes de un electorado cada vez más móvil.
Grado de éxito	Alto

Fuente – TIVI.

Tabla 20 - Caso de estudio Essentia.

Essentia	
Organización	The Central Union of Agricultural Producers and Forest Owners (MTK), para el sector público.
Fase	Prueba
URL	https://essentia.one/
Año recogido de la información	2018

País	Finlandia
Tipo de datos	Datos privados y públicos
Clasificación Sector (NTI)	Sociedad y bienestar.
Descripción breve	Startup de <i>blockchain</i> para ayudar a la organización finlandesa en su objetivo clave de reducir la tasa de desempleo.
Grado de innovación	Los trabajadores guardan los certificados de sus trabajos realizados en la plataforma Essentia, son validados por lo que pueden confiar las empresas en que cumple los requisitos y es una manera de garantizar una cooperación más fácil y segura.
Grado de éxito	Medio

Fuente – Essentia.

Tabla 21 - Caso de estudio Brooklyn Microgrid.

Brooklyn Microgrid	
Organización	LO3 Energy, para el sistema gubernamental.
Fase	Final
URL	https://www.brooklyn.energy/
Año recogido de la información	2018
País	EE.UU
Tipo de datos	Datos privados
Clasificación Sector (NTI)	Energía
Descripción breve	Plataforma que genera y distribuye energía solar entre sus participantes gracias a un sistema de gestión basado en <i>blockchain</i> .
Grado de innovación	Medida para disminuir el consumo de energía e introducir las energías renovables creando una red inteligente eléctrica.
Grado de éxito	Medio

Fuente – Brooklyn Energy.

Después de analizar brevemente algunos sectores y aplicaciones más destacadas, este listado podría servir de ejemplo para estudiar e instaurar en el sistema gubernamental español. A través de un consenso entre las CCAA de España se podrían explorar las oportunidades que presenta el *blockchain* en los distintos sectores que se han propuesto en este punto del trabajo.

En el siguiente apartado se presentan las tendencias donde se quiere introducir la investigación del trabajo e introducir los aspectos de la tecnología en el marco del sector público y la participación ciudadana. Además, de las iniciativas de algunas organizaciones públicas y privadas que están empezando a desarrollar trabajos con esta tecnología en España y en la Comunidad Valenciana.

3.2 *Blockchain* en el sector público

El *blockchain* como se ha visto se puede implementar en distintos sectores con disímil finalidad para generar valor en los nuevos modelos de negocios. De la misma manera, la aplicación de esta tecnología en las AAPP está siendo cada vez más notable, y de la misma manera, entra en juego la ciudadanía, principal partícipe.

Según Preukschat et al (2017), la administración pública está en plena crisis ya que el modo de entenderla está cambiando. Las AAPP son responsables de mantener un crecimiento económico global para los ciudadanos. Para ello, es necesario impulsar nuevas medidas que garanticen un modelo activo e inteligente, fomentando las oportunidades de negocio y el ambiente adecuado para su desarrollo. Si se quiere conseguir esta finalidad hay que identificar el principal problema de las AAPP, que no es más que el sistema tradicional y obsoleto que siguen utilizando y que no llegan a satisfacer las demandas de la sociedad actual. La ciudadanía exige una administración más transparente, rápida y eficiente, además de querer sentirse partícipes de la misma. Por ello, integrar el *blockchain* en la AAPP supondría la solución de muchos problemas que la sociedad reclama, e influyendo directamente a las empresas y organizaciones.

En la actualidad, las AAPP se encuentran en un punto de inflexión entre los esquemas tradicionales de gobernanza y las nuevas tecnologías que nacen para quedarse, poniendo en manifiesto lo limitadas que están las AAPP para solventar los problemas reales. Abordando este problema con éxito se puede plantear nuevos objetivos y procesos de trabajo. Para que esto surja efecto es necesario la participación ciudadana y la exigencia de la transparencia tanto por el gobierno como por las organizaciones. Por ello, el nuevo concepto de Gobierno abierto ha llegado tan pronto a nuestros oídos para rendir cuentas y mostrar la transparencia en la gestión, participación y colaboración de la ciudadanía en el ejercicio de las políticas y directrices. La participación ciudadana está siendo acogida por las administraciones de distintos países con gran éxito, ya que los propios ciudadanos pueden ser partícipes de su gobierno, ser activos en los proyectos y políticas públicas. No solo abarcar la definición de participación ciudadana como meras charlas, talleres y foros, sino una relación directa de la sociedad actual y cambiante con el Estado y entidades de carácter público. Una de las participaciones ciudadanas donde más se refleja esta colaboración es con las votaciones en los procesos electorales. Muchos países como Estonia ya han implementado el voto online con una gran acogida por parte de la ciudadanía. Sin embargo, crea una gran desconfianza ante otros países en lo que se refiere a la seguridad y privacidad de un voto.

En este trabajo se pretende cambiar la idea formada de la desconfianza ante esta tecnología desarrollando un sistema de votaciones. Introduciendo este nuevo método dentro del marco nacional y local, ya que actualmente no existe ninguna aplicación similar a la planteada en este proyecto.



3.3 Estudio de las tecnologías

Para el presente trabajo es necesario explicar la historia y funcionalidades del Ethereum junto con su aplicación a los *smart contracts* relacionado indirectamente en la inversión de ICO (*Initial Coin Offering*) dentro de las entidades públicas. Por ello, a continuación, se definen los conceptos claves para posteriormente entender el proceso del desarrollo tecnológico del TFM.

La plataforma Ethereum¹⁴ fue creada por Vitalik Buterin en 2014 para desarrollar una plataforma digital en código abierto que adopta la tecnología *blockchain*, es decir, descentralizada y colaborativa, y que fue previamente establecida por el *bitcoin* (MiEthereum, 2018). La diferencia esencial que existe entre Ethereum y *bitcoin* es que la primera abre la posibilidad de trabajar con *blockchain* no solo con transacciones de criptomonedas, sino también tiene la capacidad de crear y ejecutar los llamados *smart contracts* y soportar las aplicaciones descentralizadas conocidas como Dapps, que ambas se desarrollan en la parte técnica del trabajo.

Ethereum tiene su propio *token* que se utiliza para pagar los recursos ejecutados computacionalmente por las aplicaciones o programas, llamado Ether. El Ether, o en sus siglas ETH, no solo opera como moneda digital, sino que además busca proporcionar combustible a las aplicaciones descentralizadas. Ethereum trabaja cada operación en la red de ordenadores con *blockchain* para garantizar su verificación. Estos son los mineros que a cambio reciben una compensación en Ether por ejecutar las operaciones de la plataforma digital activa. El Ether es el incentivo de los desarrolladores para garantizar la creación de aplicaciones de calidad, como las Dapps, y además que la red se mantenga segura (Ethereum, 2016).

Los contratos inteligentes, o en inglés *smart contracts*, se conoce como “un programa informático que ejecuta acuerdos establecidos entre dos o más partes haciendo que ciertas acciones sucedan como resultado de que se cumplan una serie de condiciones específicas.” (MiEthereum, 2018). Por lo tanto, este tipo de contratos se cumple cuando el programa responde a las cláusulas haciendo que se ejecute automáticamente. Fueron acuñados por el criptógrafo Nick Szabo en 1994, pero su viabilidad no fue posible por la falta de infraestructura tecnológica en esa época hasta que llegó el *bitcoin* en 2009 (Christidis & Devetsikiotis, 2016). El *bitcoin* se creó para una herramienta financiera, por lo que los *smart contracts* no obtuvieron mucha repercusión y no fue posible su total funcionamiento hasta el uso del *blockchain* en 2014 con la creación de Ethereum. Los contratos inteligentes se basan en un sistema descentralizado, por lo que se programan sus condiciones para que ambas partes firmen sus cláusulas y se encuentren protegidas dentro de un *blockchain* verificando y de este modo mantiene su inalterabilidad. Con esta nueva concepción de contrato se quiere llegar a mejorar la idea de los contratos tradicionales implementando un sistema más robusto, reduciendo costes de trabajo y tiempo innecesario de análisis de cumplimiento.

Cuando se habla de contratos pensamos en un contrato de papel o digital con una serie de condiciones escritas en el que las partes implicadas deben estar de acuerdo

¹⁴ Para más información: <https://www.ethereum.org/>

para escribir su firma mostrando así su compromiso para cumplir con las condiciones acordadas. Este tipo de contratos se elaboran con un lenguaje legal comprensible por los interesados. Debe ser verificado por un responsable legal para darle validez al contrato y se tiene que asumir unos costes monetarios muy altos. En cambio, los *smart contracts* utilizan un lenguaje de programación informático que realiza una serie de tareas bajo unas instrucciones, por lo que el modo de cumplimiento solo tiene una única lectura sin llegar a discrepancias o errores, ya que este lenguaje informático se ejecuta automáticamente si el desarrollo es el correcto. Y, además, no se requiere de un intermediario como puede ser un responsable legal, ya que el mismo hace de “tercera persona de confianza”, reduciendo los costes y el tiempo para su elaboración.

Dos características que definen a los contratos inteligentes y que hacen posible su buen funcionamiento son (MiEthereum, 2018):

1. La función multifirma, consiste en que dos o más personas deben ponerse de acuerdo para cumplir con las condiciones establecidas en el contrato y hasta que las personas implicadas no aprueben el acuerdo y se ejecute en su totalidad no se podrán beneficiarse del mismo.
2. Dobles depósitos, permite que dos o más partes que no se conocen, por lo que carecen de confianza, realicen una transacción segura a través del contrato inteligente. Les obliga a los interesados a depositar una dirección de la cadena de bloques con sus fondos para el cumplimiento del contrato y si en el tiempo estipulado no se ha procedido al acuerdo el contrato mandará los fondos que ambas partes tuvieron que abonar a otra dirección de la cadena de bloques sin la posibilidad de recuperarlos.

La confianza se crea gracias a que todos los contratos inteligentes se introducen en el *blockchain*, lo que supone la encriptación e interacción entre los interesados que no se conocen sin la posibilidad de ser mutables. Al tratarse de ser un proceso automatizado descentralizado aumenta la seguridad y la velocidad de los procesos de trabajo sin caer en los errores manuales o en la manipulación de los nodos de la cadena de bloques pública de Ethereum. Y, por tanto, al tratarse de un método de bajo coste fiable para hacer transacciones de valor abre las puertas para nuevos tipos de negocios, tanto el ámbito público como en el privado.

En este punto del trabajo, se puede estudiar la viabilidad de la implantación de sistemas basados en *blockchain* a través de los contratos inteligentes de Ethereum en la AAPP. Ofrecer proyectos basados en esta idea a sectores públicos puede resultar una tarea complicada pero no imposible, sobre todo si se habla de criptomonedas o *tokens*. Cuando se presenta un proyecto, una idea nueva, se tiende a buscar fondos a través de un colectivo, es decir, el *crowdfunding* o fondo colectivo. Sin embargo, si el proyecto que se quiere desarrollar implica la tecnología *blockchain* se debe definir el concepto de ICO. Una ICO, es un proyecto basado en *blockchain* que vende una serie de *tokens* a los inversores a cambio de criptomonedas. Por lo tanto, una ICO se lleva a cabo para recaudar un capital con el fin del desarrollo de un producto. El equipo de desarrollo ofrece sus criptomonedas o *tokens* a través de la idea del proyecto que están elaborando a cambio de otras criptomonedas más conocidas como son el *bitcoin* o ethers. Los *tokens* que obtienen de los inversores durante una ICO pueden ser de dos tipos, *security tokens* que pueden ser el capital o deuda de la puesta en marcha de la empresa



o *utility tokens* que presentan el derecho de uso de un producto o servicio en el futuro (MiEthereum, 2018). La mayoría de ICO's están formadas por empresas privadas o en startups en etapas iniciales que necesitan de un capital para el desarrollo del producto. Todas las ICO's se componen (Taboow, 2018):

- *Whitepaper* o información sobre el proyecto para especificar todos aspectos técnicos, problemas a resolver y cómo va a solventar estos problemas la herramienta o servicio.
- *Token* emitido que representa el capital o deuda del startup.
- *Roadmap* es la hoja de ruta que muestra el camino que recorrerá el startup desde su financiación hasta su puesta en marcha.
- Equipo detrás de la ICO.
- Distribución y administración del capital recaudado que debe estar ligado con la línea de la hoja de ruta o *roadmap*.
- Comunidad que aprueba el proyecto.
- Código del cual se va a implementar la herramienta.
- Auditoría, si una ICO esta auditada por un tercero da más confianza a la hora de invertir en el proyecto.
- El proyecto debe ser legalmente viable para la regulación financiera.

Uno de los ejemplos de ICO que se está desarrollando es Taboow¹⁵ que se consolida como una plataforma basada en la tecnología *blockchain* para promover la seguridad ante la falta de regulación legal ante este nuevo entorno en el mercado financiero. Todos los usuarios que quieran ser inversores financieros en criptomonedas tienen la posibilidad de usar esta herramienta para proteger su capital dentro de las buenas prácticas y requisitos legales sin ser atendidos por una entidad judicial. Taboow garantiza el cumplimiento con los preceptos legales nacionales e internacionales y prevenir el fraude, el bloqueo de capitales y financiación a terceros no deseados gracias al servicio de *Blockchain Certification Authority* (BCA). BCA es un método integrado para añadir los certificados raíz de entidades de certificación de confianza en un *smart contract* que se ejecuta en la cadena de bloques de Ethereum. Una vez añadido, las empresas o las personas físicas someten sus certificados de identidad para ser verificados por el contrato inteligente BCA. Si los certificados raíz y los presentados coinciden, entonces son autenticados. La plataforma Taboow desempeña un papel esencial en esa acreditación de confianza. En Taboow colaboran varias organizaciones españolas de ente público y privado.

¹⁵ Más información sobre la ICO en: <https://taboow.org/>

Esta herramienta presentada en ICO sería un soporte ideal para el suministro de contratos inteligentes en interacciones, transacciones y acuerdos con cualquier entidad, y potencialmente en las AAPP para mostrar su validez a la ciudadanía, dotándola de fiabilidad, confianza y transparencia con un proyecto sólido y sustentando por la ley.

Junto a ello, en la actualidad la Agencia de Prevención y Lucha contra el Fraude y la Corrupción de la Comunitat Valenciana (AVA) está trabajando en un proyecto de colaboración en un sistema basado en *blockchain* con otras entidades públicas, como la Universitat Politècnica de València. La tecnología *blockchain* y los *smart contracts* se están convirtiendo en un punto de inflexión en el ámbito de la contratación pública, el proceso de adjudicación y la financiación. Por ello, a pesar de esta innovación tecnológica y el esfuerzo que tiene que recaer para permitir que esta tecnología tenga un nivel de sometimiento en el sector de la contratación pública, es necesario elaborar una herramienta para lograr un cumplimiento total de las leyes y garantizar la prevención del fraude de terceros. Se pretende que todo el proceso y financiación de los contratos sea controlado y verificado por la tecnología *blockchain* y su robustez facilite su seguridad para descartar manipulaciones al sistema. La herramienta que será lanzada por AVA quiere abarcar todas las AAPP para llegar a la totalidad de un sistema de trazabilidad, con la colaboración de con otras agencias instaladas en Cataluña y en las Islas Baleares¹⁶.

En otros países se está implementando sistemas basados en la tecnología de *blockchain* gracias al trabajo en colectivo entre empresas y entidades públicas y privadas, como se ha visto en el punto 3.1 *Casos de aplicación del blockchain*. En España algunas de las principales compañías de energía, banca y telecomunicaciones han creado Alastria¹⁷. Consiste en el “primer Consorcio multisectorial promovido por empresas e instituciones para el establecimiento de una infraestructura semipública *Blockchain/DLT*, que soporte servicios con eficacia legal en el ámbito español y acorde con la regulación europea.” (Alastria, 2017). Su objetivo es construir la primera red nacional basada en *blockchain* y regulada por la ley con el fin de intercambiar datos para acelerar la transformación digital de los distintos sectores y potenciarlos. Alastria principalmente busca colaboración con organismo públicos para el desarrollo de una propia tecnología abierta.

Por otro lado, la Comisión Europea firmó el 10 de abril de 2018 la declaración de establecimiento de la Asociación Europea de *blockchain* para la cooperación entre los países miembros de impulsar la tecnología *blockchain* y también en materia regulatoria (European Commission, 2018). Dentro de estos países se encuentra Austria, Bélgica, Bulgaria, República Checa, Estonia, Finlandia, Francia, Alemania, Irlanda, Latvia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Holanda, Noruega, Polonia, Portugal, Eslovaquia, Eslovenia, España, Suecia y Reino Unido. Su finalidad es crear un enfoque único para la operabilidad y despliegue de la tecnología dentro de la Unión Europea siguiendo la normativa. Además, la Comisión Europea ya estaba involucrada en el *EU Blockchain Observatory and Forum*¹⁸ creado por organizaciones para promover dicha tecnología.

¹⁶ Información basada de la noticia disponible en: <https://www.eldiario.es/cv/Falciani-Agencia-antifraude-valencia-o-757325368.html>

¹⁷ Disponible en: <https://alastria.io/#1>

¹⁸ Disponibles en: <https://www.eublockchainforum.eu/>

En este trabajo se ha realizado un sistema de votación online descentralizada para mostrar las garantías de la tecnología *blockchain* supondría en un sistema democrático, como es el español.

Con este ejemplo práctico de participación ciudadana se podría llegar a abarcar a otros sectores que trabajan con un sistema de votación como puede ser con la votación delegada en el registro mercantil. Consiste en que una única persona lleve el peso del voto. Esa idea se está planteando en países como Dubái (Luego, 2018).

Capítulo 4 - Desarrollo tecnológico

En este capítulo se describen las herramientas y lenguajes que se utilizan y ejecutan en la parte técnica de la investigación llevada a cabo para mostrar el resultado de los objetivos detallados en la metodología. Para ello, ha sido necesaria una revisión de los mismos como autoaprendizaje, disponible en la documentación accesible de la página web de Ethereum. Como ejemplo, en la parte práctica de este TFM, presentaremos un emulador blockchain que permite votar electrónicamente.

4.1 Herramientas tecnológicas

El sistema de votación propuesto para la participación ciudadana se ha realizado mediante una aplicación descentralizada, o más conocida como Dapp. Una Dapp es una aplicación que no depende de un tercero, es decir, un sistema descentralizado que depende de una comunidad de usuarios que la utilizan. Se puede usar tanto para aplicación móvil como para una aplicación web (Ethereum, 2016). Para el presente trabajo se utiliza como aplicación web e interactúa con un *smart contract* de Ethereum.

La diferencia principal entre las aplicaciones tradicionales que todos conocemos frente las Dapps es la parte del servidor o *backend*. Las Dapps interactúan con el *backend* si el cliente o *frontend* cumple las funciones estipuladas en el *smart contract* de Ethereum, mientras que las aplicaciones tradicionales el *backend* se compone de una base de datos o sistema de almacenamiento que la aplicación no puede guardar.

La razón por la que se construye la Dapp sobre Ethereum es precisamente porque la plataforma sirve para la creación de aplicaciones descentralizadas y para ello es principal la seguridad y la interoperabilidad. La seguridad que proporciona Ethereum con PoW es que cuantos más nodos en la red se tenga más segura es el Dapp ante los posibles hackers. La interoperabilidad, favorece al sistema para procesar los datos por igual y evitar fallos, de igual modo que las Dapps funcionan con *blockchain* y operan con otras redes independientes, que no sería posible si no hubiera un consenso en el proceso de las transacciones. Por lo tanto, si las Dapps se basan en Ethereum deben estar escritas en el mismo lenguaje para que los programadores puedan interactuar, es decir, en Solidity.

Solidity¹⁹ es un lenguaje informático específico para crear cadena de bloques públicos de Ethereum con una sintaxis similar a Javascript (Ethereum, 2016). Este lenguaje se diseña y compila en bytes (*bytecode*) para crear y desarrollar los *smart contracts* que se ejecutan en una máquina virtual, *Ethereum Virtual Machine* (EVM). Solidity es un lenguaje de alto nivel, es decir, *Turing Complete*, aplicado para la tecnología *blockchain* y los *smart contracts*.

¹⁹ Disponible en: <https://solidity.readthedocs.io/en/v0.4.24>



Es necesario EVM para ejecutar cualquier código para el desarrollo del software. Para favorecer la comunicación con el lenguaje y las instrucciones específicas se debe crear un entorno informático para llevar a cabo las tareas. Para ello se proporciona a los desarrolladores un Entorno de Desarrollo Integrado o *Integrated Development Environment* (IDE), herramienta que facilita el desarrollo del programa.

IDE consiste en un editor de código fuente que construye varias herramientas y facilita su construcción autónoma y depura posibles errores. Además, incluye un compilador para traducir el lenguaje de programación y pasarlo a un lenguaje de máquina (Ethereum, 2016). Además, tiene un intérprete para analizar y ejecutar otros programas (aunque resultan lentos por el proceso de trabajo de ir traduciendo los programas que se están ejecutando). Sin embargo, el intérprete permite que el programa trabaje en un entorno que no depende de una máquina física, sino virtual. Por eso es necesaria la EVM con los diferentes intérpretes de IDE que ofrece el lenguaje Solidity que se escriben los contratos inteligentes de Ethereum. El IDE seleccionado para el desarrollo del trabajo es el *plugin* que proporciona Visual Studio²⁰ para sistemas operativos de Microsoft. Permite desplegar los contratos inteligentes de Solidity en este IDE que se apoya en el marco de trabajo de Dapp.

Para implementar la herramienta se requiere definir los programas para crear los nodos, el cliente y las librerías que ayuden a desarrollar la herramienta de participación ciudadana:

Node.js²¹ es un entorno de ejecución del nodo que incluye un programa de elaboración en JavaScript para ayudar a que los sitios web sean interactivos. En el trabajo se utiliza el lenguaje Python admitido para Node.js desde terminal. Se escoge esta opción ya que es de código abierto, gratuito y se ejecuta para varias plataformas.

Para conseguir un emulador de *blockchain* Ethereum ofrece una herramienta de código abierto llamada Ganache²². Este programa crea una cadena de bloques virtual y genera diez cuentas falsas que se utilizarán durante el desarrollo de nuestro producto para conseguir hacer transferencias o votos sin mucho peso de trabajo.

Web3js²³ es una colección de librerías que permite interactuar con los clientes, ya sea de forma local (teniendo el cliente en nuestro propio ordenador) o de forma remota (estando el cliente instalado en otro ordenador) usando los protocolos Http o Ipc. Web3 nos permite compilar, desplegar e interactuar con nuestros propios contratos inteligentes (Ethereum, 2016).

²⁰ Disponible en: <https://visualstudio.microsoft.com/es/vs/>

²¹ Más información: <https://nodejs.org/es/>

²² Plataforma disponible en: <https://truffleframework.com/ganache>

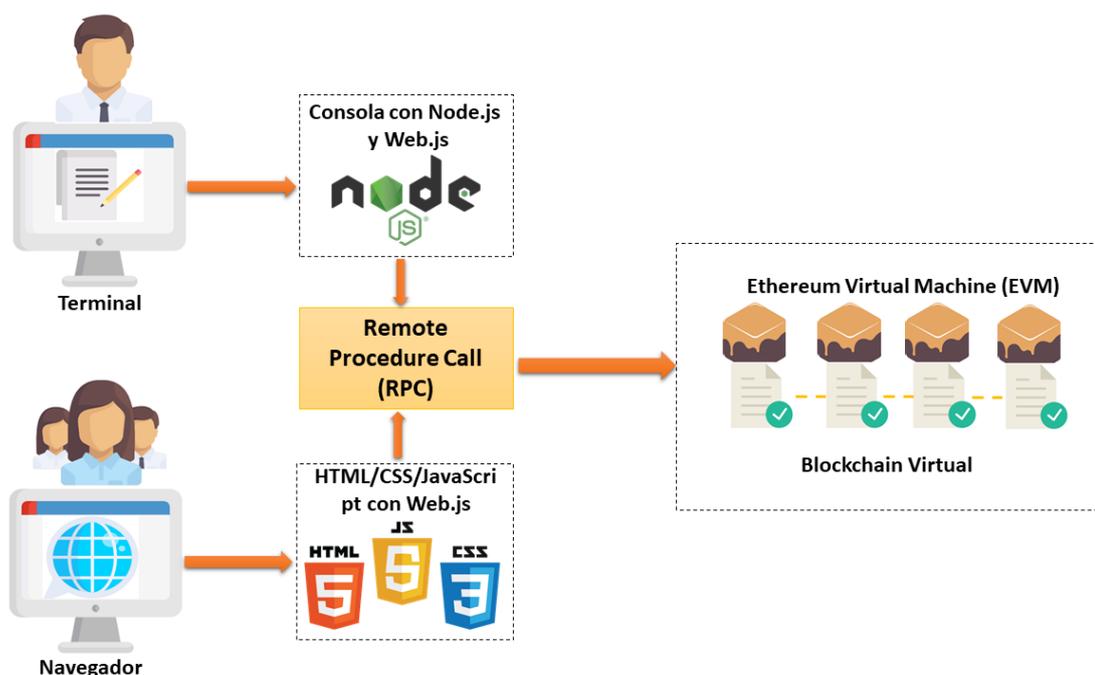
²³ Más información: <https://web3js.readthedocs.io/en/1.0/>

4.2 Implementación de las herramientas tecnológicas

Teniendo en cuenta todas las herramientas necesarias para instalar y ejecutar, se procede a explicar el desarrollo de la herramienta de participación ciudadana a través del sistema de votación propuesto para este TFM.

A través de la Dapp se estructura el sistema de trabajo para la implementación de la herramienta desde dos partes, desde terminal y desde la web. Desde terminal se ejecuta el node.js junto a la librería web3js, mientras que para la segunda parte se trabaja con JavaScript y también con web3js, para visualizar el resultado de las votaciones en el navegador web. Ambas partes del trabajo se realiza en computación distribuida, llamada al procedimiento remoto, o *Remote Procedure Call* (RPC) cuyo fin es ejecutar el código en otra máquina remota sin tener que preocuparse de las comunicaciones entre cliente-servidor. Con la librería web3js se permite interactuar con la máquina virtual del *blockchain* ejecutándolo en EVM y RPC para proceder a desplegar el contrato inteligente del voto.

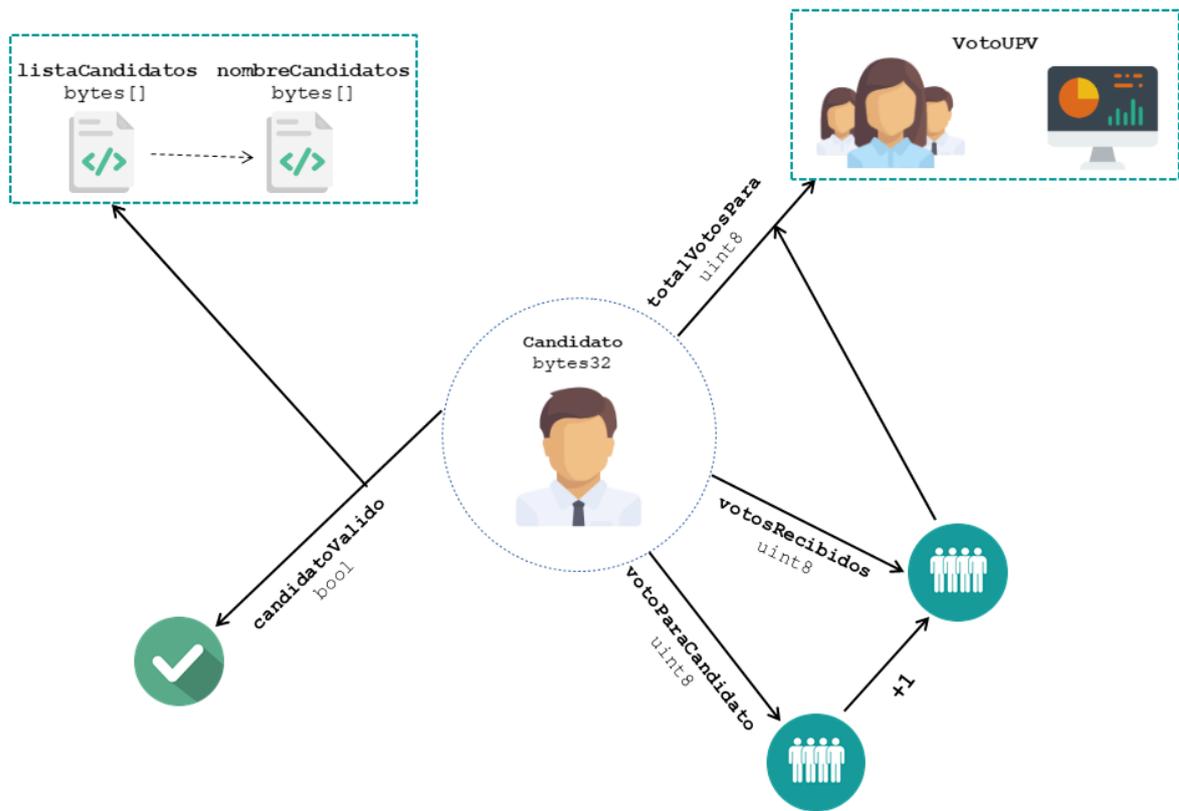
Figura 7 - Implementación de la herramienta desde el terminal y desde el navegador



Fuente - Elaboración propia

Para la ejecución del voto se procede a realizar un *smart contract* llamado `VotoUPV.sol`, con la extensión `sol`. El contrato crea un listado de usuarios con sus respectivos nombres, es decir, un listado de los candidatos a los cuales se va a poder realizar los votos. A través de una función booleana, *true* o *false*, se podrá reconocer si ese candidato a votar está introducido en la lista o no y no llegar a ningún fallo en el sistema. Si está dentro de la lista de candidatos se le sumarán todos los votos recibidos que el usuario introduzca desde terminal y más tarde se podrá visualizar desde navegador el total de votos para dicho candidato. En la siguiente ilustración (Figura 8) se describe la simulación de la ejecución del contrato al realizar un voto:

Figura 8 - Smart contract para la ejecución del voto



Fuente - Elaboración propia

Teniendo ya una visión del proceso de ejecución del sistema de votación junto al *smart contract*, se procede a realizar la parte técnica desde terminal y también, desde el navegador web.

Desde el terminal se llama al emulador de *blockchain*, Ganache, para crear diez cuentas con sus respectivas claves encriptadas para poder simular un sistema remoto de diez nodos para poder ejecutar las votaciones a partir de uno de los nodos. Como se puede ver en la Figura 9, se crea una clave privada única para cada propietario.

Figura 9 - Emulador blockchain con las cuentas y las claves privadas correspondientes.

```
cmd Símbolo del sistema - ganache-cli.cmd
Microsoft Windows [Versión 10.0.16299.431]
(c) 2017 Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

C:\Users\patry>cd node_modules\.bin

C:\Users\patry\node_modules\.bin>ganache-cli.cmd
Ganache CLI v6.1.0 (ganache-core: 2.1.0)

Available Accounts
=====
(0) 0xe14029a37f540ac79c31d8481a00232bc804570e
(1) 0x2dee693eada878887cc734d465e181ba5f9140ea
(2) 0x1db101fe6d2d951eccc4ad18248ea8a529013b35
(3) 0xbbeb11ab5638dcdcef8dbee9cf5a8fca2c2a98289
(4) 0x9660dfc7257ddb1625e0996007e64d70cd012f36
(5) 0x01de9e83dc465a106316d7e4aa78c045ed4d7c9f
(6) 0x39596c74544e8e24a16af3d51de0592028b13340
(7) 0x172253a242c202d392b0a5ca771a2eef62a2e3df
(8) 0xc871cd6872fa064ab28b84be9cb12750c06e76a7
(9) 0x4d6edffd616dcab8714cfc4ff798a0c66e20558d

Private Keys
=====
(0) 08c529b16ca31f53db9af9ab18527471b20e0d6d62e787f745745cef2f089086
(1) d9e1dd29f1013727728c14217cac9e9213d6320a75dd6ba5aea92c05f62f0ef7
(2) c3f15eb9c45da3703a1097a5d8297cf851bf8ce1b23cf344583adac6fe9c6602
(3) dea9ac514ff8398632da413db3f3d678f093b6a9bacfb9384041b40ea8a86ec1
(4) 5f66cf9bc1ecd6c96256e2aeb3e7d5e460b2f9a8f2333812d5286287287cd871
(5) a88705e4e6afe53d5ec7c31d4d5499fc3d206f7159b34a028fe08617233d1f34
(6) 824748db57b91891f0204b7a3fc331d56008c87bf48b599f20f10673afc9fdcc
(7) f97ab56f89b7e068199d47978cc3c2ef023a74d0d5b723ba83b1ff3c8e4c7cba
(8) af3b44e7d412e9fbe1e3e379f18c4374f578371f79891db680b3020ae0945eb2
(9) 4740120208cdacf2b4b11ac54efcc70a5ac3636d314540674232ed39a7d263e6
```

Fuente - Elaboración propia.

Se inicia el node.js en otro terminal para compilar con Solidity el *smart contract*, *VotoUPV.sol*, y gracias a la librería se puede desplegar el contrato y trabajar con el emulador (Figura 10).



Figura 10 - Despliegue del Web3 en Node.js.

```

Node.js command prompt - node
> Web3 = require('web3')
{ [Function: Web3]
  providers:
    { HttpProvider: [Function: HttpProvider],
      IpcProvider: [Function: IpcProvider] } }
> web3 = new Web3(new Web3.providers.HttpProvider("http://localhost:8545"));
Web3 {
  _requestManager:
    RequestManager {
      provider:
        HttpProvider {
          host: 'http://localhost:8545',
          timeout: 0,
          user: undefined,
          password: undefined },
        polls: {},
        timeout: null },
  currentProvider:
    HttpProvider {
      host: 'http://localhost:8545',
      timeout: 0,
      user: undefined,
      password: undefined },
  eth:
    Eth {
      _requestManager: RequestManager { provider: [Object], polls: {}, timeout: null },
      getBalance: { [Function: send] request: [Function: bound ], call: 'eth_getBalance' },
      getStorageAt: { [Function: send] request: [Function: bound ], call: 'eth_getStorageAt' },
      getCode: { [Function: send] request: [Function: bound ], call: 'eth_getCode' },
      getBlock: { [Function: send] request: [Function: bound ], call: [Function: blockCall] },
      getUncle: { [Function: send] request: [Function: bound ], call: [Function: uncleCall] },
      getCompilers: { [Function: send] request: [Function: bound ], call: 'eth_getCompilers' },
      getBlockTransactionCount:
        { [Function: send]
          request: [Function: bound ],
          call: [Function: getBlockTransactionCountCall] },
      getBlockUncleCount:
        { [Function: send]
          request: [Function: bound ],
          call: [Function: uncleCountCall] },
      getTransaction:
        { [Function: send]
          request: [Function: bound ],
          call: 'eth_getTransactionByHash' },
      getTransactionFromBlock:
        { [Function: send]

```

Fuente - Elaboración propia.

Para comprobar que está conectado el node.js con Ganache se lanza la línea de código `web3.eth.accounts`. Al funcionar la conexión devuelve las diez cuentas como se ve a continuación (Figura 11):

Figura 11 - Las cuentas del emulador conectadas con el node.

```
C:\> Node.js command prompt - node
> web3.eth.accounts
[ '0xe14029a37f540ac79c31d8481a00232bc804570e',
  '0x2dee693eada878887cc734d465e181ba5f9140ea',
  '0x1db101fe6d2d951eccc4ad18248ea8a529013b35',
  '0xb11ab5638dcdcef8db9cf5a8fca2c2a98289',
  '0x9660dfc7257ddb1625e0996007e64d70cd012f36',
  '0x01de9e83dc465a106316d7e4aa78c045ed4d7c9f',
  '0x39596c74544e8e24a16af3d51de0592028b13340',
  '0x172253a242c202d392b0a5ca771a2eef62a2e3df',
  '0xc871cd6872fa064ab28b84be9cb12750c06e76a7',
  '0x4d6edffd616dcab8714cfc4ff798a0c66e20558d' ]
```

Fuente - Elaboración propia.

Se despliega el contrato en node.js como nuevo objeto `VotoUPVContract.new` (Figura 12), que se almacena en `deployedContract` con tres variables para poder realizar las votaciones a los tres candidatos presentados para procesar la votación (Antonia, Fernanda y Jose). Además, guarda la dirección del contrato como se puede ver en la Figura 13:

- `Data`: `byteCode` es el número de código que se desplegará en el emulador. Además, de ser el identificador al compilar el contrato.
- `From` es el propietario de la cuenta, que en nuestro caso solo se utiliza la primera (`web3.eth.accounts[0]`).
- `Gas` es el dinero que se utiliza para interactuar en la red.

Figura 12 - Ejecución del smart contract en node.js.

```
> deployedContract = VotoUPVContract.new(['Antonia','Fernanda','Jose'],{data: byteCode, from: web3.eth.accounts[0], gas: 4700000})
Contract {
  _eth:
  Eth {
    _requestManager: RequestManager { provider: [Object], polls: {}, timeout: null },
    getBalance: { [Function: send] request: [Function: bound ], call: 'eth_getBalance' },
    getStorageAt: { [Function: send] request: [Function: bound ], call: 'eth_getStorageAt' },
    getCode: { [Function: send] request: [Function: bound ], call: 'eth_getCode' },
    getBlock: { [Function: send] request: [Function: bound ], call: [Function: blockCall] },
    getUncle: { [Function: send] request: [Function: bound ], call: [Function: uncleCall] },
    getCompilers: { [Function: send] request: [Function: bound ], call: 'eth_getCompilers' },
    getBlockTransactionCount:
  }
```

Fuente - Elaboración propia.



Figura 13 - Dirección del smart contract en node.js.

```

C:\> Node.js command prompt - node
> deployedContract.address
'0x497afcaa9c985c3b524814237e669802cb770403'

```

Fuente - Elaboración propia.

Para comprobar que el contrato y todo el proceso ejecutado en la primera parte del trabajo se ha realizado correctamente se lanzan las siguientes líneas de código para hacer la votación a los tres candidatos. Se puede observar las transacciones de cada voto desde el terminal desplegado junto con el emulador del *blockchain*, como se muestra en el ejemplo del proceso de ejecución en la Figura 14 y el resultado de las transacciones en la Figura 15:

Figura 14 – Votos realizados con sus respectivos identificadores en node.js.

Node.js

```

>contractInstance.totalVotosPara.call('Antonia')
{ [String: '0'] s: 1, e: 0, c: [ 0 ] }

>contractInstance.votoParaCandidato('Antonia', {from:
web3.eth.accounts[0]})
'0x8c6e19e69b125a0057a5ec75beb9b586eb6d8689b46b5a270495e3c6fa42bd3a'

>contractInstance.votoParaCandidato('Fernanda', {from:
web3.eth.accounts[0]})
'0x9ebb398baf9b3f86cce02126ec0b9ed1be862767ed5f6a4a1eefc2491d20815'

>contractInstance.votoParaCandidato('Fernanda', {from:
web3.eth.accounts[0]})
'0x3e5e531f063600cb3434fa1f00ae4cbde5b07c0a2aaceb69b957a262051a6c25'

>contractInstance.votoParaCandidato('Jose', {from:
web3.eth.accounts[0]})
'0x5f7869ea8becfd857fc715a9d690492cf259e36dc3d321750a2e562c5772e12a'

>contractInstance.totalVotosPara.call('Antonia').toLocaleString(
)
'1'

```

Fuente - Elaboración propia.

Figura 15 - Transacciones de los votos con el identificador en el emulador Ganache.

```
C:\> Símbolo del sistema - ganache-cli.cmd

Transaction: 0xbf246e88d8b32dc1ff5988b5405a0a2e61edabcd2ccacfbee0e6cff0ef1055be
Contract created: 0x497afcaa9c985c3b524814237e669802cb770403
Gas usage: 365524
Block Number: 1
Block Time: Mon May 21 2018 16:38:00 GMT+0200 (Hora de verano romance)

eth_newBlockFilter
eth_getFilterChanges
eth_getTransactionReceipt
eth_getCode
eth_uninstallFilter
eth_call
eth_accounts
eth_sendTransaction

Transaction: 0x8c6e19e69b125a0057a5ec75beb9b586eb6d8689b46b5a270495e3c6fa42bd3a
Gas usage: 43537
Block Number: 2
Block Time: Mon May 21 2018 16:40:19 GMT+0200 (Hora de verano romance)

eth_call
eth_accounts
eth_sendTransaction

Transaction: 0x9ebb398baf9b3f86cce02126ec0b9ed1be862767ed5f6a4a1eeffc2491d20815
Gas usage: 44395
Block Number: 3
Block Time: Mon May 21 2018 16:40:56 GMT+0200 (Hora de verano romance)

eth_accounts
eth_sendTransaction

Transaction: 0x3e5e531f063600cb3434fa1f00ae4cbde5b07c0a2aaceb69b957a262051a6c25
Gas usage: 29395
Block Number: 4
Block Time: Mon May 21 2018 16:41:00 GMT+0200 (Hora de verano romance)

eth_accounts
eth_sendTransaction
```

Fuente - Elaboración propia.

Como se puede ver en la Figura 14 en la primera línea de código desde el terminal node.js se realiza una llamada al *blockchain* para comprobar que no se ha realizado ninguna votación al candidato Antonia, por ejemplo, `contractInstance.totalVotosPara.call('Antonia')`. Devuelve cero votos, por lo que no ha sido alterado el sistema de votación mientras se estaba ejecutando. En el emulador en la Figura 15 se puede observar la primera transacción que se realiza en el bloque con su respectivo identificador para verificar la seguridad y la trazabilidad de este, ya que esta transacción es inmutable y se podrá ser revisada en cualquier momento. Las siguientes líneas se realizan las votaciones a otros candidatos, `contractInstance.votoParaCandidato`, y al ejecutar devuelve el identificador de la transacción y del mismo modo, coinciden en el emulador Ganache respectivamente con las votaciones. Y, por último, la última línea `contractInstance.totalVotosPara.call('Antonia').toLocaleString()` indica el número total de votaciones para el candidato Antonia.

La segunda parte de la ejecución del proceso de votación se realiza desde el navegador. Para ello es necesario crear un `index.html` el cual llama al `index.js` en el



lenguaje JSON para interactuar con el *blockchain*. En el `index.js` se despliega el *abi*, que consiste en la plantilla del contrato inteligente que informa al usuario de las variables disponibles y el número que identifica al contrato (`VotoUPVContract.at`), como se puede ver en la Figura 16:

Figura 16 - Despliegue del contrato en `Index.js` para el navegador.

```

Index.js

web3 = new Web3(new
Web3.providers.HttpProvider("http://localhost:8545"));
abi = JSON.parse('

[{"constant":true,"inputs":[{"name":"","type":"uint256"}],"name"
:"listaCandidatos","outputs":

[{"name":"","type":"bytes32"}],"payable":false,"stateMutability"
:"view","type":"function"},
  {"constant":false,"inputs":

[{"name":"candidato","type":"bytes32"}],"name":"votoParaCandidat
o","outputs":

[],"payable":false,"stateMutability":"nonpayable","type":"functi
on"}, {"constant":true,"inputs":

[{"name":"candidato","type":"bytes32"}],"name":"totalVotosPara",
"outputs":

[{"name":"","type":"uint8"}],"payable":false,"stateMutability":"
view","type":"function"}, {"constant":true,"inputs":

[{"name":"candidato","type":"bytes32"}],"name":"candidatoValido"
,"outputs":

[{"name":"","type":"bool"}],"payable":false,"stateMutability":"v
iew","type":"function"}, {"constant":true,"inputs":

[{"name":"","type":"bytes32"}],"name":"votosRecibidos","outputs"
:

[{"name":"","type":"uint8"}],"payable":false,"stateMutability":"
view","type":"function"}, {"inputs":

[{"name":"nombreCandidatos","type":"bytes32[]"}],"payable":false
,"stateMutability":
  "nonpayable","type":"constructor"}]')

VotoUPVContract = web3.eth.contract(abi);
contractInstance =
VotoUPVContract.at('0x497afcaa9c985c3b524814237e669802cb770403')
;
candidatos = {"Antonia": "candidate-1", "Fernanda": "candidate-
2", "Jose": "candidate-3"}

```

Fuente - Elaboración propia.

El resultado final se visualiza una web local donde el usuario pueda realizar las votaciones a los candidatos Antonia, Fernanda y Jose de una manera más amigable, sin tener nociones de programación.

Figura 17 - Plataforma web del sistema de votación.



Fuente - Elaboración propia.

4.2.1 Conclusiones de la propuesta tecnológica

La tecnología *blockchain* a través de los *smart contracts* de Ethereum supondría unos beneficios reales para las AAPP y los sistemas gubernamentales democráticos.

Gracias al carácter descentralizado que ofrece el *blockchain*, permite dar respuesta a las mayores deficiencias que las plataformas de votación actuales no cubren, al ser sistemas centralizados y gobernados por una única entidad. Por lo que no garantiza la inalterabilidad de la intención del voto, característica principal de las votaciones. Cualquier persona podría manipular la base de datos cambiando los resultados de la votación. En un sistema centralizado todas las partes deben confiar en la administración que lo controla. En cambio, con el *blockchain* dicha responsabilidad recae en todos los nodos que participan, ya que para su desarrollo previamente se requiere de un consenso sobre los datos que albergan.

Por lo tanto, existe la característica de interoperabilidad y transparencia entre todos los nodos y los participantes para facilitar las transacciones de los votos eliminando el fraude y la desconfianza de la ciudadanía y de todas las organizaciones.

La votación es encriptada, por lo que se traduce en mayor seguridad y anonimato, base para la protección de los datos y para la participación ciudadana. Por tanto, los datos de la votación estarían asegurados por el derecho al voto en secreto.

Además, otro beneficio que plantea un sistema blockchain en la votación es la auditabilidad. Es decir, se aseguraría que los votos contados sean únicos revisando la información que proporciona. Esta característica evita que una persona pueda votar más de una vez y de este modo, eliminar la concepción de corrupción en los centros electorales, que se puede tener.

El *blockchain* al operar en tiempo real puede realizar conteos públicos de forma inmediata y visible ante todos los participantes. Asimismo, la naturaleza descentralizada y la ejecución de los *smart contracts* apuesta por la idea de que cada individuo puede votar desde cualquier parte del mundo o delegar el voto gracias al contrato inteligente.

Desplegar un sistema de votación online con *blockchain* supondría una reducción muy significativa de los costes de las elecciones. Porque no habría tanta intervención humana y la votación se podría hacer desde cualquier sitio sin habilitar centros especiales.

De este modo, con la ejecución de la herramienta se puede mostrar la viabilidad de la implementación de sistemas descentralizados que trabajan con la seguridad y trazabilidad del *blockchain* en el sector público. Además, de medir la posibilidad de ser reutilizados en sectores del mismo campo para favorecer la calidad de vida de la ciudadanía.

4.2.2 Limitaciones y líneas futuras

Las limitaciones que pueden surgir al proponer una herramienta descentralizada de participación ciudadana en las instituciones públicas es el rechazo por parte de las mismas.

El sector público español, respecto al resto de Europa, se queda obsoleto cuando hablamos de implementaciones y fomento a nuevas tecnologías. Ya no solo porque la inversión monetaria inicial en estos nuevos procesos de trabajo supone un alto coste. También porque en España se está empezando a reconocer la participación ciudadana como un derecho fundamental en los sistemas democráticos, como se ha visto en el apartado del *Capítulo 2* sobre la legislación reciente. Además, de relacionar la participación ciudadana con la investigación en las TIC.

Por lo tanto, aún queda mucho camino para concienciar a las AAPP y al Gobierno de la importancia de hacer activa a la población en los procesos administrativos y, sobre todo, en procesos tan tradicionales como unas votaciones.

La Comunidad Valenciana está dedicando su tiempo a fomentar nuevos modelos de participación ciudadana para mejorar la comunicación y el desarrollo. No solo introduciendo leyes y normas para facilitar su regulación, sino también apostando en la innovación de nuevas tecnologías. Por esta razón, la posibilidad de instalar el *blockchain* en esta línea no quedaría descartada si se estudia el gran potencial que puede ofrecer a la Comunidad Valenciana. En un futuro se podría desarrollar mejores funcionalidades sobre la propuesta tecnología elaborada en este proyecto. El fin es darlo a conocer junto a sus beneficios y proponerlo en un sistema de votación electoral a nivel local o incluso a nivel nacional.

Capítulo 5 - Conclusiones

5.1 Conclusiones finales

Finalmente, tras el recorrido que se ha realizado en este trabajo, se muestra las conclusiones que se han alcanzado y logrado según el objetivo principal y con los objetivos específicos formulados en este proyecto. Por tanto, se expone a continuación una revisión de los cuatro objetivos específicos.

Tras el análisis relacionado con la legislación en el ámbito nacional y local se ha podido conocer la evolución de la normativa dentro del marco del sector público. Este estudio ha servido para conocer todos los conceptos legales claves que pueden estar estrechamente ligados con el *blockchain*, ya que todavía no existe ninguna normativa regulada sobre esta tecnología. Además, de poner en manifiesto la participación de la sociedad y el avance de las AAPP.

Sobre el *blockchain* existen muchas referencias actuales, pero pocas de ellas la introducen en la vertiente de las entidades públicas. A pesar de las limitaciones que ha supuesto la recogida de la información relacionada con el *blockchain* y las AAPP, se ha podido analizar varias fuentes de datos. De esta manera, se ha conocido los conceptos clave de esta tecnología y sus diversas implementaciones que garantizan una mayor calidad de vida a las instituciones y a la ciudadanía.

Además, el análisis de distintos casos de aplicaciones o plataformas y estudiar su grado de aportación, ha reafirmado la idea de establecer sistemas similares en las administraciones españolas y de la Comunidad Valenciana. De este modo, se ha podido dar una visión de los distintos campos que se puede beneficiar las instituciones implantando esta tecnología; y del mismo modo se observan ventajas para la sociedad actual y se presentan varias iniciativas que se quieren llevar a cabo en la Comunidad Valenciana y en España.

Para culminar el proyecto, se ha optado por una herramienta de votación basada en la tecnología *blockchain*. Ésta ha permitido validar la propuesta de introducir un sistema descentralizado en el sector público con la participación ciudadana. Observando las conclusiones obtenidas se puede ver las garantías que ofrece esta tecnología a todas las partes que componen la administración y principalmente, a la sociedad. El inconveniente que hay que tener en cuenta es la percepción que se tiene de las AAPP. Se debe cambiar esta imagen para poder agilizar los sistemas que permitan la transparencia, el acceso a la información y la participación ciudadana. De esta manera, al ser todos partícipes, se dejaría atrás la corrupción y la manipulación de los datos en beneficio de unos pocos.

Para terminar, con este proyecto se han alcanzado los objetivos que fueron establecidos al inicio, en mayor o menor medida, por las dificultades encontradas al cambiar el trabajo a la aplicación *blockchain* en el sector público dentro del marco de la participación ciudadana.

Bibliografía

- ALEIXANDRE-BENAVENT, R.; CASTELLÓ, L; FERRER-SAPENA, A.; PESET, F. (2018). *Tendencias de investigación en los artículos recientes sobre las aplicaciones de la tecnología blockchain en ciencias de la salud*. XVIII Jornadas Nacionales de Documentación Médica, 13-15 de junio 2018, Santander <<http://www.jornadasdocumentacion2018.com/wp-content/uploads/2018/06/PO4.pdf>> [Consulta: 20 junio de 2018]
- ALEIXANDRE-BENAVENT, R.; FERRER-SAPENA, A.; PESET, F.; SÁNCHEZ-PÉREZ, EA.; CALABUIG JM.; BEJARANO BAILEN, J.; FALCIANI, H. (2018). *Hacia nuevos modelos de comunicación científica. Propuesta para la revalorización del trabajo científico basada en tecnología blockchain -Scie-Chain*. XVIII Jornadas Nacionales de Documentación Médica, 13-15 de junio 2018, Santander <<http://www.jornadasdocumentacion2018.com/wp-content/uploads/2018/06/P14.pdf>> [Consulta: 20 junio de 2018]
- BERRYHILL, J., BOURGERY, T. & HANSON, A. (2018), "Blockchains Unchained: Blockchain Technology and its Use in the Public Sector", *OECD Working Papers on Public Governance*, n. 28. <<https://doi.org/10.1787/3c32c429-en>> [Consulta: 5 de julio 2018]
- CABALLERO GIMENO, J. A. (2018). *Estudio de tecnologías Bitcloin y Blockchain*. Trabajo Fin de Máster. Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya, <<http://hdl.handle.net/10609/81268>> [Consulta: 25 de noviembre 2017]
- CHRISTIDIS, K. & DEBETSIKIOTIS, M. (2016). "Blockchains and smart contracts for the Intenter of Things". *Iee Access*, 2016, n.4, pp. 2292-2303.
- CONSELLERIA DE TRANSPARENCIA, RESPONSABILIDAD SOCIAL, PARTICIPACIÓN Y COOPERACIÓN (s.f.). *Portal de Transparencia de la Generalitat Valenciana*. [en línea] <<http://www.gvaoberta.gva.es/es>> [Consulta: 5 de noviembre 2017]
- DIRECCIÓN GENERAL DE GOBERNANZA PÚBLICA (s.f.). *Aministracion.gob.es punto de acceso general: Datos abiertos*. [en línea] <https://administracion.gob.es/pag_Home/espanaAdmon/Transparencia_DatosAbiertos/datos_abiertos.html#.W5k6uUYza00> [Consulta: 5 de noviembre 2017]
- FERRER-SAPENA, A. (2018). *Aplicación del blockchain a los datos*. <<https://www.slideshare.net/maredata/antonia-ferrer-aplicacin-del-blockchain-a-los-datos>> [Consulta: 15 de julio 2018]
- FERRER-SAPENA, A.; PESET, F.; ALEIXANDRE-BENAVENT, R. "Acceso a los datos públicos y su reutilización: *open data y open government*". *El profesional de la información*, 2011, mayo-junio, v. 20, n. 3, pp. 260-269. <<https://doi.org/10.3145/epi.2011.may.03>> [Consulta: 15 de noviembre 2017]
- España. Constitución Española. *BOE*, 29 de diciembre de 1978, núm. 311.

- España. Decreto 220/2014, de 12 de diciembre, del Consell, por el que se aprueba el Reglamento de Administración Electrónica de la Comunitat Valenciana. *DOGV*, 17 de diciembre de 2014, núm. 7425.
- España. Decreto 56/2016, del Consell, de 6 de mayo, por el que se aprueba el Código de Buen Gobierno de la Generalitat. *DOGV*, 13 de mayo de 2016, núm. 7781.
- España. Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común. *BOE*, 27 de noviembre de 1992, núm. 285, pp. 40300-40319.
- España. Ley 11/2007, de 22 de junio, de Acceso Electrónico de los Ciudadanos a los Servicios Públicos. *BOE*, 23 de junio de 2007, núm. 150.
- España. Ley 37/2007, de 16 de noviembre, sobre Reutilización de la Información del Sector Público. *BOE*, 17 de noviembre de 2007, núm. 276, pp. 47160-47165.
- España. Ley 11/2008, de 3 de julio, de la Generalitat, de Participación Ciudadana de la Comunitat Valenciana. *DOGV*, 10 de julio de 2008, núm. 5803.
- España. Ley 3/2010, de 5 de mayo, de la Generalitat, de Administración Electrónica de la Comunitat Valenciana. *DOGV*, 7 de mayo de 2010, núm. 6262.
- España. Ley 19/2013, de 9 de diciembre, de Transparencia, Acceso a la Información Pública y Buen Gobierno. *BOE*, 10 de diciembre de 2013, núm. 295, pp. 97922-97952.
- España. Ley 5/2013, de 23 de diciembre, de Medidas Fiscales, de Gestión Administrativa y Financiera, y de Organización de la Generalitat. *DOGV*, 27 de diciembre de 2013, núm. 7181.
- España. Ley 2/2015, de 2 de abril, de Transparencia, Buen Gobierno y Participación Ciudadana de la Comunitat Valenciana. *DOGV*, de 27 de abril de 2015, núm. 7500.
- España. Ley 18/2015, de 9 de julio, por la que se modifica la Ley 37/2007, de 16 de noviembre, sobre Reutilización de la Información del Sector Público. *BOE*, 10 de julio de 2015, núm. 164, pp. 57436-57450.
- España. Ley 39/2015, de 1 de octubre, del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas. *BOE*, 2 de octubre de 2018, núm. 236.
- España. Resolución de 19 de febrero de 2013, de la Secretaría de Estado de Administraciones Públicas, por la que se aprueba la Norma Técnica de Interoperabilidad de Reutilización de recursos de la información. *BOE*, 4 de marzo de 2013, núm. 54, pp. 17045-17071.
- ETHEREUM (2016). *Ethereum Homestead Documentation*. <<http://ethdocs.org/en/latest/index.html>> [Consulta: 5 de junio 2018]

- EUROPEAN COMMISSION (2018) “European countries join Blockchain Partnership”, 10 de abril de 2018. <<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/european-countries-join-blockchain-partnership>> [Consulta: 16 mayo 2018]
- GARCIA-MORALES, E. (2018). “Luces y sombras sobre el impacto del blockchain en la gestión de documentos.” *Anuario Think EPI*, 12. 2018, v. 12, pp. 345-351.
- MEDRANO MOLINA, J. (2016). *Análisis de la Administración Electrónica Valenciana y propuesta de mejora desde la experiencia de usuario*. Trabajo Fin de Grado. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, <<http://riunet.upv.es/hdl.handle.net/10251/72315>> [Consulta: 20 de noviembre 2018]
- MIETHEREUM (2018). *Conoce los entresijos de la criptomoneda más evolucionada y el espectacular mundo de oportunidades que le rodea*. <<https://mietherereum.com/>> [Consulta: 14 de mayo 2018]
- MINISTERIO DE POLÍTICA TERRITORIAL Y FUNCIÓN PÚBLICA (s.f.). *Portal de Transparencia de la Administración General del Estado: Gobierno Abierto*. [en línea] <http://transparencia.gob.es/transparencia/transparencia_Home/index/Gobierno-abierto.html> [Consulta: 10 de noviembre 2018]
- MINISTERIO DE POLÍTICA TERRITORIAL Y FUNCIÓN PÚBLICA (s.f.). *Portal de Transparencia de Administración Electrónica: Los Planes de Acción de Administración Electrónica*. [en línea] <https://administracionelectronica.gob.es/pae_Home/pae_Estrategias/pae_lineas_ccoperacion/pae_Cooperacion_Internacional/pae_estrategias_de_administracion_electronica/pae_Ambito_Europeo_Planes_accion_administracion_electronica.html#.W5k_eoYzao0> [Consulta: 10 de noviembre 2018]
- LÓPEZ TARÍN, D. (2017). *Transparencia de las Administraciones Públicas en el Ámbito de la Inversión en Investigación: un Ejemplo de Aplicación a la Comunidad Valenciana*. Trabajo Fin de Grado. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, <<http://riunet.upv.es/hdl.handle.net/10251/89519>> [Consulta: 20 de noviembre 2018]
- LUEGO, M. (2018) “Gobierno de Dubái lanzará plataforma basada en Blockchain para registros mercantiles”, 2 de mayo de 2018. <<https://www.coincrispy.com/2018/05/02/dubai-blockchain-registros-mercantiles/>> [Consulta: 14 de mayo 2018]
- OCDE (2014). *Estudios de Gobernanza Pública de la OCDE: España: de la Reforma Administrativa a la Mejora Continua*. <<http://www.oecd.org/gov/PGR%20Spain%20Resumen%20Ejecutivo.pdf>> [Consulta: 30 de enero 2018]
- OROYFINANAZAS (2015). “Diferencias entre las cadenas de bloques (blockchain) públicas y cadenas de bloques privadas”, 15 de octubre. <<https://www.royfinanzas.com/2015/10/diferencias-cadenas-bloques-blockchain-publicas-privadas/>> [Consulta: 2 de marzo de 2018]

- PREUKSCHAT, A. et al. (2017). *Blockchain: la revolución industrial de internet*. Gestión 2000.
- QUILES ARDILLA, C. (2018). *La naturaleza económica del Bitcoin: un enfoque monetario*. Tesis. Barcelona: Universitat de Barcelona.
- RED DE ENTIDADES LOCALES POR LA TRANSPARENCIA Y PARTICIPACIÓN CIUDADANA (2017). *Datos abiertos: Guía estratégica para su puesta en marcha. Conjuntos de datos mínimos a publicar*. <<http://femp.femp.es/files/3580-1617-fichero/Gu%C3%ADa%20Datos%20Abiertos.pdf>> [Consulta: 30 de enero 2018]
- RETAMAL, C. D., ROIG, J. B., & TAPIA, J. L. M. (2017). “La blockchain: fundamentos, aplicaciones y relación con otras tecnologías disruptivas”. *Economía industrial*, 2017, n. 405, pp. 33-40.
- SANTAMARIA, R. (2018). *Registros distribuidos: Entendiendo Blockchain*. <<http://vis.usal.es/rodrigo/documentos/sisdis/teoria/registroDistribuido/registroDistribuido.pdf>> [Consulta: 4 de mayo 2018]
- TABOOW (2018). *Taboow Icosystem Guardian*. <<https://taboow.org/documentation>> [Consulta: 30 de junio de 2018]
- TRANSPARENCY INTERNATIONAL ESPAÑA (s.f.). *Transparencia Internacional España – Índice de las Comunidades Autónomas (INCAU)*. [en línea]. <<http://transparencia.org.es/indice-de-las-comunidades-autonomas-incau/>> [Consulta: 20 de noviembre de 2017]
- TRANSPARENCIA INTERNACIONAL ESPAÑA (s.f.). *Índice de Transparencia de los Ayuntamientos (ITA)*. [en línea] <<https://transparencia.org.es/indice-de-los-ayuntamientos-ita/>> [Consulta: 25 de noviembre 2017]
- TRANSPARENCY INTERNATIONAL (s.f.). *Corruption perceptions index 2017*. [en línea] <https://www.transparency.org/news/feature/corruption_perceptions_index_2017> [Consulta: 25 de noviembre 2017]
- Unión Europea. Directiva 2003/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de noviembre de 2003, relativa a la Reutilización de la Información del Sector Público. *DOUE*, 31 de diciembre de 2003, núm. 345, pp. 90-96.