

Trabajo Fin de Grado

La tecnología blockchain y su aplicación en el
cambio de modelo económico

Blockchain technology and its application in the
economic change model

Autor

Jorge Monterde Alloza

Directores

Sabina Scarpellini y Alfonso Aranda

Autor del trabajo: Jorge Monterde Alloza

Directores: Sabina Scarpellini y Alfonso Aranda

Título: La tecnología blockchain y su aplicación en el cambio de modelo económico (Blockchain technology and its application in the economic change model)

Titulación: Programa conjunto en Derecho – Administración y Dirección de Empresas

RESUMEN

El mundo se encuentra sumido en una grave crisis climática provocada por el modelo económico lineal y su irracional consumo de recursos naturales desde su origen en la Revolución Industrial. Las consecuencias climáticas son graves y requieren de una actuación inmediata. El Acuerdo de París, firmado por 195 territorios, pretende limitar el incremento de la temperatura 1'5 grados centígrados, para evitar terribles consecuencias en el planeta. Si se quiere cumplir con estos objetivos, es obligatorio un cambio de modelo económico.

La economía circular puede ser ese motor de cambio necesario para desarrollar un sistema económico que sea sostenible con el medioambiente. El cambio de paradigma hacia la sostenibilidad es complejo, pero actualmente disponemos de herramientas tan potentes como la tecnología blockchain, que es la misma que se emplea en las criptomonedas. Esta tecnología tiene numerosas aplicaciones fuera del mundo financiero que podrían permitir realizar la transición de modelo de un modo más fiable, autónomo y eficaz.

ABSTRACT

The world is plunged into a serious climate crisis caused by the linear economic model and its irrational consumption of natural resources since its origin in the Industrial Revolution. The climate consequences are severe and require immediate action. The Paris Agreement, signed by 195 territories, aims to limit the increase in temperature to 1.5 degrees Celsius, to avoid terrible consequences on the planet. If these objectives are to be met, a change in the economic model is mandatory.

The circular economy can be that engine of change necessary to develop an economic system that is sustainable with the environment. The paradigm shift towards sustainability is complex, but we currently have tools as powerful as blockchain technology, which is the same as that used in cryptocurrencies. This technology has numerous applications outside the financial world that could allow the model transition to be carried out in a more reliable, autonomous and efficient way.

Índice

1. Introducción	1
1.1 Cuestión a tratar.....	1
1.2 Razón de elección e interés del tema.....	2
1.3 Objetivos y metodología del trabajo	6
2. Un nuevo horizonte económico: la economía circular	7
2.1 La necesidad de cambio	7
2.2 La economía circular.....	9
2.2.1 Concepto y escuelas de pensamiento	9
2.2.2 El proceso circular	10
2.2.3 Déficits a solucionar en la economía circular actual	11
2.3 Instituciones: del modelo lineal al circular.....	11
2.4 La economía circular en datos	13
2.5 Adopción del modelo circular en las empresas: Accountability y transparencia en el modelo circular.....	14
3. Criptomonedas y blockchain	16
3.1 La revolución monetaria: las criptomonedas.....	16
3.1.1 Origen y concepto de las criptomonedas.....	16
3.1.2 El proceso tecnológico en las criptomonedas.....	18
3.1.3 Características de las criptomonedas.....	19
3.1.4 El porqué de las criptomonedas.....	20
3.2 El impacto ambiental de las criptomonedas	21
3.3 La tecnología blockchain y sus aplicaciones sostenibles.....	27
4. Estudio de sostenibilidad y accountability en una muestra de empresas aragonesas	33
4.1 Objetivos.....	34

<i>4.2 Metodología</i>	34
<i>4.3 Análisis</i>	36
<i>4.4 Resultados y recomendaciones de mejora</i>	39
5. Principales resultados y conclusiones	40
Anexo I – Estudio de la relación entre la productividad material y el crecimiento económico	41
Anexo II – La conexión entre la inflación y el uso de las criptomonedas	47
Anexo III – El consumo de energía y la huella de carbono en las criptomonedas	53
Bibliografía	62

1. Introducción

1.1 Cuestión a tratar

What have we done to the world?

Look what we've done

What about all the peace that you pledge your only son

What about flowering fields

Is there a time

Earth Song – Michael Jackson.

¿Qué le hemos hecho al mundo? Esta es la pregunta que se hacía Michael Jackson, y, que con el transcurrir del tiempo nos hemos acabado por hacer todos nosotros.

El calentamiento global, los fenómenos climáticos extremos, la deforestación, el deshielo, la destrucción de la capa de ozono, la pérdida de biodiversidad o el agotamiento de recursos naturales hacen imprescindible un cambio de paradigma en la relación humano – medioambiente.

El modelo económico actual tiene un carácter lineal y lo podríamos resumir en tres palabras: **tomar, hacer y tirar**. Este sistema tiene su punto de partida en la revolución industrial, y basa su fuente de crecimiento en una constante e irracional extracción de material y energía, pero el agotamiento de estos no es el único problema, ya que además se generan ingentes cantidades de residuos que son complejos de eliminar con el daño que suponen para el suelo, el aire y el agua. Un hito en materia ambiental fue la publicación del informe *The limits to Growth* en 1972, dirigido por la científica ambiental Donella Meadows, alertó sobre el agotamiento de los recursos y la contaminación, y como mantener el esquema productivo vigente provocaría catastróficas consecuencias (Molina del Pozo, 2021).

El clásico modelo económico no es sostenible en un planeta con recursos finitos, así pues, la actual situación del planeta es una consecuencia directa de la acción de los seres humanos (IPCC, 2021). Será prioritario implementar un sistema que disocie el crecimiento económico del expolio continuado de recursos naturales. Cambiar el modelo por otro que tenga en cuenta los límites del planeta, puesto que mientras tanto el crecimiento será ficticio (Stern, 2006).

La **huella ecológica**¹ demuestra que el modelo no es viable, actualmente necesitaríamos casi dos planetas tierra para sostener nuestro consumo. En el caso de España, según datos, del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, se hace un uso anual de recursos para el que necesitaría dos veces y media su superficie. En añadido, y en acuerdo con la previsión del aumento sustancial de la población en los próximos años, la ONU cifra que en el año 2050 se superarán los 9.000 millones de habitantes², lo que supondría que con el modelo actual necesitaríamos tres planetas tierra para satisfacer la demanda de agua, alimentos y energía. Tan crudo como suena.

Hasta ahora hemos vivido como si tuviésemos otro planeta donde ir, pero no es así, no tenemos un planeta B.

1.2 Razón de elección e interés del tema

La situación actual ha demostrado una vez más la fragilidad de nuestro sistema. La pandemia solo ha actuado como un acelerador, evidenciando las grietas de un modelo que necesita una transición urgente. Debemos hacer las paces con la naturaleza.

En 1987, en el informe de Naciones Unidas *Our Common Future*, Brundtland definía el **desarrollo sostenible** y afirmaba que es necesaria una integración a cuatro niveles: social, económica, ambiental e institucional. Souza y Ribeiro (2005) lo describieron como el "Proceso de cambio en el que la explotación de los recursos, la dirección de las inversiones, la orientación del desarrollo tecnológico y los cambios institucionales están en armonía y valoran el potencial, presente y futuro, para que la humanidad satisfaga sus demandas y aspiraciones".

El consumo de **energía** primaria se ha triplicado en los últimos 100 años. Fruto del progreso tecnológico y del aumento de población, el gasto energético se ha disparado. Esta circunstancia conlleva una grave consecuencia, la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) y su impacto directo en el incremento de temperatura.

¹ **Huella ecológica** (William Ress y Mathis Wackernagel,1996): "El área de territorio ecológicamente productivo (cultivos, pastos, bosques o ecosistema acuático) necesaria para producir los recursos utilizados y para asimilar los residuos producidos por una población definida con un nivel de vida específico indefinidamente, donde sea que se encuentre esta área.

² El informe *World Population Prospects 2019: Highlights* cifra que la población se situará entre 9.400 y 10.100 millones de habitantes en el año 2050, bajo una certeza del 95%.

Año	1960	2001	2008	2018	Variación 2001 - 2018
Consumo mundial	9.463.838'50	23.707.262'47	29.574.920'78	34.041.045'97	+ 43'59 %
Unión Europea	1.687.910'92	3.418.140	3.379.180	2.871.000	- 16'00 %
España	48.928'78	294.790	324.160	258.340	- 12'36 %
Estados Unidos	2.890.696'10	5.749.250	5.563.340	4.981.300	- 13'36 %
China	780.726'30	3.526.750	7.195.010	10.313.460	+ 192'44 %

Figura 1: Consumo de CO2 (en millones de kilos). Fuente: Banco Mundial. Elaboración propia.

De acuerdo con lo observable en la tabla, en 2018 las emisiones alcanzaron los 34.041.045,97 millones de kilos de CO2, alcanzando un nuevo máximo histórico. En ciertos territorios, los acuerdos climáticos han surgido efecto y las emisiones se están reduciendo. Sin embargo, al igual que en el gigante asiático, múltiples países en desarrollo económico continúan aumentando sus emisiones y pese a la reducción en otros territorios, las emisiones globales se mantienen en constante aumento.

Las instituciones públicas comienzan a ser conscientes de la urgencia y fruto de ello surgen compromisos como el **Acuerdo de París**, donde 195 países se han comprometido para tratar de limitar el incremento de la temperatura a 1'5° C. Con las políticas actuales y previstas se estima que las emisiones globales de CO2 aumentarán un 6% entre 2015 y 2050. El objetivo propuesto para 2050 es de 9.700.000 de emisiones globales, lo que debería suponer una reducción del 250'94 % en este periodo.

Porque además nos jugamos la **salud** en ello, los expertos afirman que el cambio climático potencia la aparición de futuras epidemias³. La calidad del aire está vinculada a la salud, la exposición a partículas finas en suspensión sube el riesgo de enfermedades respiratorias y cardiovasculares. Según el informe de la Agencia Europea de Medio Ambiente, *Air quality in Europe – 2020 report*, estas partículas causan 379.000 muertes prematuras anuales en la UE. El dióxido de nitrógeno y el ozono troposférico son los principales compuestos perjudiciales, vinculados al tráfico y la industria.

³ Un informe elaborado por un grupo de 22 expertos líderes a nivel mundial convocados por la Plataforma Intergubernamental Científico – Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas (IPBES), establece una relación evidente entre ambos aspectos. Resumen del informe disponible en: [20201030Media Release Pandemics Workshop Report LAUNCH Spanish Final.pdf \(ipbes.net\)](#)

Llegados a este punto uno puede pensar por qué no se ha hecho nada al respecto, pues como decía, Bill Clinton en su campaña electoral en 1992, “es por la economía, estúpido”.

El humano tiene una tendencia a tratar de crecer más allá de los medios de subsistencia y es inverosímil esperar que cambie (Malthus, 1798). Para la consecución de unas metas tan ambiciosas se requerirá de la cooperación entre países, y de un **acuerdo social** de la totalidad de los agentes, donde instituciones públicas, empresas y ciudadanos remen en la misma dirección en pos de una transformación del modelo sostenible.

Habermas opinaba que es la discusión pública la que permite superar el conflicto y concurrir en consensos, por ende, éste es el papel que las Administraciones Públicas deben desempeñar, de forma principal mediante normativas, y, de manera complementaria como enlace entre agentes. Durante muchos años se ha planteado que las políticas medioambientales podían ser un obstáculo al crecimiento económico, el empleo o la innovación. De hecho, existió un gran debate en torno a las hipótesis del ilustre académico Michael Porter, él estipuló que la legislación ambiental potencia la competitividad al estimular la innovación mientras que aquellos que le contradecían afirmaban que aumentaba los costes para las empresas, reduciendo sus beneficios y competitividad (Calleja y Alquézar, 2020). Sea a como fuere, hoy en día es una máxima refrendada por la mayoría de los economistas, que la mejor manera de ayudar a la economía es proteger el medioambiente.

El 7 de febrero de 1985, el Tribunal de Justicia de las Comunidades Europeas, en sentencia del caso 240 / 83, estableció una línea jurisprudencial por la que la **protección del medioambiente** se constituía en uno de los objetivos comunitarios esenciales: “*In the Commission's view there can be no doubt that the protection of the environment against the risk of pollution constitutes an object of general interest which the Community may legitimately pursue*”. Todo ello se plasmó en 1987, el Acta Única Europea estableció la base jurídica ambiental comunitaria (Mangas y Liñán, 2014).

La protección del medioambiente comporta un **deber constitucional** para los poderes públicos, tal y como se enuncia en el artículo 45.2 de la Constitución Española: “Los poderes públicos velarán por la utilización racional de todos los recursos naturales, con el fin de proteger y mejorar la calidad de la vida y defender y restaurar el medio ambiente, apoyándose en la indispensable solidaridad colectiva”.

Hay un elemento necesario a cumplir para alcanzar el éxito ambiental y es la **disociación de la protección del medioambiente de las ideologías políticas**. Este aspecto puede resultar más complejo en nuestro país, donde cualquier aspecto de la sociedad implica un hecho susceptible de ser convertido en arma ideológica en el “teatro” político español. El posicionar ciertos objetivos como valores superiores sociales por encima de cualquier ideológica sería un gran paso para el avance democrático, eliminando el nocivo componente ideológico a aspectos como proteger el medioambiente, aproximándonos así a un utópico futuro donde el contrato social propuesto por Rousseau se rija bajo por ciertos valores superiores a la ideológica.

Filion et al. (2011) afirmaron que la toma de conciencia sobre el desarrollo sostenible derivada de la **responsabilidad** de todos, incluyendo a las empresas que deben ampliar sus mirar más allá del propio interés de sus dueños.

“Dirigir una empresa de tal manera que conserve el medioambiente es más que sólo buenas relaciones públicas; es un negocio” (David, 2003). Para las empresas, es lo que se denomina una acción de “win win”, por un lado, cumplen con el mandato social medioambiental, y, por otro, satisfacen las necesidades de los consumidores, con la ventaja competitiva que ello conlleva.

El impulso ciudadano será esencial. En el libro *Use Less Stuff: Environmental Solutions for Who We Really Are*, Lilienfeld reclamaba la **proactividad ciudadana**. De acuerdo con una encuesta de Centro de Investigaciones Sociológicas (CIS)⁴, en el año 2010 más de la mitad de encuestados nunca compraba productos ecológicos. Sin embargo, en un reciente barómetro el 93% de los europeos encuestados consideraba el cambio climático como un problema⁵. El cambio de mentalidad en la población es una realidad.

Los consumidores buscarán recompensar la sostenibilidad de las empresas, no por obligación legal, sino por acción ciudadana. Aquí encontramos el punto de conexión, las empresas buscarán por su propio beneficio alinearse con las reclamaciones ambientales de los consumidores, lo que unido a la acción de los reguladores supondrá un gran paso hacia la consecución de los fines ambientales.

⁴ Medio Ambiente (II) estudio n ° 2.837

⁵ Eurobarómetro Especial n ° 490, 2019.

Ya no hay más tiempo para este sistema, por este camino que transitamos nos dirigimos al agotamiento de los recursos y la destrucción del planeta, y, por ende, del sistema lineal, por lo que el cambio de modelo no solo no supone una perspectiva negativa para el propio sistema, sino la salvación de este, porque como reza un dicho de sabiduría indoamericana: “Sólo cuando el último árbol esté muerto, el último río envenenado, y el último pez atrapado, te darás cuenta qué no puedes comer dinero.”

La sostenibilidad del sistema económico siempre se ha concebido como una **utopía** o un imposible idealista, pero esta quimera del pasado se ha convertido en la realidad del hoy, y, es posible afirmar que la sostenibilidad ha dejado ser una utopía para convertirse en una obligación.

1.3 Objetivos y metodología del trabajo

El presente trabajo tiene como objetivo comprender la situación ambiental actual y que se puede hacer para alcanzar un modelo sostenible, focalizando en la implementación de un modelo circular y sostenible en las empresas. Para ello, se propone la gran utilidad de la tecnología blockchain para lograr un sistema donde la transparencia, trazabilidad y automatización permitan a las compañías alcanzar un mayores estándares de accountability.

En primer lugar, se desarrolla en profundidad la necesidad de un modelo de economía circular, su definición, sus características y una posible implementación de dicho sistema en las empresas. En segundo lugar, se analizará el novedoso mundo de las criptomonedas y la tecnología tras ellas, el blockchain o de cadena de bloques. Por último, se realizará un análisis en términos de accountability y medioambiente de tres empresas, para aproximar la realidad vigente, y observar como la tecnología blockchain podría potenciar un sistema más eficiente.

Por consiguiente y conforme a lo expuesto, el objetivo final del trabajo es proponer una línea de actuación y su implementación a las empresas con la meta de lograr un sistema más sostenible. En palabras del economista británico Tim Jackson, “la prosperidad tiene que ver con nuestra capacidad para florecer como seres humanos, dentro de los límites ecológicos de un planeta finito. El desafío de nuestra sociedad es crear las condiciones para hacerlo posible”.

2. Un nuevo horizonte económico: la economía circular

2.1 La necesidad de cambio

Existe un sistema que dista de ser sostenible y es el que regenta nuestros tiempos: La Economía Lineal. Su cadena de valor se resume en extraer, producir, consumir y desechar. Un modelo de la tumba a la tumba, lo que tiene como resultado inmediato el dispendio absoluto de los recursos. Tuvo su origen en la revolución industrial y el problema es que este modelo se ha perpetuado durante casi tres siglos. Tal ha sido el impacto que se habla de una nueva era geológica a la que se denomina **Antropoceno**, porque la huella del hombre quedará marcada por siempre en la tierra.

Decía Albert Einstein que “el mundo no puede evolucionar más allá de su actual situación de crisis utilizando el mismo pensamiento que creó esta situación.” Dicho de otra forma, no podremos superar los problemas ambientales manteniendo el mismo sistema que los produjo.

La economía circular representa nuestra oportunidad para lograr el tan necesario cambio de paradigma. Son diversos los motivos que marcan la necesidad del cambio:

- **El aumento de la demanda y la escasez de ciertos recursos finitos**

Desde una perspectiva económica, siguiendo la clásica ley de oferta y demanda, si la oferta de recursos naturales se reduce y la demanda aumenta por el incremento poblacional, los recursos se encarecerán. Se podría afirmar que nos encontramos en una crisis de recursos, pero realmente no es tal, la crisis es de gestión de recursos.

- **Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero**

Si se quiere cumplir con los Acuerdos de París, debe ser imperativo aplicar un modelo que requiera menos recursos, no genere residuos, use energía renovable y proteja los ecosistemas.

- **Disminuir los residuos mediante diseños ecológicos y reutilizables.**

Tenemos un estilo de vida desechable, consumimos bolsas de plástico que se fabrican en 10 segundos, se usan por minutos y se degradan en 400 años (Laredo, 2018).

El estudio *Diagnóstico y escenarios de cumplimiento de los objetivos de residuos municipales 2025, 2030 y 2035* señala que para el objetivo del 65% de reciclado y máximo de 10% de vertido en 2035 será imprescindible aplicar la economía circular.

“El reciclaje es una aspirina que alivia una resaca de sobreconsumo” (Lilienfeld y Rathie, 1998). Esta alegoría ejemplifica la realidad de nuestro modelo actual. El reciclaje no es más que un parche a corto plazo pero en el plazo largo se ha mostrado insuficiente, de hecho, como afirman McDonough y Braungart (2003) normalmente termina siendo un “**infrareciclaje**”, donde los materiales pierden calidad con el tiempo.

- Oportunidad económica:

En los fondos NextGenerationUE, aprobados para la recuperación de la crisis económica provocada por la pandemia, no hay partidas específicas para economía circular, pero el fomento de la misma es uno de sus principales objetivos.

Según un estudio reciente, la aplicación de los principios de la economía circular a toda la economía de la UE podría aumentar el **PIB** de la UE en un 0,5 % adicional de aquí a 2030 y crear unos 700.000 puestos de trabajo nuevos. Otros informes anteriores hablaban de en torno a 590.000 **empleos nuevos** (Carus y Dammer, 2018).



Figura 2: Beneficios de la circularidad. Ministerio de Transición Ecológica y Reto Demográfico

Durante la quinta Asamblea de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, celebrada el lunes 22 de febrero de 2021, el Comisionado de Medio Ambiente, Océanos y Pesca de la Unión Europea, Virginijus Sinkevičius, reconocía que: “La transición hacia una economía circular, limpia y eficiente en el uso de los recursos se reconoce cada vez más como una necesidad para abordar las crisis ecológicas a las que se enfrenta el mundo.”

El modelo de economía circular va avanzado lentamente en las instituciones, empresas y ciudadanos, pero es el momento de avanzar con mayor celeridad.

2.2 La economía circular

2.2.1 Concepto y escuelas de pensamiento

La economía circular no es un concepto tan moderno como podemos pensar. En la década de 1970 surgen las primeras escuelas de pensamiento, pero la que se considera primera mención al concepto de economía circular aparece en 1989 en el libro *Economics of Natural Resources and the Environment* de Pearce y Turner.

Definiremos la economía circular con el concepto de la principal organización mundial sobre Economía Circular, la **Fundación Ellen MacArthur**⁶:

La economía circular es una alternativa atractiva que busca redefinir qué es el crecimiento, con énfasis en los beneficios para toda la sociedad. Esto implica disociar la actividad económica del consumo de recursos finitos y eliminar los residuos del sistema desde el diseño. Respaldada por una transición a fuentes renovables de energía, el modelo circular crea capital económico, natural y social y se basa en tres principios:

- *Eliminar residuos y contaminación desde el diseño*
- *Mantener productos y materiales en uso*
- *Regenerar sistemas naturales*

Como consecuencia de lo antes expuesto, la economía circular es un proceso que optimiza los recursos y los sistemas productivos, garantizando el crecimiento económico, el bienestar social y la preservación del capital natural (Miramontes, 2020).

- **Diseño regenerativo:** ideado por Lyle (1994), busca crear sistemas humanos donde no haya desechos. Fue una de las bases principales de crecimiento de la economía circular.
- **Capitalismo natural:** descrito por Hawken, A. Lovins y L. Lovins en el libro *Creating the next Industrial Revolution* (1999). Definen un sistema donde los intereses ambientales y comerciales se superponen, dando lugar a nueva revolución industrial en el que las empresas aumentarían sus ganancias mientras protegen el medioambiente.

⁶ La Fundación Ellen MacArthur fue creada en 2010 con el objetivo de acelerar la transición a la economía circular. Sus principales objetivos son estimular el diseño circular, crear las condiciones económicas favorables para la transición, investigar y proponer la colaboración entre agentes.

- **Cradle to Cradle (Cuna a Cuna):** modelo inspirado en el ciclo infinito de la naturaleza, donde no existen los residuos y la retroalimentación es permanente (McDonough y Braungart, 2003).

2.2.2 El proceso circular

"En definitiva hacer lo que hacían nuestros abuelos, que era aprovechar al máximo todas las sustancias y materiales que tenemos en nuestra vida. Yo recuerdo cuando era pequeño que las botellas de vidrio no se tiraban, se llevaban de nuevo para rellenar".⁷

Todos conocemos las “3R” consistentes en reducir, reciclar y reutilizar. Pero cuando hablamos de economía circular debemos dar un paso más allá y tenemos “7R”: repensar, rediseñar, reutilizar, reparar, recuperar, renovar y reciclar.

El economista promotor de la economía circular Ken Webster daba varias claves en una entrevista en *El País*: diseñar sin residuos, integrar los competentes en un ciclo infinito, emplear energías renovables, pensar los productos como sistemas interdependientes, y, buscar el valor adicional en los recursos para nuevas aplicaciones.

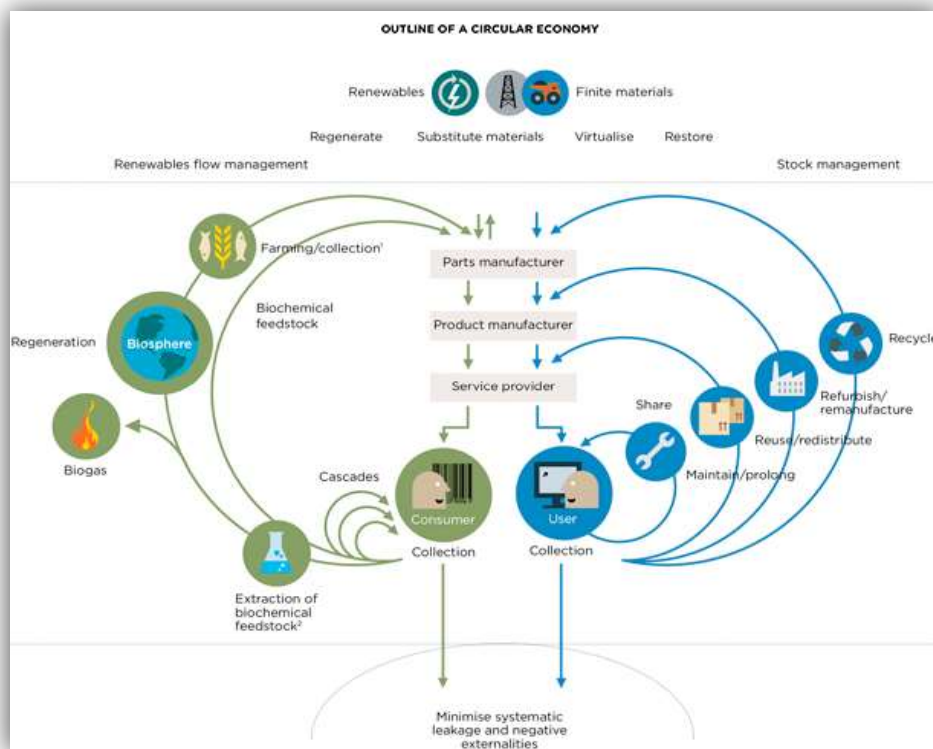


Figura 3: Proceso circular. Fuente: Ellen MacArthur Foundation

⁷ Palabras de Vicente Galván López, director general de Economía Circular en la Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Sostenibilidad de la comunidad de Madrid.

Prolongar la vida útil será esencial, reutilizando productos y reparando, lo que implicará conservar la energía incrustada y los componentes (Cerde y Khalilova, 2016; EEA, 2016). Las compañías tienen que aplicar criterios de **eco – eficiencia**, un concepto atribuido a Stephan Schmidheiny en 1991 y que implica una mayor productividad con un menor impacto ambiental.

2.2.3 Déficits a solucionar en la economía circular actual

- **Innovación tecnológica:** la aplicación de la tecnología digital será imprescindible para el desarrollo innovador necesario que se requiere para adoptar un modelo circular.
- **Falta de conocimientos:** se requiere una mayor concienciación e información en los ciudadanos, y a su vez, una formación en las habilidades técnicas necesarias de la fuerza laboral.
- **Creación de estándares:** en herramientas, instrumentos, formato de datos, protocolos, procesamiento de datos... Todo ello será primordial para poder globalizar el uso de la economía circular (Kristoffersen et Al., 2020).
- **Democratización de los productos sostenibles:** los ciudadanos definimos el futuro, ya que las empresas fabrican lo que compramos (Dakov, 2020). Esta visión es algo diferente cuando hablamos de los productos ambientales y sostenibles, ya que los mismos suelen tener precios fuera del alcance para una buena parte de la sociedad. La UE ha recomendado incentivar económica y fiscalmente los productos circulares para que los precios elevados no desalienten a consumirlos. Países como Irlanda, Eslovenia, Luxemburgo, Países Bajos o Finlandia han introducido reducciones de IVA a los servicios de reparación.

2.3 Instituciones: del modelo lineal al circular

Zygmunt Bauman, filósofo y sociólogo polaco – británico, acuñó el término de modernidad líquida. Para este pensador del S.XX la liquidez es una gran metáfora de las sociedades donde vivimos, por los continuos cambios, por contraposición, la sociedad sólida se inspira en la seguridad y los valores. Una vez comprendida esta realidad, Bauman abogaba por la vía del cambio, para superar conflictos y como instrumento de mejora. Aplicándolo a nuestra realidad ambiental, se deben cambiar los valores de la sociedad sólida, el modelo lineal, por unos valores que nos permitan mejorar nuestras condiciones vitales, el modelo circular.

La UE pretende liderar la transición ambiental. El **Pacto Verde Europeo** es una nueva estrategia de crecimiento destinada a transformar la UE en una economía moderna, eficiente en el uso de los recursos y competitiva, en la que no habrá emisiones netas de gases de efecto invernadero en 2050 y el crecimiento económico estará disociado del uso de los recursos, mejorando la calidad de vida de la generación actual y de las venideras.

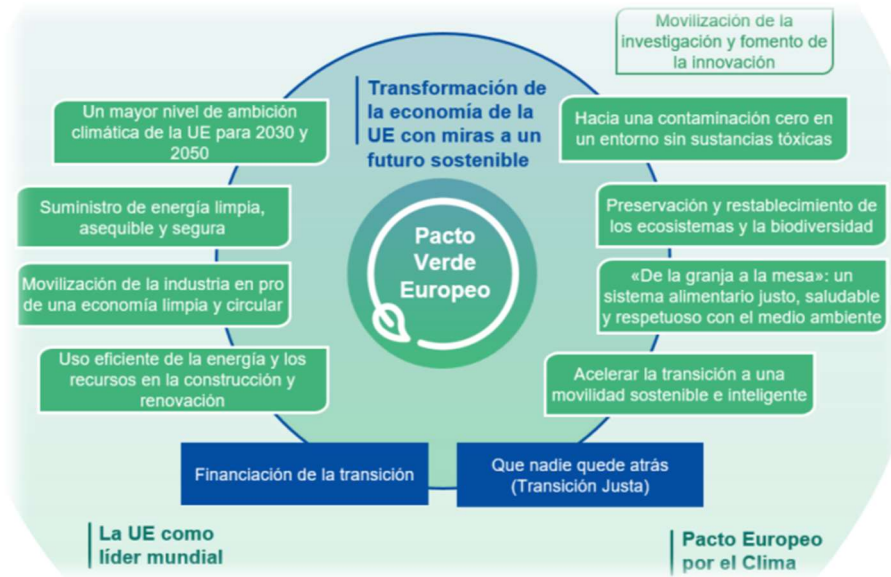


Figura 4: Resumen del Pacto Verde Europeo. Fuente: Pacto Verde Europeo

El 2 de junio de 2020 se aprobó la **Estrategia Española de Economía Circular España 2030** (EEEC). Los objetivos son reducir el 30% el consumo de materiales, mejorar un 10% la eficiencia del uso del agua y reducir un 15% la generación de residuos, ayudando todo ello a reducir las emisiones de gases invernadero por debajo de los 10 millones de toneladas de CO₂. Se destinará un presupuesto de aproximadamente 1.529 millones de euros.

Para la implementación efectiva de la economía circular se requiere una gran participación de las administraciones territoriales (Aranda Usón, 2019). En **Aragón**, se inició en 2020 una estrategia circular con el objeto de incentivar el empleo circular, potenciar el sector circular como un sector estratégico, promover nuevos nichos en el mercado, disminuir el impacto ambiental, los gases invernadero y los residuos, y combatir la vertebración territorial. En septiembre de 2021, en desarrollo de esta estrategia, el Gobierno de Aragón convocó un proceso de subvenciones por importe de 4 millones de euros para fomentar proyectos de economía circular.

2.4 La economía circular en datos

De acuerdo con datos de Eurostat, la **tasa de circularidad** en la Unión Europea tuvo una evolución del 8'2% en 2004 al 11 % en 2012, sin embargo, hasta 2019 solo ha crecido hasta el 11'8%. España se ha mantenido muy estable desde el 2012, siempre en torno a un 10%. Países Bajos es el líder europeo con una tasa del 30%. A nivel mundial, el estudio *Circular Gap Reporting Initiative* sitúa en un 8'6 % la tasa en 2020.

España es el séptimo posición en términos de empleo relacionado con la economía circular, con un 2%. Letonia lidera con un 2,86% y España se encuentra por encima de la media de la UE que es de 1'71% (Cámara de Comercio y Mapfre, 2019).

Año	2008	2011	2015	2019	Variación 2008 - 2019
Consumo interno materiales	811.939'80	519.335	409.748'40	426.115'50	- 47'52 %
Productividad material	1.380'40	2.060'60	2.629'90	2.801'80	+ 102'98 %

Figura 5: Productividad material en España 2008 – 2019. Fuente: INE. Elaboración propia.

El consumo interno de material muestra los inputs físicos empleadas. La productividad material es relación entre PIB y los recursos internos materiales consumidos. En el **Anexo I** se profundiza en esta relación y sus datos.

En la tabla se puede observar cómo desde 2008 se ha reducido a casi la mitad el consumo material interno, en ese sentido, es posible deducir que la economía española ha reducido su dependencia de los recursos. Desde 2012, aproximadamente se mantiene estable.

La productividad material se encuentra en constante aumento desde 2008. La relación es clara, la reducción del consumo material interno hizo incrementar la productividad material en una proporción casi equivalente, y conforme a las conclusiones del estudio del Anexo I, no hay correlación entre un mayor consumo de materiales y el crecimiento económico. Desde 2012, a diferencia del parámetro anterior, si continúa una cierta leve mejoría sostenida, muy plausiblemente debida a los progresos tecnológicos.

2.5 Adopción del modelo circular en las empresas:

Accountability y transparencia en el modelo circular

Las empresas son el motor del crecimiento de nuestro sistema. La implementación del modelo circular supondrá beneficios competitivos para las compañías, sin embargo, para una implementación eficiente de este modelo, la innovación tecnológica debe liderar un futuro en el cual la transparencia y fiabilidad de los datos sobre los procesos de las empresas sea un imperativo.

En 2017, Boston Consulting Group elaboró junto al Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible un informe denominado *The Big New Circle*. De dicho estudio podremos extraer 10 pasos para alcanzar la economía circular: interactuar con grupos de interés externos, proporcionar soporte de alta dirección, comunicar la visión, identificar las ambiciones, formar a los empleados, involucrar a las unidades de negocios, iniciar la innovación en los procesos por ser menos disruptivo que la innovación en productos, colaborar con socios externos, definir un KPI comercial y comunicar tu sostenibilidad a los consumidores.

La colaboración entre empresas, o, de empresas con centros de investigación, universidades, ONG... podría ser muy positiva en el ámbito circular, siempre con el fin de incrementar el valor económico, social y ambiental. Un ejemplo es la compañía sueca automovilística Volvo. Colaboran con BatteryLoop, una empresa que reutiliza baterías procedentes de automóviles, en este caso, emplean las baterías de los Volvo eléctricos para darle otro uso en sistemas de almacenamiento solar.

Para las empresas, la circularidad supone una **mejora productiva y competitiva**. Comporta un doble beneficio: la reducción de costes por el descenso de compras de materias y los nuevos posibles beneficios. Por otra parte, en ciertos negocios puede ser una muy buena noticia una menor dependencia del mercado de materias primas, por la alta volatilidad de precios y riesgos en el suministro.

La **accountability** originalmente se concebía como una rendición de cuentas de los gobernantes. De acuerdo con Gray, la accountability conlleva la toma de decisiones y la realización de acciones, y rendir cuentas sobre ello, incluyendo aspectos sociales y ambientales (Moneva et Al., 2006).

En términos de economía circular, la rendición de cuentas de las empresas pasa por ser capaces de ofrecer a sus grupos de interés la certeza del cumplimiento de los criterios circulares que se promulgan. La **transparencia** y la **fiabilidad** de la información ofrecida será esencial para que los clientes puedan confiar en el sistema circular, y, para que las instituciones controlen el cumplimiento de la sostenibilidad en las compañías.

Actualmente, vivimos en una época donde la cantidad de datos disponibles en las empresas es mayor que nunca, por lo que la dificultad reside en el tratamiento de estos y la extracción de la utilidad de los mismos.

El empleo de la tecnología será esencial en la recopilación y tratamiento de los datos asociados a las actuaciones ambientales, concretamente será necesario para alcanzar altos grados de transparencia, fiabilidad e información (Wilts y Berg, 2017) Para este fin, veremos posteriormente la gran utilidad que puede tener la tecnología blockchain.

Apoiados en la innovación, será posible que los productores puedan establecer la ruta de sus productos y materiales desde el origen de los suministros hasta la venta (Vrancken et Al., 2020). Incluso sería posible desarrollar un **pasaporte digital** donde almacenar los diferentes pasos del producto en la cadena de suministro, con la correspondiente huella ecológica. La UE tiene la voluntad de crear un espacio europeo de datos sobre las cadenas de valor y productos (Comisión Europea, 2020).

Para tener éxito sería óptimo crear estándares para los procedimientos de economía circular: formatos de datos, protocolos y procesamientos de datos (Berg et Al., 2020).

Esta evolución permitirá a instituciones y consumidores conocer la realidad ambiental de los productos y servicios, así como a las propias empresas, lo cual les puede resultar sumamente útil para trabajar en la mejora de su sostenibilidad y la toma de decisiones relacionadas con sus procesos de economía circular.

Este cambio de paradigma podría suponer la salvación del sistema, uniendo el mantenimiento de los beneficios empresariales y el desarrollo al cuidado del planeta, aunando los intereses sociales y económicos.

“Convertid un árbol en leña y arderá para vosotros, pero no producirá flores ni frutos para vuestros hijos”. – Rabindranath Tagoré.

3. Criptomonedas y blockchain

3.1 La revolución monetaria: las criptomonedas

3.1.1 Origen y concepto de las criptomonedas

La irrupción de las criptomonedas es el **fenómeno monetario de la última década** (Sanz, 2020). Según datos *3rd Global Cryptoasset benchmarking Study*, desde su aparición en 2009, en 11 años, el valor del mercado de las criptomonedas pasó de ser cero a 2 billones de dólares.

Desde finales de los noventa se disponía de la tecnología para desarrollar monedas virtuales. David Chaum fue el pionero al crear digicash, un dinero electrónico que permitía transacciones seguras y anónimas. Posteriormente, Adam Back elaboró un sistema de prueba de trabajo llamado Hashcash, y para este sistema, en 1998, Wei Dai lanzó b – money, una moneda electrónica anónima y distribuida, que finalmente no se lanzó, pero muy similar a las actuales.

En 2008, Satoshi Nakamoto proponía una solución técnica para poder hacer transacciones descentralizadas entre dos agentes. En 2009, se creó la primera red de blockchain, **Bitcoin**.

El **Banco Central Europeo** definió en 2012 las criptomonedas como “un tipo de dinero digital y no regulado, normalmente emitido y controlado por sus desarrolladores, y usado y aceptado entre los miembros de una concreta comunidad virtual.”

Las criptomonedas son parte del proceso de **tokenización**, que supone representar de manera digital un bien del mundo físico. Legalmente se puede considerar las criptomonedas como “un bien mueble de carácter digital y divisible, irrepetible y no copiable, susceptible de ser valorado económicamente” (Legerén Molina, 2019).

3.1.1.1 ¿Son dinero las criptomonedas?

¿Son dinero las criptomonedas? Es una de las preguntas que más se hace cuando hablamos de las monedas digitales.

En primer lugar, no son monedas de curso legal, es decir, creadas por un organismo central y reconocidas legal. La excepción la encontramos en El Salvador, donde recientemente Bitcoin se ha reconocido como moneda legal.

El **BCE** (2015) consideró que no cumplían con las tres condiciones del dinero: medio de intercambio, reserva de valor y unidad de cuenta. No lo consideran medio de intercambio por el bajo grado de aceptación para realizar pagos, la alta volatilidad le quita la posibilidad de ser reserva de valor, y ambos factores, le impiden ser unidad de cuenta.

El **Tribunal Supremo**, en una sentencia reciente, consideró que no es dinero, aunque si es válido como medio de cambio si es aceptado por otras partes.

Existen similitudes entre las criptomonedas y la obra de **Hayek** *La Desnacionalización del dinero* (1976). El economista austriaco estudia cómo se organizaría un mercado monetario competitivo de organizaciones privadas, con monedas cuyo valor se fijase por oferta y demanda. Hayek consideraba la estabilidad como una característica esencial para la aceptación, por tanto, las criptomonedas no podrían ser dinero por su volatilidad.

3.1.1.2 Los tipos de criptomonedas

Antes de comenzar es preciso aclarar que las criptomonedas no solo son Bitcoin, es un mercado amplio y diverso. A continuación, se expone una clasificación funcional:

1. **Altcoins:** "alternativa a Bitcoin". Son monedas virtuales descentralizadas, creadas a través de minería y cuya oferta la define un algoritmo. **Bitcoin**, fue la primera, es la más conocida y la de mayor valor de capitalización. Tiene un número finito de monedas de 21.000.000. Actualmente, se han sacado al mercado cerca de 19.000.000, determinando la oferta y demanda en los mercados su precio. **Ethereum**, es la segunda mayor del mercado. Creada en 2013 y es una criptomoneda con un sistema más amplio que permite diversas aplicaciones como los contratos inteligentes o los activos no fungibles.
2. **Stablecoins:** son criptomonedas que basan su valor en un activo real (una moneda, una energía, un elemento físico...). Su fin es eliminar la volatilidad. La mayor stablecoin del mercado es **Tether**, una criptomoneda que copia el valor del dólar.
3. **Tokens:** son criptomonedas con funciones específicas dentro de las plataformas de exchange. El token más relevante es **Binance Coin**, se usa para ser intercambiada por otras criptomonedas en Binance Exchange, la plataforma comercial de criptomonedas más grande a nivel mundial.
4. **Monedas Digitales del Banco Central (CBDC):** son las criptomonedas que están desarrollando los bancos centrales, por lo que se dejan de ser descentralizadas.

3.1.2 El proceso tecnológico en las criptomonedas

3.1.2.1 La tecnología blockchain

La Blockchain o cadena de bloques, nació en los años ochenta y es el actor secundario en la revolución de las monedas digitales.

Hub (2017) definía Blockchain como una tecnología que permite transferir datos digitales bajo una codificación compleja y un nivel de seguridad elevado.

Es una base de datos de creación colectiva, que funciona bajo un protocolo informático de código abierto⁸. Actúa como un libro registro contable de movimientos u operaciones electrónicas sin la necesidad de una autoridad. Son los propios usuarios los que validan las operaciones y los libros quedan distribuidos entre todos los participantes. Los nodos se conectan por medio del ancho de red, mediante un sistema llamado P2P⁹.

El libro está formado por los diferentes bloques, en los que se agrupa la información de las transacciones. Las nuevas informaciones se van añadiendo a la cadena. Cada bloque tiene lo que se denomina **hash** o algoritmo de resumen, que es un número calculado a partir del contenido del bloque. Este número se encadena con el bloque anterior, y debe devolver la misma secuencia para comprobar que no se ha modificado, lo que mantiene la constancia y unicidad de la cadena. Dos bloques siempre tienen diferente hash.

Son los usuarios quienes deben validar su corrección, comprobando que el emisor y receptor existen, y que el objeto de la operación puede ser transferido, entonces si el contenido es coherente se copia en libro del nodo validador y se incluirá en un bloque, para posteriormente ser aceptado por el resto de los usuarios, porque si la mayoría no lo acepta no se incluirá, eso sí, una vez que se incluye un nodo no puede eliminarse ni modificarse.

Un bloque contiene una suma de control a modo de comprobación de los bloques anteriores, **nonce**, y se puede verificar cualquier bloque de la cadena. Cada vez que se introduce un nuevo bloque se realiza esta suma de comprobación, y a su vez, si se modificase o borrarse un bloque la suma de modificaría y los nodos lo observarían rechazando el cambio en el bloque (Stahr, 2014).

⁸ **Software de código abierto** (Davidson, 2004): son aquellos programas cuyo código fuente está disponible a los fines de su uso, modificación y distribución libre, aunque puede estar restringido para usos de carácter comercial.

⁹ **P2P** es el acrónimo de peer to peer (red entre partes)

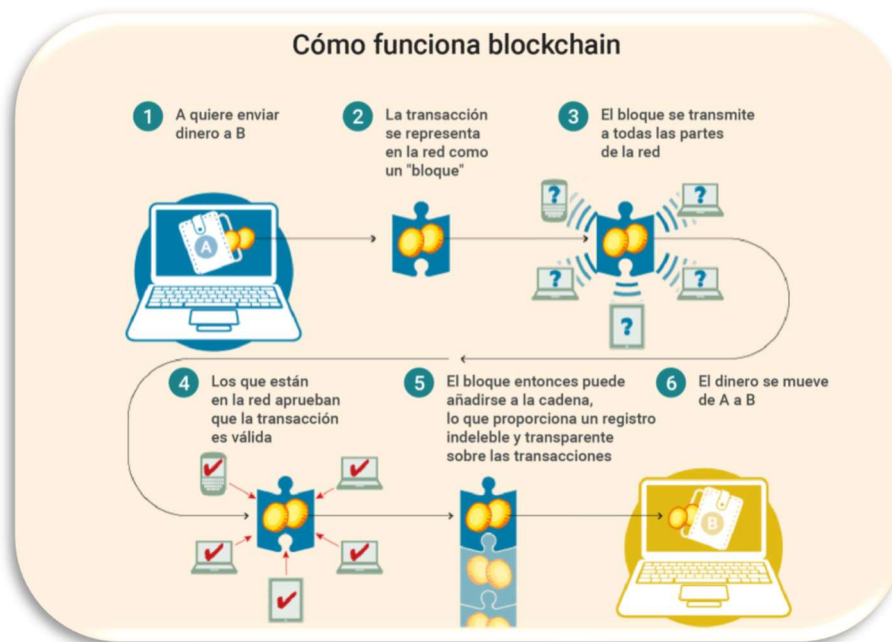


Figura 6: Esquema del funcionamiento de la tecnología blockchain. Fuente: Xataka

3.1.2.2 La tecnología blockchain aplicada a las criptomonedas

En Bitcoin y la mayor parte de criptomonedas actuales se utiliza el sistema de **prueba de trabajo**. El protocolo de prueba de trabajo trabaja con el algoritmo, para una vez formado el bloque con la información, tratar de averiguar el nonce en un proceso competitivo y abierto llamado minado, el que antes lo averigua es remunerado, y, con ambas informaciones se cierra el bloque a la espera de la verificación de los nodos.

Ethereum ha desarrollado una tecnología 2.0 que actúa bajo un protocolo de **prueba de participación**, donde una persona aleatoria debe resolver el bloque. El principal fin de esta mejora es reducir el consumo energético y con ello, reducir la huella de carbono.

3.1.3 Características de las criptomonedas

- **Descentralización:** no se encuentra supervisado por ninguna autoridad central. Pretenden eliminar los intermediarios que se consideran innecesarios, y la validación es realizada por los propios nodos de la red. La ausencia de intermediarios reduce el coste, especialmente en transacciones internacionales (Axelrod, 2020).
- **Vacío legal:** no hay normas que regulen las criptomonedas. Este hecho contribuye a los riesgos de fraude o estafa, así como a la desprotección del consumidor.

- **Ausencia de anonimato:** actualmente es posible comprobar la identidad en un marco legal seguro en internet mediante medios de autenticación sólidos (PSD2) o firma electrónica.
- **Transparencia:** todos los usuarios tienen acceso a la información, y todas las copias son idénticas. En Bitcoin o Ethereum incluso las personas que no son parte de la red pueden consultar la información, lo que no implica que se pueda conocer al autor.
- **Inmutabilidad:** por el encadenamiento de los bloques la cadena es inalterable.
- **Irrevocabilidad:** la información no puede ser modificada o eliminada, aspecto que le dota una ventaja en términos de integridad y certificación (Lemieux, 2016).
- **Unicidad y consistencia:** el consenso es la pieza básica de la cadena de bloques.



Figura 7: En internet nadie sabe si eres un perro. Fuente: *The New Yorker*

3.1.4 El porqué de las criptomonedas

La pandemia ha agudizado las incertidumbres y deficiencias de nuestro sistema monetario actual (Hadfield, 2020). Este clima de inestabilidad económica las hizo crecer al verlas como una inversión para protegerse de la **inflación**. En el **Anexo II** se ha analizado la relación entre las tasas de inflación y el uso de las criptomonedas por países. Conforme al mismo, se ha podido refutar que altas de inflación conllevan habitualmente un alto uso de criptomonedas como mecanismo de protección.

La **desconfianza** de los ciudadanos en el sistema y sus dirigentes por la inestabilidad desde la crisis de 2008 ha sido un incentivo para un modelo descentralizado. A su vez, las altas **rentabilidades** recientes de ciertos activos han atraído numerosos inversores.

El proceso de **digitalización** también alcanza al sistema monetario, según datos del Banco de España, las retiradas en efectivo se han desplomado desde 2019.

La emisión monetaria es esencial en el control del poder, y, las monedas virtuales suponen un desafío al monopolio estatal. Ciertos países como India o Turquía decidieron prohibirlas para proteger su estatus. Sin embargo, de acuerdo con el Banco de Pagos de Basilea, el 80% de los bancos centrales están en proceso de investigación o estudio de una moneda digital, como ocurre en China con el yuan digital, o, incluso la UE anunció en el mes de julio un proyecto de euro digital.

3.2 El impacto ambiental de las criptomonedas

3.2.1 El consumo de energía

Quizás a nivel popular fue la reacción de Elon Musk, magnate y dueño de Tesla, quién puso el foco en la sostenibilidad de Bitcoin y las criptomonedas. Tras anunciar Tesla el 24 de marzo de 2021 que permitiría el pago de sus vehículos con Bitcoin, recibió una oleada de críticas porque el impacto ambiental de la criptomoneda colisionaba frontalmente con la visión sostenible de la compañía. 49 días después se desdijeron, Musk anunció que no podían mantener su propuesta porque habían entendido el impacto ambiental que tenía Bitcoin, aunque afirmó que estudian el uso de otras criptomonedas que consuman menos energía para el futuro¹⁰.

Previo al análisis, se debe tener en cuenta que las estimaciones energéticas son complejas y por ello, siempre hay una sombra de inexactitud en los cálculos.

En el estudio se empleará el **teravatio hora**¹¹ (TWh) como medida del consumo de energía. En el **Anexo III** se explican detalladamente los cálculos dados sobre energía y huella de carbono.

Según una estimación de la Universidad de Cambridge en 2020, si Bitcoin fuese un país sería el **vigésimo sexto de mayor consumo energético del mundo**. Esta afirmación es más que preocupante, por lo cual, se profundiza en diversos estudios para analizar el gasto en energía de Bitcoin, y posteriormente de otras criptomonedas de gran volumen como son Ethereum y Cardano.



Figura 8: Ranking consumo energético en 2020. Fuente: Ovacen.com (elaborado con datos oficiales del consumo energético en 2020)

¹⁰ Tuit de Elon Musk comunicando la decisión sobre Bitcoin: [Elon Musk en Twitter: "Tesla & Bitcoin https://t.co/YSSwJmVZhP" / Twitter](https://t.co/YSSwJmVZhP)

¹¹ **Teravatio hora** (Red Eléctrica de España): es una unidad de potencia se equivale a un billón de vatios – hora. Es una medida empleada en la medición de la producción energética de los países.

- **Bitcoin:**

Conforme a lo expuesto anteriormente, Bitcoin emplea un sistema de **prueba de trabajo**, de carácter competitivo y abierto donde se remunera al primer usuario en averiguar el nonce que permite cerrar un bloque. Según ha sido refutado en diversos estudios este proceso de minado es el responsable de aproximadamente el 99% de la energía que emplea la criptomoneda. Esta circunstancia se debe a dos aspectos: en primer lugar, el carácter competitivo, y, en segundo lugar, la complejidad actual del problema matemático que permite hallar el nonce. Estas dos razones desembocan en la necesidad de usar equipos muy potentes con el consecuente gasto de energía, y, además, trabajan largos periodos sin detenimiento, por lo cual deben ser refrigerados constantemente, incrementando así el consumo.

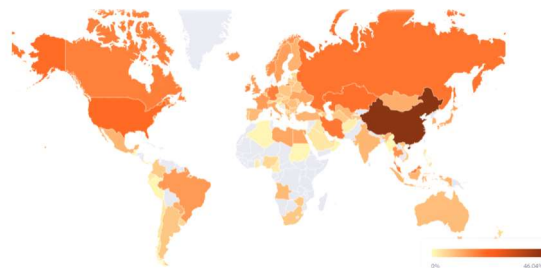


Figura 9: Mapa de minado de Bitcoin a abril de 2021. Fuente: Universidad de Cambridge

En el gráfico se observa que **China** lidera el minado mundial. ¿Pero qué motivos justifican esta realidad? La respuesta es la energía barata. Xinjiang, es una región con grandes reservas de carbón, el cual además por la situación geográfica y orográfica de la zona es muy complejo de transportar a otras regiones. Se calcula que la mitad del minado chino surge de esta región. Es pertinente precisar que China tiene una actitud muy escéptica hacia las criptomonedas, ya que el minado es muy agresivo y perjudicial para el medioambiente, por ello, muchas instituciones no lo quieren en sus territorios.

En el análisis se usan diversas fuentes para estimar de manera más precisa el consumo:

1. **Centro para Finanzas Alternativas de la Universidad de Cambridge:** emplea un sistema donde calcula el consumo con un límite inferior y otro superior de acuerdo con un precio de la electricidad introducido.

A fecha de 1 de octubre de 2021, empleando un coste energético de 0'046 USD por kWh (Blandin et Al., 2021) se obtiene un gasto de **97'97 TWh**.

2. **Galaxy Digital:** esta compañía financiera norteamericana publicó un estudio en mayo de 2021 donde cifró el consumo en **113'89 TWh**¹². Para su análisis emplean un complejo conjunto de códigos informáticos que compila diversas variables como los costes eléctricos, la demanda o la localización del minado.
3. **Digiconomist:** esta web de reconocido prestigio elabora una aproximación del consumo energético cada dos días, en lo que se denomina Bitcoin Energy Consumption Index. Para el cálculo se emplea como elementos el coste de la electricidad y el precio del Bitcoin. En octubre de 2021, y, bajo las premisas de un coste energético de 0'05 USD y un precio de 47.600 USD, estimó un consumo de **169'58 TWh**. Si acudimos al 4 mayo de 2021, periodo temporal equivalente al análisis de Galaxy Digital el coste se situaba en **110'86 TWh**, por lo que ambos estudios sitúan el consumo en puntos muy cercanos.

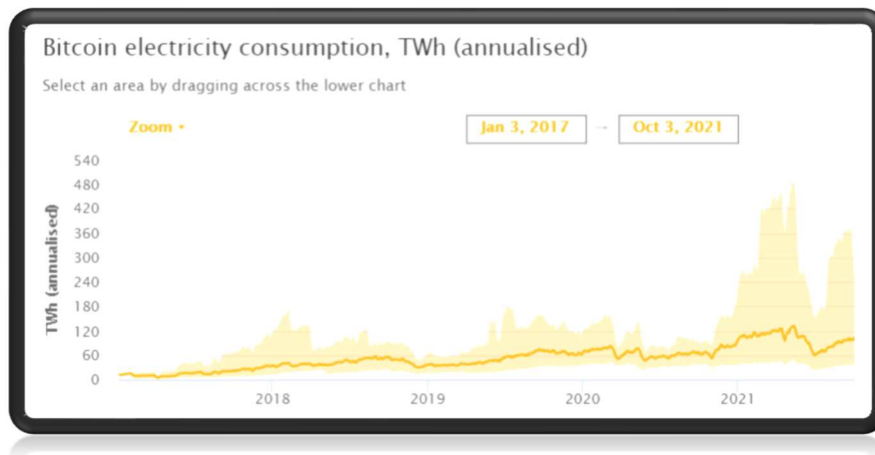


Figura 10: Consumo eléctrico Bitcoin 2017 - 2021. Fuente: Universidad de Cambridge



Figura 11: Consumo eléctrico Bitcoin 2017 – 2021 (2). Fuente: Digiconomist

¹² On Bitcoin's Energy Consumption: A Quantitative Approach to a Subjective Question

En ambos gráficos, aunque con diferentes cálculos, se puede ver la evolución al alza del coste energético de Bitcoin entre 2017 y 2021. El gasto creció conforme a dos hechos: el incremento de la popularidad de la moneda y la mayor dificultad del problema matemático. Estas circunstancias, no hacen ser muy positivo respecto del consumo futuro de Bitcoin, ya que es previsible que la popularidad siga al alza y es una certeza que extraer el siguiente Bitcoin es cada vez más difícil a nivel matemático y por ende, consume más recursos.

Estos datos son preocupantes, pero ¿qué ocurre si lo confrontamos con el gasto energético de la minería del oro? En numerosas ocasiones, se ha realizado un paralelismo entre Bitcoin y el valioso metal, denominando a la criptomoneda como el “oro digital”. El director de crecimiento de la exchange Kraken, **Dan Held**, buscaba resolver esta cuestión, y, cifró el consumo del minado de oro en 138’89 TWh.¹³ Desde la perspectiva de la Universidad de Cambridge, el gasto ascendía a 131 TWh.

- **Ethereum:**

Para la comparativa con el consumo de Bitcoin con otras criptomonedas es necesario acudir al **gasto por transacción**, ya que los estudios relativos al consumo anual de otras monedas virtuales son escasos y poco precisos. Según datos de TRG Datacenters, Bitcoin emplea **7,07 x 10⁻⁷ TWh** en cada una de sus transacciones.

1. **TRG Datacenters:** según la estimación de esta web de análisis estadísticos, en mayo de 2021 Ethereum consumía **0’6256 x 10⁻⁷ TWh** por operación.
2. **Digiconomist:** su cálculo de consumo por transacción en mayo de 2021 se elevaba hasta un gasto de **0’9799 x 10⁻⁷ TWh**.

En agosto de 2021, Ethereum, la segunda mayor moneda del mercado, introdujo una modificación en su sistema de minado con el objetivo de reducir su impacto ambiental. El llamado **Ethereum 2.0** ha pasado del método de prueba de trabajo a la prueba de participación, con una reducción del consumo energético que las diferentes aproximaciones citan en el 99%. De acuerdo con el estudio *Energy Footprint of Blockchain Consensus Mechanisms Beyond Proof-of-Work*, realizado en 2021 por la University London College, cifran el consumo máximo de Ethereum 2.0 en **0’005571 x 10⁻⁷ TWh**, conforme a proyecciones que definen como poco optimistas.

¹³ [El análisis de Dan Held en Twitter](#)

- **Cardano:**

Creada en 2017 por Charles Hoskinson, uno de los desarrolladores de Ethereum con el objetivo de idear una moneda muy potente pero lo más sostenible posible. El caso de esta criptomoneda es muy interesante, se trata una moneda de gran volumen, la quinta mayor del mercado, con una gran capacidad operativa ya que permite aplicaciones como los contratos inteligentes, y muy potente en términos operativos ya que es capaz de realizar 1.000 transacciones por segundo (Bitcoin, por ejemplo, puede realizar solo 7). Como Ethereum 2.0, emplea un sistema de prueba de participación.

1. **TRG Datacenters:** de acuerdo con su estudio de mayo de 2021, le otorgan a Cardano un consumo por transacción de $0,005479 \times 10^{-7}$ TWh.
2. **University London College:** en el mismo estudio que anteriormente se citaba, estimaba el consumo máximo de Cardano en $0,00378 \times 10^{-7}$ TWh por transacción.

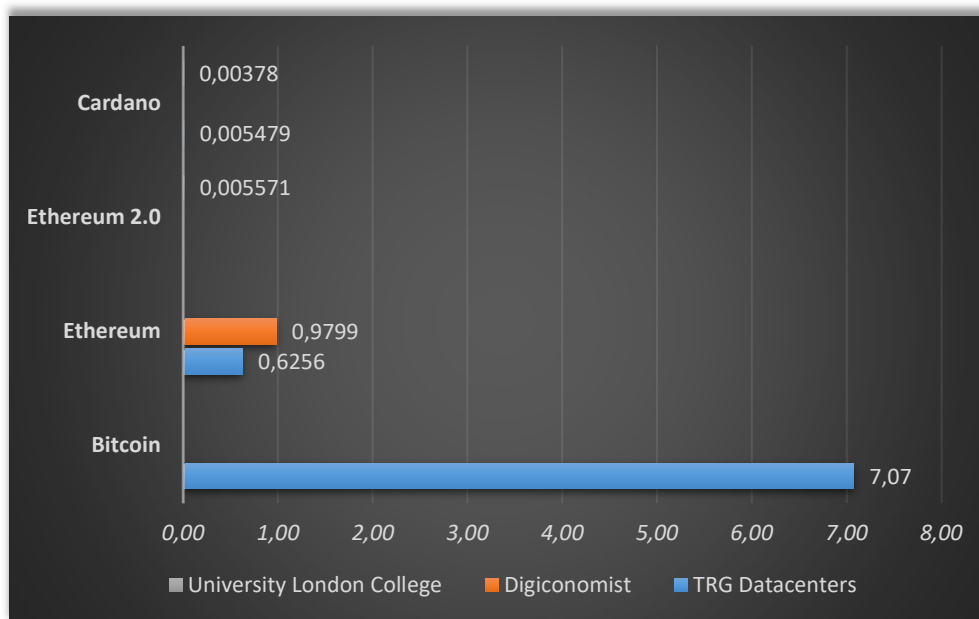


Figura 12: Comparativa del consumo energético por transacción entre criptomonedas en TWh. x 10⁻⁷. Fuente: TRG Datacenters, Digiconomist y University London College. Elaboración propia

3.2.2 La huella de carbono

El cálculo de la huella de carbono es de una complejidad elevada porque depende del tipo de energía empleado. Para el hallazgo de los datos, se emplea la **calculadora de emisiones de CO2 facilitada en la web del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico**. Ver Anexo III.

- **Bitcoin:**

Conforme a los datos anteriores de consumo por transacción, Bitcoin con un consumo de $7,07 \times 10^{-7}$ TWh. genera **247'5 kg. de CO2**. En estimaciones actualizadas a 1 de octubre de 2021, Digiconomist cifra en $18,49 \times 10^{-7}$ TWh el consumo energético por operación de Bitcoin, lo que equivaldría a una huella de carbono de **878'56 kg. de CO2**.

Situando estas cifras en términos anuales, con los datos actualizados de Digiconomist, el consumo anual estimado se sitúa en $169'58$ TWh. y la correspondiente huella de CO2 en **80'55 millones de toneladas anuales**. Para valorar estas estimaciones, se recuerda que en 2018 se emitieron aproximadamente 3.404 millones de toneladas de CO2, por tanto, hubiese representado un 2'36% de las emisiones mundiales en 2018. En 2050, se pretende lograr una emisión de CO2 de 970 millones de toneladas, por lo que solo Bitcoin representaría un 8'3% de las emisiones mundiales objetivas.

- **Ethereum:**

Regresando a los datos de consumo por transacción, es posible estimar que Ethereum bajo un consumo de $0'6256 \times 10^{-7}$ TWh. genera **21'7 kg. de CO2**. En estimaciones actualizadas de Digiconomist, con $1,8 \times 10^{-7}$ TWh por transacción, la huella de carbono equivaldría a **85'86 kg. de CO2**. Sin embargo, gracias a Ethereum 2.0, según la estimación del University London College con un gasto energético por operación de $0'005571 \times 10^{-7}$ TWh la emisión de CO2 se situaría en **0,2 kilos**.

- **Cardano:**

Si se estima el coste por operación aproximado por la University London College, $0'00378 \times 10^{-7}$ TWh, la huella de carbono asciende a **0'1 kilos de CO2**. Mientras que si se elige el consumo estimado por TRG Datacenters, $0'005479 \times 10^{-7}$ TWh por transacción, la emisión de CO2 asciende a **0'2 kilos**.



Figura 13: Comparación de la huella de carbono. Fuente: TRG Datacenters. Elaboración propia

El sector de las criptomonedas también avanza hacia la sostenibilidad. En este contexto, e inspirado en los Acuerdos de París, se alcanzó en 2021 el **Acuerdo Cripto Climático**. El pacto tiene como principales fines: conseguir que todas las cadenas de bloques funcionen con energía renovable en 2025¹⁴, desarrollar un estándar contable para medir las emisiones de las criptomonedas y lograr la neutralidad de emisiones en 2040¹⁵.

Expertos de la ONU consideran que las criptomonedas y el blockchain tendrán un papel relevante en el desarrollo sostenible. Es obvio que si solo actúa como activo de inversión su consumo energético y sus emisiones de carbono son desmedidas. Sea como fuere, el mix energético tiene que seguir el mismo proceso que en el resto de las industrias, con energías menos emisoras de carbono para poder cumplir los objetivos del Acuerdo de París. Su desarrollo es incipiente, pero como se ha observado no todas las criptomonedas son tan perjudiciales como Bitcoin, por lo cual será vital seguir un camino donde innovar en las estructuras tecnológicas para alcanzar consumos razonables sea la prioridad, y, alcanzar la eficiencia sostenible de las monedas digitales.

3.3 La tecnología blockchain y sus aplicaciones sostenibles

El **desarrollo tecnológico** es el elemento que ha permitido la evolución de la humanidad, desde la invención de la rueda, hasta internet y la interconexión del S. XXI.

La tecnología blockchain trasciende de lo económico y tiene el potencial de cambiar la sociedad actual, con multitud de usos no financieros aún no desarrollados. Se quedó en segundo plano lo principal. El cambio realmente disruptivo e históricamente diferencial es la tecnología y no la moneda (Duivesteyn y Savalle, 2014)

El blockchain debería ser la tecnología principal de la denominada Cuarta Revolución Industrial¹⁶. Sus características de trazabilidad, seguridad y operabilidad cambiarán nuestros modelos económicos, jurídicos y sociales. El blockchain junto al big data, la nanotecnología, la impresión 3D, la inteligencia artificial o el internet de las cosas, transformarán la realidad de las futuras generaciones (Bilbao, 2019).

¹⁴ Un estudio de la Universidad del Centro de Finanzas Alternativas de Cambridge con grupos anónimos de mineros estimó en un **39% la energía renovable empleada a septiembre de 2020**.

¹⁵ Una opción interesante para reducir las emisiones es el **gas natural quidado**. Se trata de un subproducto que se obtiene en la extracción petrolífera y normalmente se desecha por la situación aislada de las plantas de petróleo. Se calcula que solo en Estados Unidos y Canadá habría gas natural quemado para alimentar toda la red Bitcoin (Carter, 2021).

¹⁶ Término acuñado en 2016 por el presidente ejecutivo del Foro Económico Mundial, Klaus Schwab

La implementación de esta tecnología supondría explotar todas las opciones que nos posibilita internet, pasando del internet de la información al **internet del valor**, lo que comportaría un gran salto en aras de la sostenibilidad. Con todo ello, se configuraría un nuevo orden económico, la **economía digital y sostenible** (Pastor, 2020), donde además del propio acuerdo social a la forma de Hegel se dispondrían de herramientas tecnológicas con las que afrontar la crisis planetaria.

3.3.1 El futuro jurídico: los smart contracts (“contratos inteligentes”)

Según Giaccaglia, “el **smart contract** permite la transferencia de derechos sobre la base de un algoritmo, según la estructura if this - then that” (“*si esto - entonces eso*”). Esta definición nos indica el carácter autoejecutable de los contratos inteligentes, es decir, que se ejecuta de manera automática sin importar la voluntad de las partes. If this then that, si se cumplen las cláusulas del contrato se ejecuta el objeto de este.

No se trata de un nuevo tipo de contrato, sino de nueva forma de instrumentación siempre que reúna los requisitos del artículo 1261 del Código Civil: consentimiento, objeto y causa (Porxas y Conejero, 2018).

Los contratos inteligentes se graban sobre una cadena de bloques, lo que le otorga las características propias de transparencia, inmutabilidad e irrevocabilidad, siendo posible cumplir los pagos mediante criptomonedas y ejecutándose de manera imparcial gracias a blockchain (Stark, 2016; Legerén Molina, 2019).

Las características que la cadena de bloques otorga a los contratos inteligentes serán esenciales en la consecución de un modelo económico transparente y accountable. Su carácter **inmutable** evitará las posibles manipulaciones de las empresas en el impacto ambiental, así como, el carácter automatizado del contenido de los contratos podrá ser utilizado para informar a las instituciones y a los grupos de interés de las circunstancias vinculadas con la sostenibilidad.

3.3.2 La gestión de la energía y del agua mediante blockchain

El Pacto Verde Europeo reconoce la necesidad de infraestructuras inteligentes para poder alcanzar los objetivos propuestos.

El Acuerdo de París estableció que se debe reducir la emisión de gases de efecto invernadero y la tecnología blockchain puede tener un papel relevante mediante la medición, el registro y la interpretación del **consumo energético**. En una ficticia cadena de bloques sobre energía podría detallarse el tipo de energía, la fuente, el destino o la cantidad.

Una solución técnica interesante será el **uso conjunto de microgrids¹⁷ y blockchain** (Bilbao, 2019). Un control preciso mediante cadena de bloques permitirá almacenar, comerciar, prever y gestionar con eficiencia las demandas energéticas, mediante un control en tiempo real de los procesos, los recursos y las demandas.

En términos relativos al control de **agua**, la tecnología de bloques permite procesar la información que los medidores inteligentes pueden monitorizar, bien sea en viviendas, o, en empresas. Estas herramientas ayudarán a gestionar los recursos del suministro en función de las necesidades, así como establecerán un control preciso sobre aspectos como calidad, presión, cantidad, temperatura o posibles fugas.

3.3.3 El blockchain y sus usos en la economía circular

Es necesario precisar que para poder efectuar eficientemente un modelo circular las compañías deben disponer de una tecnología que permita rastrear y almacenar datos fiables sobre sus procesos y productos, así como de un procesado automático de los mismos que facilite la gestión y toma de decisiones.

Blockchain, es la herramienta tecnológica habilitadora que nos va a permitir desarrollar las diferentes aplicaciones para poder implementar un modelo económico donde la fiabilidad, celeridad y automatización de los datos sea una característica esencial.

La cadena de bloques permite digitalizar esta información sobre los productos, sus características y su cadena de suministro, desde la procedencia hasta la venta, con la dificultad que naturaleza global del modelo de suministros actual comporta. Se almacenará de forma inmutable, y, gracias a la trazabilidad es posible su transferencia de forma segura hacia aquellos grupos de interés pertinentes. Los consumidores podrán tomar decisiones de compra informadas en términos de circularidad y sostenibilidad, los inversores podrán disponer de la información necesaria que justifica las actuaciones ambientales, y, las instituciones podrán observar el cumplimiento legal.

¹⁷ **Microgrids** (Falante, 2018): “Red eléctrica distribuida compuesta por pequeñas y diversas fuentes de energía que operan en paralelo o de forma autónoma con respecto a la red principal.

Los consumidores deben recuperar la confianza en las compañías. Hoy en día, vivimos en una carrera empresarial por ver quién es más ecológico, incluso aunque para ello se deba manipular la realidad convirtiéndola en una suerte de posverdad ambiental con tal de obtener réditos económicos. El **greenwashing** puede ser definido como “el intento de una empresa de hacer que sus productos parezcan ecológicos cuando en realidad no lo son” (IEBS School, 2019). Según la Comisión Europea, tras un estudio en webs de moda, belleza o enseres domésticos¹⁸, el 50% de las afirmaciones ecológicas de las webs analizadas carecen de fundamento. La tecnología blockchain funcionará como mecanismo de **verificación**, garantizará la autenticidad de las prácticas y características ambientales y de su cadena de suministro.

El desarrollo del proyecto de **pasaporte digital** de los productos será una realidad plausible gracias a esta herramienta tecnológica.

En el camino hacia la circularidad será imprescindible esta tecnología. La inmutabilidad ayudará al cumplimiento normativo, la transparencia en los datos y los smart contracts con su carácter autoejecutable, permitirán automatizar el impacto ambiental de cada operación (Yildzbasi, 2021).

3.3.4 El blockchain como camino a una implementación eficiente de la contabilidad ambiental y la accountability

La contabilidad se define como “la ciencia económica que atiende a la información explicativa, predictiva y de control, de la medida y agregación del valor de la riqueza y de la renta generada en el intercambio de los sujetos privados” (Ibáñez, 2010).

La **contabilidad ambiental** nace en 1981 de la mano del economista Peter Wood. Esta rama contable se ha desarrollado mucho en la última década, junto al aumento de la preocupación social por el medioambiente (Araújo et Al., 2019). Tanc y Gokoglan (2015) definen la contabilidad ambiental como “una combinación de prácticas contables utilizadas en el estudio de las relaciones mutuas entre los contables y la ecología, el conocimiento de la información de los costes relacionados con el medioambiente y asignados a los productos y procesos”.

La contabilidad ya no solo piensa en números económicos, también incluye el bienestar social y eso incluye la sostenibilidad ambiental.

¹⁸ *Screening of websites for “greenwashing”: half of green claims lack evidence*

La contabilidad es un facilitador de gestión, nos permite disponer de información útil en la toma de decisiones. Hay que trabajar en acercar las normas contables clásicas a la contabilidad ambiental, estructurando criterios y normas de medición, ya que la impresión normativa provoca incumplimientos (Senn y Giordano, 2020).

La tecnología blockchain con su **inmutabilidad y trazabilidad** permitirá registrar de forma automatizada en las contabilidades los aspectos ambientales. Encontramos dos ventajas sustanciales: un incremento total en términos de precisión y fiabilidad, así como una reducción del coste de registro, sea cual sea el tamaño de la empresa.

Este sistema nos posibilitaría asociar malas actuaciones ambientales a los agentes que lo provocan, lo que nos ayudaría a repartir de mejor forma las responsabilidades tanto operativas como económicas, haciendo responsables a los culpables conforme al principio comunitario quién contamina paga. De la misma forma, cabría recomendar medidas fiscales incentivadoras a las sociedades sostenibles (Silva y Pozzetti, 2019).

Un ejemplo de este sistema blockchain puede ser la denominada **Ethereum Virtual Machine (EVM)**. Se trata de una plataforma de que actúa como libro mayor descentralizado de transacciones para la ejecución de contratos inteligentes con la criptomoneda Ethereum. Sin embargo, se debe desarrollar una plataforma descentralizada de código abierto que no se circunscriba únicamente a una criptomoneda o un sistema criptográfico, pero que permita almacenar datos fiables, verificables e inmutables, conectando sujetos que no se conocen o no necesariamente confían entre sí. (Neisse et Al., 2019). Mediante un acuerdo institucional se podría instaurar una obligación de uso de estos sistemas a nivel global, lo cual conllevaría todas las ventajas antes citadas en aras de la sostenibilidad.

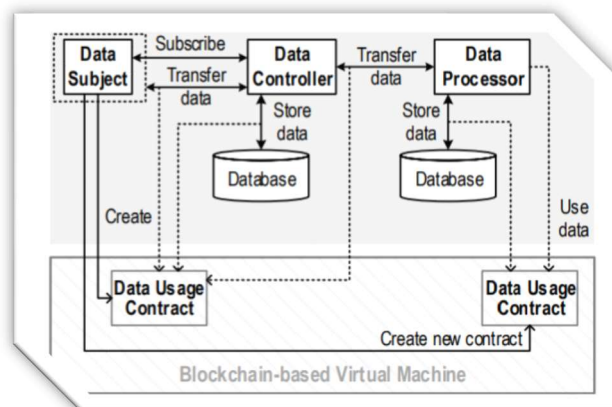


Figura 13: Esquema sistema blockchain contable. Fuente: Neisse et Al., 2019

En términos públicos la aplicación de métodos de contabilidad ambiental junto a la cadena de bloques es quizás incluso más relevante que en el sector privado. Una medición adecuada de los recursos de los territorios nos permitirá controlar lo consumido para no arriesgar el capital natural del futuro. Las consecuencias de un método clásico de contabilidad pública llevan décadas acumulándose, porque al no reconocer los recursos naturales como activos finitos, solo se registran las consecuencias económicas que provoca su uso, pero no el verdadero impacto que tiene la pérdida del capital natural.

Gracias a la cadena de bloques la accountability pasaría a ser una realidad. El registro de los datos bajo cualidades de transparencia, inmutabilidad y fiabilidad permitiría llevar al plano real la teoría académica, y, con la medicación ambiental podría permitir a los grupos de interés observar las acciones empresariales y sus consecuencias, así como seguir la evolución de los objetivos propuestos (Bernal y Santos, 2018).

Para iniciar un sistema contable ambiental se requerirá el compromiso de los agentes y unas políticas firmes que antepongan la sostenibilidad frente a intereses económicos. La sostenibilidad solo será posible siempre que se comience a considerar el beneficio económico contraponiendo los daños ambientales. Siempre se ha desconocido cuánto vale un bosque, un árbol o un monte, el PIB como medidor de la riqueza de los países no recoge el valor de los recursos naturales, y este modelo no ha llevado a no ser conscientes del terrible daño ambiental realizado, porque lo que no se comunica no existe.

La solución pasa por la aplicación de la tecnología blockchain aplicada a la contabilidad ambiental junto con los criterios de accountability, tanto en el ámbito privado como en el ámbito público, lo cual nos hará disponer de información fiable para la consecución de los objetivos ambientales propuestos.

4. Estudio de sostenibilidad y accountability en una muestra de empresas aragonesas

Kant consideraba que una norma es justa cuando capaz de superar el escrutinio público. Una de las adaptaciones recientes de este discurso fue realizada por P. Ulrich en 1987 y describía la empresa ética en los siguientes términos: “Una empresa podría considerarse ética cuando las decisiones, acciones y políticas que adopta, así como las consecuencias y efectos de las mismas respecto a los intereses en juego, pudieran ser aceptados por todos los implicados.”

Conforme a lo antes expuesto en el presente trabajo, es posible afirmar que la situación ambiental planetaria es preocupante y por ello, la comunicación de la información sobre medioambiente y sostenibilidad es notoriamente relevante, para poder analizar que se hace y como mejorarlo.

En términos legales, la Unión Europea reconocía mediante la *Directiva 2014 / 95* la obligación de desarrollar memorias de información no financiera a las empresas que cumpliesen por dos ejercicios consecutivos dos de estas tres circunstancias:

- Tener un activo superior a 20 millones de euros.
- Poseer una cifra de negocio superior a 40 millones de euros.
- Contar con un número medio de trabajadores durante el ejercicio superior a 500 empleados.

En España, esta directiva se traspuso mediante la *Ley de Información No Financiera 11 / 2018*. Desde el 1 de enero de 2021, en España se modificó el criterio de los trabajadores y se redujo a 250 el número medio de empleados.

El **Estado de Información no Financiera** puede definirse como un informe gestión de la empresa o grupo que pretende medir el impacto de las compañías en materias como las cuestiones medioambientales, información sobre personal, derechos humanos o riesgos (Morante Asesores, 2021). La información debe ser verificada por un prestador independiente (García et Al., 2019).

La información no financiera ha evolucionado notablemente en los últimos años, especialmente, en aquellas empresas de mayor tamaño con el objetivo de mostrar a sus grupos de interés sus buenas actuaciones. En lo relativo a nuestro trabajo, ya sabemos la importancia de esta información para valorar una empresa más allá de las actuaciones económicas, en nuestro caso, el foco está en la sostenibilidad y el medioambiente.

En cuestiones ambientales el informe debe incluir información sobre los efectos actuales y potenciales de sus actuaciones empresariales sobre el medioambiente, el uso de energía renovable o no renovable, sus emisiones de gases efecto invernadero, su consumo de agua y contaminación (Salido et Al., 2018). Según algunos estudios suele ser la materia donde mayor calidad tiene la información aportada (Observatorio de Responsabilidad Corporativa, 2019).

Para las compañías elaborar un buen informe no financiero conlleva beneficios: genera confianza en los grupos de interés, proporciona información global sobre la organización, genera útil información para la toma de decisiones y actúa como acicate en el crecimiento de la organización (AENOR, 2019).

4.1 Objetivos

Para que una empresa pueda ser considerada sostenible debe actuar de manera responsable, dinamizar acciones que apoyen a la sociedad, comprometer con la sostenibilidad desde el nivel más elevado, publicar informes anuales de logros e implicar a las comunidades locales en sus acciones (ONU, 2015).

El objetivo de este análisis es valorar la realidad de la sostenibilidad ambiental en el plano real, observando aquello que se hace bien y las carencias a solucionar.

4.2 Metodología

Se analizan las memorias de sostenibilidad del año 2020 de 3 empresas.

Se ha seleccionado una muestra de 3 compañías bajo los siguientes criterios:

- Empresas que estén obligadas por la ley a presentar memorias de sostenibilidad
- Empresas con origen aragonés
- Empresas reconocibles socialmente
- Empresas que presentasen memoria de sostenibilidad en 2019

Conforme a estos criterios las compañías seleccionados son: **Grupo Ágora (Ámbar), Panishop y BSH España.**

Vamos a valorar 8 aspectos dentro de las informaciones facilitan por las empresas:

1. **Efectos sobre el medioambiente:** se valora como los procesos de la compañía influyen en el medioambiente.
2. **Consumo de materias primas:** el desglose del consumo por materias y el reciclaje o reutilización de los residuos generados.
3. **Procesos de economía circular:** si existe algún proceso de circularidad dentro de las empresas.
4. **Uso de energía de energía:** se analiza el consumo energético y su evolución, así como el uso de las renovables.
5. **Emisiones de gases de efecto invernadero y huella de carbono:** se evalúa el nivel de las emisiones y la huella de carbono asociada.
6. **Uso del agua:** cantidades empleadas y vertido posterior.
7. **Sostenibilidad:** integración de medidas ambientales concretas relacionados con el impacto climático, en la biodiversidad...
8. **Los criterios del modelo GRI¹⁹:** para valorar la calidad de las memorias se atenderá a los siguientes criterios desarrollados por el Modelo GRI.

Equilibrio	Debe reflejar aspectos tanto positivos como negativos
Comparabilidad	Debe comparar con años anteriores de la propia empresa y con otras empresas
Precisión	La información debe ser lo suficientemente exacta para ser valorada.
Puntualidad	La memoria se debe presentar en su plazo legal
Claridad	La información debe ser entendible para los grupos de interés
Fiabilidad	La información recogida debe ser veraz

Figura 14: Principios del modelo GRI. Fuente: Neisse et Al., 2019. Elaboración propia.

¹⁹ Modelo creado en 1997 por CERES y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Tiene por objetivo establecer un marco legal en lo relativo a los estados que informan sobre sostenibilidad bajo un estándar de valoración.

4.3 Análisis

Entre paréntesis se apunta la página del informe relativa a la información aportada.

- **Grupo Agora:**

Grupo Agora es una corporación de empresas totalmente independiente y 100% familiar, fruto de 160 años de experiencia cervecera. Ámbar es la principal marca del grupo, aunque cuenta con otras como la cerveza Moritz en Cataluña o el agua Lunares.

1. **Efectos sobre el medioambiente:** describen varios procesos en los cuales realizan actividades destinadas a minimizar su impacto ambiental: cuentan con un sistema de aspiración de polvo para evitar la contaminación de partículas al ambiente, usan agua caliente recuperada en su proceso de producción del mosto, reutilizan el CO2 generado en la fermentación para procesos de presurización, y, emplean camiones híbridos desde 2016 (P.7 - P.8)
2. **Consumo de materias primas:** el consumo de cereales se ha reducido debido a una menor producción por la crisis pandémica y el cierre de la hostelería (P.11) Las botellas y latas subieron debido a un mayor consumo en cadenas de alimentación (P.11). Sus residuos han disminuido durante 2020 (P.15)

Residuo	Toneladas 2019	Toneladas 2020
Vidrio	372	191
Plástico	50	34
Cartón	44	55
Bagazo	18.010	13.149
Levadura	2.507	1.942
Chatarra	89	60

Figura 15: Residuos Grupo Agora. Fuente: Estado de Información No Financiera 2020

3. **Procesos de economía circular:** el bagazo de cerveza, un subproducto generado en la producción de mosto se destina al alimento de ganado (P.7) También, emplean una importante cantidades de envases retornables (P.8)
4. **Uso de energía de energía:** en la siguiente tabla describe su consumo energético comparando 2019 con 2020 (P.10)

Energía	Consumo 2019(Gj)	Consumo 2020(Gj)
Eléctrica	56.529	48.647
Gas Natural	101.803	78.472
Gasoil	32.799	20.734
Total	191.131	147.493

Figura 16: Consumo energético Grupo Agora. Fuente: Estado de Información No Financiera 2020

En el informe achacan el menor consumo a la situación pandémica y la consecuente menor producción por los cierres que afectaron a la hostelería durante el año. Se afirma que no trabajan con fuentes renovables, aunque aspiran en los próximos 5 años a integrar algún porcentaje en los mismos.

5. **Emisiones de gases de efecto invernadero y huella de carbono:** establecen como objetivo estratégico ser neutrales en emisiones de carbono en el largo plazo (P.13). Sus emisiones se han reducido aproximadamente un 25% en 2020, sin embargo, es difícil estimar que porcentaje se debe al descenso de la producción y que porcentaje a la mejora operativa.
6. **Uso del agua:** mediante un sistema específico de tratamiento del agua eliminan la emisión de contaminantes al medio (P.8) Su consumo se ha mantenido similar a 2019.
7. **Sostenibilidad:** el grupo Agora afirma integrar los Objetivos de Desarrollo Sostenible como base de su actividad (P.6) y marca la biodiversidad como valor estratégico (P.16)
8. **Los criterios del modelo GRI:** la compañía muestra un buen equilibrio, comparabilidad y precisión en los datos presentados. Está presentada en tiempo, es sencilla y los datos parecen fiables, aunque falta desarrollo en ciertos apartados.

- **Panishop:**

Desde 1902 la familia Rébola ha conservado su tradición panadera hasta nuestros días.

1. **Efectos sobre el medioambiente:** no hay referencias expresas de cómo sus procesos afectan ambientalmente.
2. **Consumo de materias primas:** trabajan en reducir al máximo su consumo de plástico, con un descenso no especificado numéricamente entre 2019 y 2020, siendo el papel y el cartón el principal embalaje empleado, aunque gran parte del mismo se afirma que es reciclado (P. 60 y 61). Entregan los residuos a un gestor autorizado externo (P.66 y 67)
3. **Procesos de economía circular:** no hay referencia alguna a la circularidad.
4. **Uso de energía:** el consumo energético se ha incrementado en 2020, aunque el informe no cifra los datos y en los gráficos tampoco son detallados (P.62)

Afirman estar comprometidos con la reducción del consumo energético para el futuro y pretenden mejorarlo adquiriendo equipos más eficientes, empleando luminarias de bajo consumo o apagando los hornos mediante programación (P.63)

5. **Emisiones de gases de efecto invernadero y huella de carbono:** no tienen referencias de las emisiones de gases de efecto invernadero (P.65). Esta referencia será introducida para el año que viene.
6. **Uso del agua:** el consumo se ha reducido este año. Utilizan agua potable para su producción y al no contener productos peligrosos no hay filtrado previo al vertido (P.64)
7. **Sostenibilidad:** sus actividades son realizadas en entornos industriales y no conllevan impacto en la biodiversidad (P.65)
8. **Los criterios del modelo GRI:** la memoria de esta compañía esta presentada en el plazo correspondiente. Su mayor debe es la falta de precisión en los datos, lo cual dificulta la comparabilidad y la comprensión. El equilibrio y fiabilidad son razonables. Es una memoria bastante deficiente en lo relativo a la información aportada, tiene mucho margen de mejora.

- **BSH España:**

Fundada en 1967, BSH España lidera el mercado nacional de electrodomésticos y fabrica en sus 5 plantas de Aragón, Cantabria y Navarra.

1. **Efectos sobre el medioambiente:** para esta compañía uno de sus fines principales es diseñar productos altamente eficientes con el medioambiente (P.41) En cumplimiento de los requisitos de ISO 14001, evalúan anualmente los impactos ambientales de cada una de sus fábricas (P.99)
2. **Consumo de materias primas:** desde 2010 BSH trabaja en la mejora de la eficiencia en el uso de los recursos (P.95) Mediante una estrategia para el periodo entre 2010 y 2015, y otra entre 2016 y 2018, obtuvieron una reducción del consumo energético del 54,25%, un ahorro en agua equivalente el 50% y una disminución de residuos del 37'75%, superando los objetivos propuestos.
3. **Procesos de economía circular:** en 2020 el grupo BSH ha aprobado una nueva estrategia de economía circular teniendo en cuenta aspectos como la reparabilidad de sus aparatos, el reciclaje y nuevos modelos de negocio destinados a aprovechar los residuos (P.61).
4. **Uso de energía de energía:** en 2020, logró ahorrar un total de 2.005.904 kWh. gracias a sus innovaciones en los procesos y maquinaria (P.96)

5. **Emisiones de gases de efecto invernadero y huella de carbono:** la huella de carbono de BSH España en 2020 correspondiente fue de 7.696,41 toneladas de CO₂, un 15% inferior a las emisiones del año anterior (*Página Web*) Desde 2020, BSH ha sido neutra en emisiones de CO₂ mediante operaciones de compensación (*P.93*)
6. **Uso del agua:** los procesos de esta compañía están diseñados para reutilizar el agua en su funcionamiento habitual (*P.98*)
7. **Sostenibilidad:** BSH desarrolla su plan estratégico con una total alineación a los objetivos de desarrollo sostenible (*P.28*)
8. **Los criterios del modelo GRI:** es una memoria que cumple la totalidad de los criterios del modelo, quizás necesita un mayor detalle en algunos datos de consumos.

4.4 Resultados y recomendaciones de mejora

Las memorias de sostenibilidad arrojan una visión ambiental positiva de las tres compañías analizadas, aunque la memoria de Panishop tiene una laguna evidente en lo relativo a la precisión de los datos, lo cual complica todo el análisis ambiental. Los otros dos modelos son correctos y están bien detallados, aunque sería recomendable una mayor profundización y detalle de ciertos datos.

Conforme a estas circunstancias, pese a que la evolución de las compañías es positiva y cada vez la información aportada es mayor, cabría proponer el desarrollo de unos estándares más definidos y una mayor exigencia en el cumplimiento de la información aportada.

La implementación de la cadena de bloques permitiría eliminar la verificación por parte de un agente independiente. Esta circunstancia, es relevante especialmente en términos de costes económicos para las pequeñas y medianas empresas, además que realmente no sería pertinente este proceso ya que la propia tecnología de la cadena de bloques actúa como mecanismo de verificación, otorgando a los datos aportados el valor y la fiabilidad necesarios.

Es una realidad palpable, que estos modelos siempre dejan ciertas reticencias sobre su precisión y fiabilidad, y, en acuerdo con lo analizado anteriormente, la tecnología blockchain nos permitiría alcanzar un grado de transparencia, precisión y fiabilidad casi perfecto debido a sus características de trazabilidad, inmutabilidad e irrevocabilidad.

5. Principales resultados y conclusiones

Decía Stern, que la crisis climática es el mayor fracaso de la historia de la humanidad, por ello, y en atención a todo lo desarrollado en el trabajo, se ha logrado el objetivo de comprender la gravedad de la realidad climática, como las acciones realizadas hasta el momento no son suficientes, y somos conscientes que se debe cambiar el modelo económico vigente, donde blockchain deberá ser la herramienta tecnológica que nos posibilite aplicar de forma eficiente este cambio de paradigma económico – social.

No se aboga por un retroceso que nos lleve a vivir como Amish, pero si debemos ser conscientes de que un crecimiento económico continuado a través de un gasto irracional de recursos es inviable en largo plazo.

Desde la perspectiva del economista indio Amartya Sen, el objetivo económico de una sociedad debe ser **maximizar el beneficio pero de forma racional**. Si aplicamos esta teoría, hay que buscar el máximo beneficio de las empresas, con la aportación a la sociedad que implica vía impuestos y empleo, no obstante, hacerlo de forma racional conlleva una protección ambiental acorde.

Ha llegado la hora de la verdad, de acelerar la transición, lo que tengamos mañana será consecuencia de lo que hagamos hoy, las acciones medioambientales tardan en surgir efecto, y, por tanto, para revertir el statu quo es vital una **acción urgente y sin vacilaciones**, con la proactividad institucional por bandera.

Limitar el consumo de energía, reducir la huella de carbono, cuidar los recursos naturales y proteger la biodiversidad, son deberes que no se pueden aplazar, o puede que cuando nos queramos actuar las graves consecuencias ya sean irreversibles.

Es un idealismo carente de raciocinio pretender extinguir los problemas ambientales en un breve espacio temporal, pero con una conciencia global y herramientas tecnológicas como el blockchain podemos aplicar soluciones, aunque solo mediante el acuerdo social y una voluntad inquebrantable de instituciones públicas, empresas y ciudadanos será posible la victoria en esta batalla en pos de la sostenibilidad.

La Tierra es nuestra Madre, nuestra Vida y nuestra Libertad – Sabiduría Guaraní.

Anexo I – Estudio de la relación entre la productividad material y el crecimiento económico

- **Objetivos:**

El modelo económico lineal siempre ha asociado la explotación de los recursos con el crecimiento económico. La economía circular plantea que se puede disociar el crecimiento de la explotación del capital natural.

El objetivo de este breve estudio es hacer un análisis del consumo de recursos en España y el crecimiento económico, buscando demostrar que no es necesario en la economía actual un mayor consumo de recursos para obtener un mejor resultado económico.

- **Metodología:**

Se emplean datos del Instituto Nacional de Estadística (INE).

La serie temporal corresponderá a los años 2008 a 2019.

El marco territorial será España.

Se desarrollan de forma individual el consumo interno de España y sus pormenores, para posteriormente relacionarlo con el crecimiento económico y tratar de ver la relación entre ambas variables.

Fuentes:

- **Datos relativos a consumo interno:**

[INEbase / Agricultura y medio ambiente /Cuentas ambientales /Cuenta de flujos de materiales / Últimos datos](#)

- **Datos relativos a crecimiento económico:**

[Sección prensa / Producto Interior Bruto \(PIB\) \(ine.es\)](#)

- **Desarrollo:**

Los datos empleados sobre el consumo interno están recogidos en la **cuenta de flujos de materiales**: “Muestra los inputs físicos de materiales que entran en el sistema económico nacional y los outputs a otras economías o al medio natural en unidades físicas (toneladas). Esta cuenta permite obtener un conjunto de indicadores agregados del uso de recursos naturales, de los que se pueden derivar indicadores sobre la productividad de los recursos (eficiencia) en relación con el PIB y otros indicadores económicos y de empleo, así como indicadores de intensidad de materiales de los estilos de vida, considerando el tamaño de la población y otros indicadores demográficos”.

A continuación se presenta el consumo material interno en miles de toneladas:

Año	Valor
2008	811.939'80
2009	662.726'5
2010	588.651
2011	519.335
2012	413.268'6
2013	388.022'2
2014	391.953'1
2015	409.748'4
2016	399.930'3
2017	408.852'3
2018	439.080'1
2019	426.115'5
Evolución 2008 - 2019	-47'52%

Consumo material interno 2008 – 2019 España. Fuente: INE. Elaboración propia.

Los datos muestran como el consumo de materiales se ha reducido a casi la mitad desde 2008. Hay una evolución muy decreciente hasta 2012, y desde entonces se estabiliza. En contra de lo que puede parecer, los últimos años no ha habido evolución respecto del consumo de recursos en nuestro país.

En la siguiente tabla se indica la productividad de los materiales en unidades. La productividad material es relación entre PIB y los recursos internos materiales consumidos:

Año	Valor
2008	1.380'4
2009	1.630'8
2010	1.836'3
2011	2.060'6
2012	2.513'6
2013	2.631'5
2014	2.647'7
2015	2.629'9
2016	2.776'1
2017	2.796'3
2018	2.667'1
2019	2.801'8
Evolución 2008 - 2019	+ 50'73%

Productividad material 2008 – 2019 España. Fuente: *INE*. Elaboración propia.

A la par que el consumo de recursos se reducía ha crecido la productividad de los materiales, un aspecto más que positivo.

A diferencia del consumo de materiales, la tendencia de la productividad al alza es sostenida desde 2008. Los primeros años hasta 2012, con la reducción de recursos hay un incremento muy pronunciado, sin embargo, desde 2013, los incrementos son menores de manera global pero constantes, muy probablemente, esta circunstancia se deba al progreso técnico gracias a la tecnología.

En la siguiente tabla se plantea la relación consumo material interno por PIB:

Año	Valor
2008	724,4
2009	613,2
2010	544,6
2011	485,3
2012	397,8
2013	380
2014	377,7
2015	380,2
2016	360,2
2017	357,6
2018	374,9
2019	356,9
Evolución 2008 - 2019	+ 50 '73 %

Consumo material interno por PIB 2008 – 2019 España. Fuente: INE. Elaboración propia.

Como se puede observar la relación PIB respecto del consumo interno es equivalente a la productividad material, ya que la productividad sería igual al PIB entre el consumo.

Por último, se realiza un estudio de la correlación entre la variación del PIB anual con la variación del consumo de materiales.

Año	Variación interanual consumo de materiales interno	Variación PIB
2009	-18'38%	- 3'8%
2010	-11'18%	+0'2%
2011	-11'78%	-0'8%
2012	-20'42%	-3%
2013	-6'11%	-1'4%
2014	+1'01%	1'4%
2015	+4'54	3'8%
2016	-2'53%	3%
2017	+2'37%	3%
2018	+7'39%	2'3%
2019	-2'95%	2'1%

Tabla de variaciones consumo interno y PIB 2008 – 2019 España. Fuente: INE. Elaboración propia.

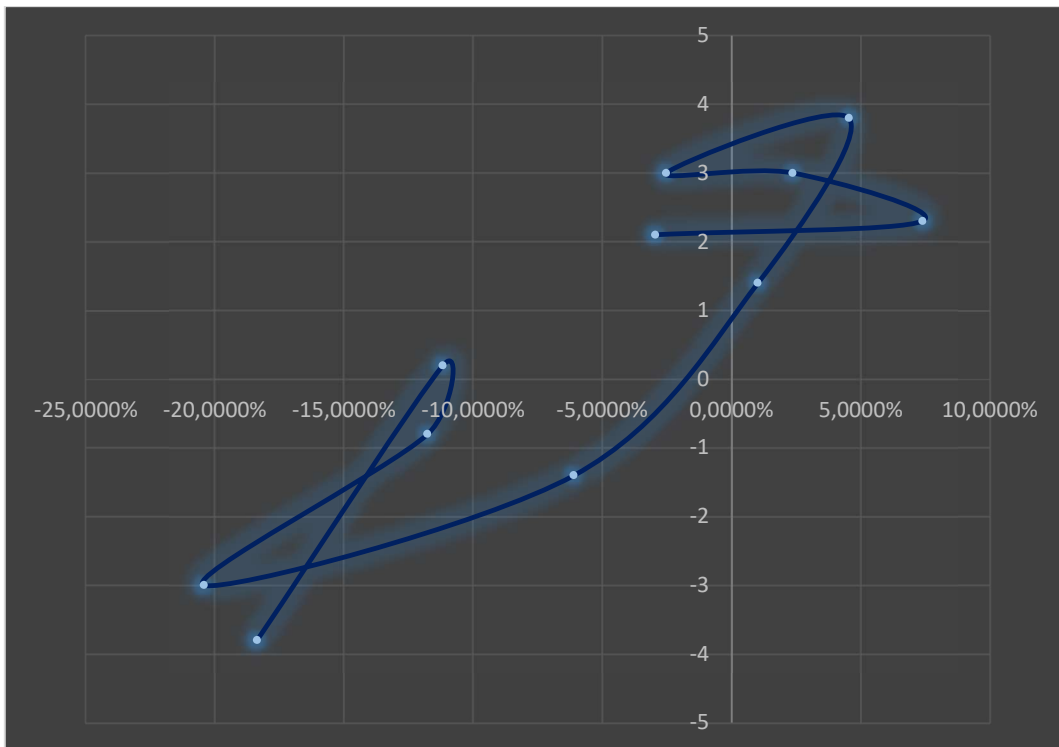


Gráfico de dispersión variación consumo interno y variación PIB 2008 – 2019. Fuente: *INE*.

Elaboración propia.

Analizando el gráfico de dispersión, se puede ver que la línea ajustada de regresión no ofrece ninguna relación entre la variación del consumo de materiales y del PIB.

- **Resultados:**

A la vista de los resultados obtenidos, el consumo interno en nuestro país se ha reducido notable a la par que la productividad material se incrementaba.

Respecto a la premisa del modelo lineal que implica que reducir los consumos perjudicará la economía, no se ha podido demostrar dicha relación, por lo cual se puede destacar la existencia de una correlación tal.

Anexo II – La conexión entre la inflación y el uso de las criptomonedas

- **Objetivos:**

El mercado de las criptomonedas ha tenido un crecimiento exponencial desde sus inicios en 2009. Durante la pandemia, las monedas virtuales experimentaron un nuevo incremento notorio. En ciertos estudios se afirma que las criptomonedas pueden ser empleadas como instrumento de inversión contra la inflación o inestabilidad que sufren algunos países.

En el presente análisis se busca afianzar con datos esta afirmación, es decir, demostrar si es cierto que aquellos países con un mayor uso relativo de las criptomonedas han sufrido o sufren de una inflación severa.

- **Metodología:**

Se emplean datos de Statista para el uso de las criptomonedas, y para la inflación, se extraen los datos de Trading Economics.

El marco temporal es correspondiente al 2021.

El marco territorial será mundial.

Se realiza una comparación entre aquellos países con mayor uso y su inflación para observar si existe una correlación.

Fuentes:

- **Uso de las criptomonedas por países:**

- [Gráfico: La adopción de las criptomonedas en el mundo | Statista](#)

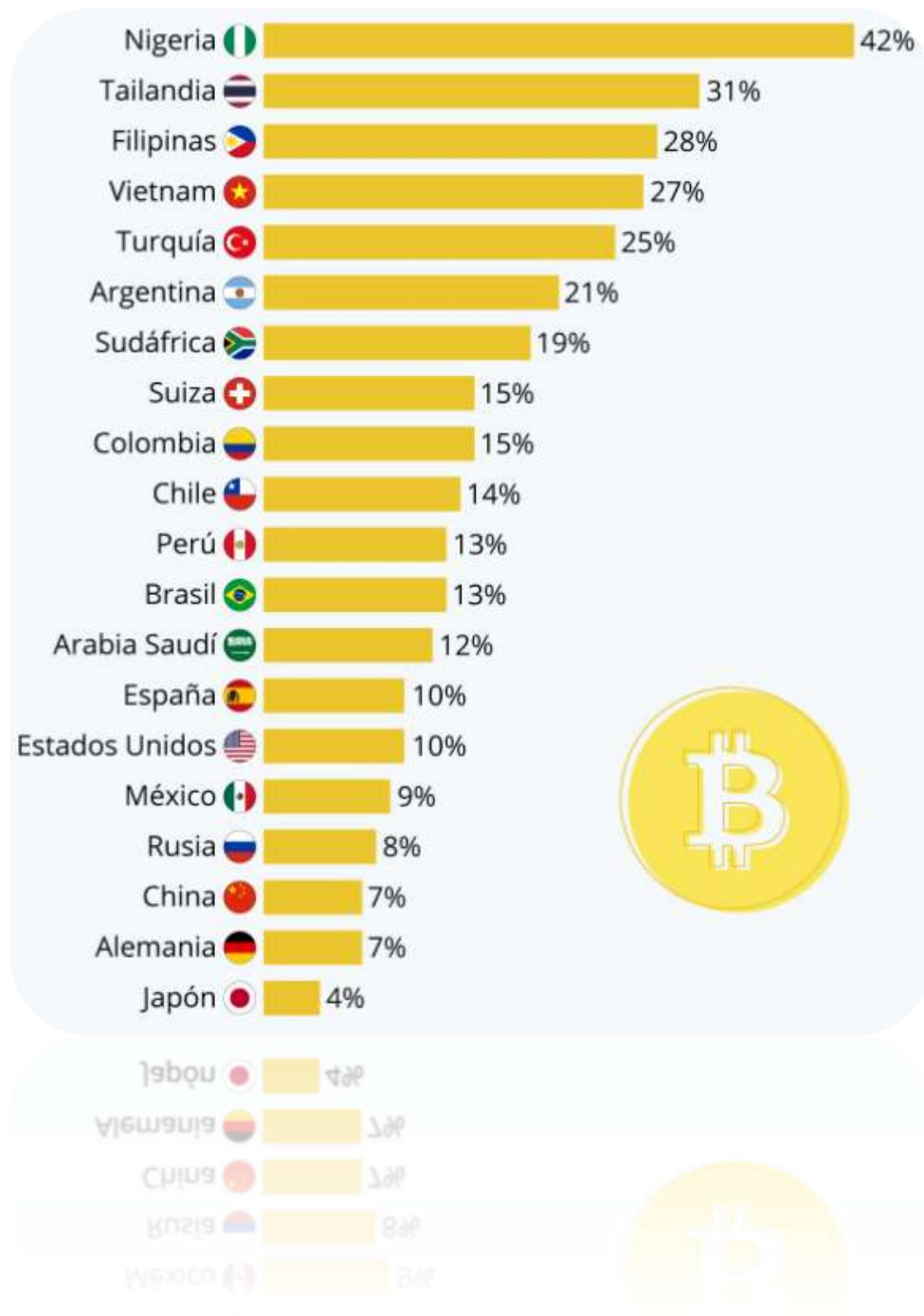
- **Tasas de inflación por países:**

- [TASA DE INFLACIÓN - LISTA DE PAÍSES \(tradingeconomics.com\)](#)

- **Desarrollo:**

Statista elaboró una encuesta online, entre enero y junio de 2021, con muestras de 5.000 adultos por país.

Los resultados obtenidos muestran un porcentaje de uso de las criptomonedas en la población. Se debe precisar que probablemente porcentajes son más altos de lo que realmente deberían si esta encuesta se realizase de forma individualizada por países y con una muestra más diversa. Sin embargo, en nuestro análisis este hecho no influye porque se busca establecer una relación entre uso e inflación, no entre el porcentaje de uso y la inflación.



Porcentaje de uso por países criptomonedas 2021. Fuente: Statista.

País	Tasa inflación	Fecha dato
Nigeria	17'01 %	Enero - agosto 2021
Tailandia	1'68 %	Enero - septiembre 2021
Filipinas	4'8%	Enero - septiembre 2021
Vietnam	2'06%	Enero - septiembre 2021
Turquía	19'58%	Enero - septiembre 2021
Argentina	51'4%	Enero - agosto 2021
Sudáfrica	4'9%	Enero - agosto 2021
Suiza	0'9%	Enero - septiembre 2021
Colombia	4'44%	Enero - agosto 2021
Chile	4'8%	Enero - agosto 2021
Perú	5'23%	Enero - septiembre 2021
Brasil	9'68%	Enero - agosto 2021
Arabia Saudí	0'3%	Enero - agosto 2021
España	4%	Enero - septiembre 2021
Estados Unidos	5'3%	Enero - agosto 2021
México	5'59%	Enero - agosto 2021
Rusia	6'68%	Enero - agosto 2021
China	0'8%	Enero - agosto 2021
Alemania	4'1%	Enero - septiembre 2021
Japón	-0'4%	Enero - agosto 2021

Porcentaje de inflación por países 2021. Fuente: *Trading Economics*. Elaboración propia

País	Tasa uso	Tasa inflación	Relación: Tasa Uso / Tasa Inflación
Nigeria	42%	17'01 %	2'47
Tailandia	31%	1'68 %	18'45
Filipinas	28%	4'8%	5'83
Vietnam	27%	2'06%	13'11
Turquía	25%	19'58%	1'28
Argentina	21%	51'4%	0'41
Sudáfrica	19%	4'9%	3'88
Suiza	15%	0'9%	16'67
Colombia	15%	4'44%	3'41
Chile	14%	4'8%	2'92
Perú	13%	5'23%	2'49
Brasil	13%	9'68%	1'34
Arabia Saudí	12%	0'3%	40
España	10%	4%	2'5
Estados Unidos	10%	5'3%	1'89
México	9%	5'59%	1'61
Rusia	8%	6'68%	1'2
China	7%	0'8%	8'75
Alemania	7%	4'1%	1'71
Japón	4%	-0'4%	-10

Inflación – uso criptomonedas 2021. Fuente: *Trading Economics* y *Statista*. Elaboración propia

Cuanto más cercano a 0 sea la relación mayor es la correlación entre el uso de las criptomonedas y la inflación.

Argentina sería el país líder con una relación de 0'41, al tener una elevada inflación y un elevado uso de las criptomonedas.

Por otro lado, se encuentran países con bajas de inflación como Tailandia o Suiza, por lo cual su relación es muy elevada y no hay una correlación entre el uso de criptomonedas e inflación.

Para el análisis gráfico se eliminan los países con una inflación menor al 5%, puesto que el principal objetivo es comprobar si en aquellos países con elevadas inflaciones hay un elevado uso de las monedas virtuales.

En primer lugar, observamos un gráfico de dispersión, que muestra que no hay una correlación entre una mayor inflación y un mayor uso de las monedas virtuales.

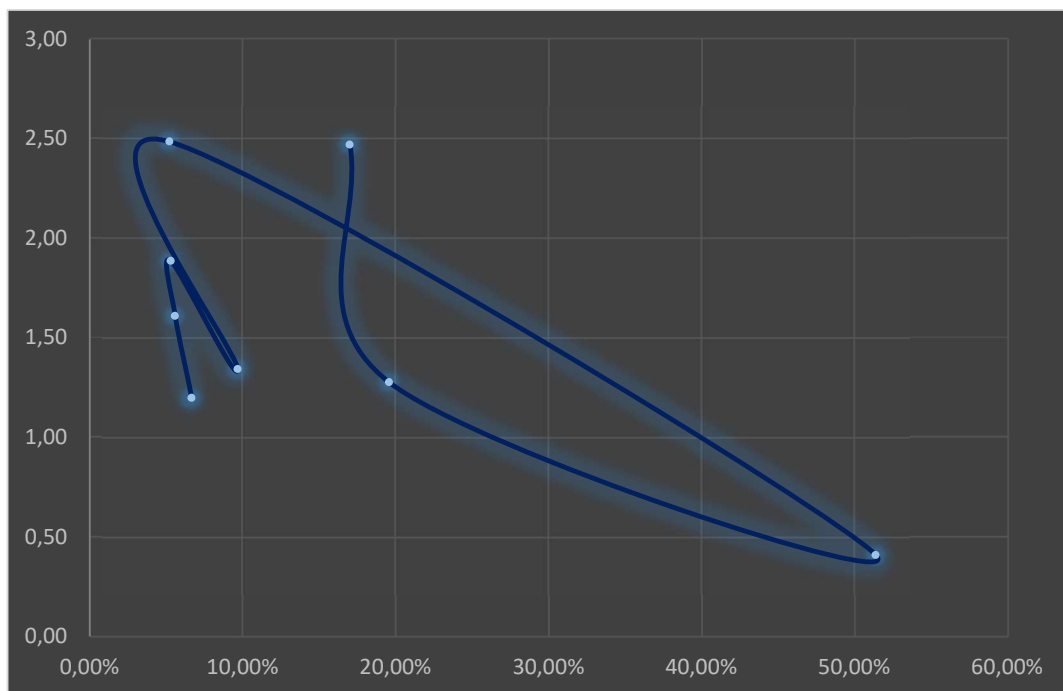


Gráfico de dispersión uso de criptomonedas e inflación. Fuente: *Statista y Trading Economics*.

Elaboración propia.

En segundo lugar, se analizan las relaciones de todas aquellos países con una inflación superior al 5%, pudiendo observarse que se mantienen unas relaciones muy cercanas al 0, lo que implica que en altas de inflación hay un alto uso de las criptomonedas como mecanismo de protección. Se emplea a Tailandia como elemento comparativo gráfico, un país gran uso de criptomonedas pero baja inflación.

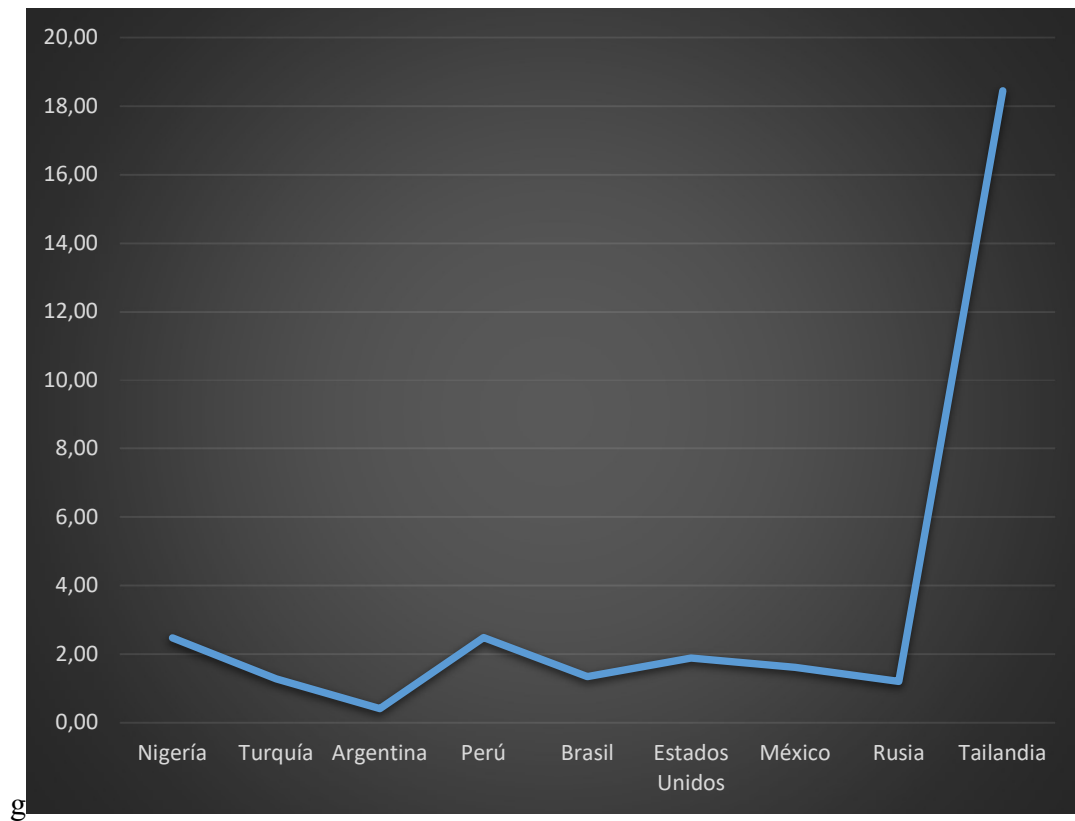


Gráfico lineal relación Uso criptomonedas / Inflación. Fuente: *Statista y Trading Economics.*

Elaboración propia.

- **Resultados:**

A raíz de lo estudiado, ha sido posible refutar que ante altas de inflación, hay un elevado consumo de criptomonedas como activo de protección, sin embargo, no existe una correlación entre mayores tasas de inflación y mayor uso de criptomonedas.

Anexo III – El consumo de energía y la huella de carbono en las criptomonedas

- **Objetivos:**

En este anexo III se pretende conocer el consumo energético y la huella de carbono estimadas de diferentes criptomonedas, y, según diferentes fuentes.

- **Metodología:**

En el estudio de energía se empleará el teravatio hora (TWh) como medida del consumo de energía, por lo que es la medida habitual empleada en el gasto de energía de los países.

Respecto de la huella de carbono se emplearán millones de kilos de CO₂, al ser esta la magnitud empleada por el Banco Mundial, lo que nos permite hacer nuevamente comparaciones con países.

Se emplean estimaciones de diversas fuentes para el consumo de energía.

Con dichas estimaciones se utiliza la calculadora de CO₂ del Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico, disponible aquí: [Calculadora de emisiones de CO₂ \(miteco.gob.es\)](https://www.miteco.gob.es/calculadora-emisiones-co2)

- **Desarrollo:**

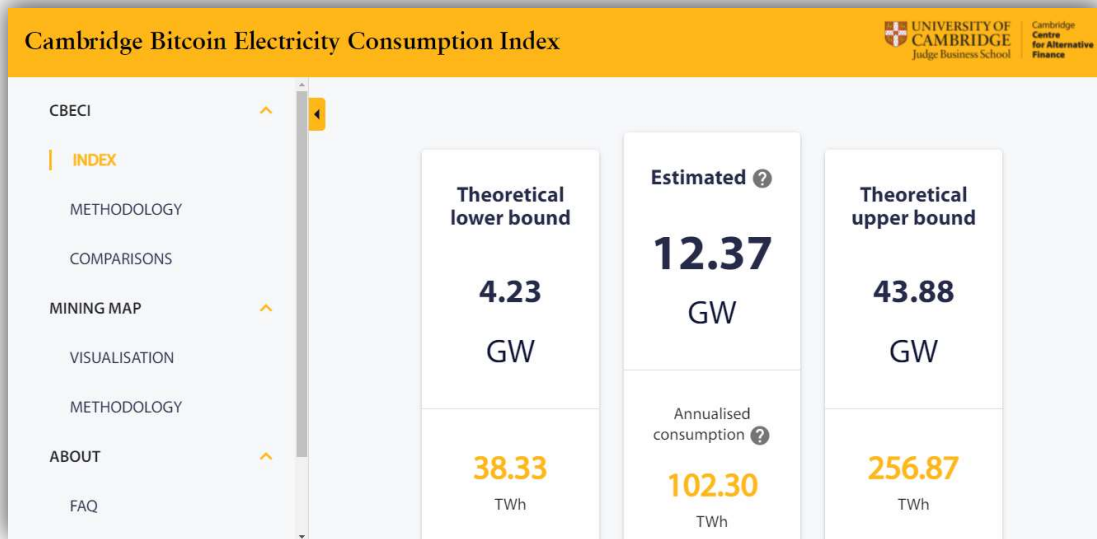
- **Consumo de energía:**

Estimaciones sobre el consumo global de Bitcoin:

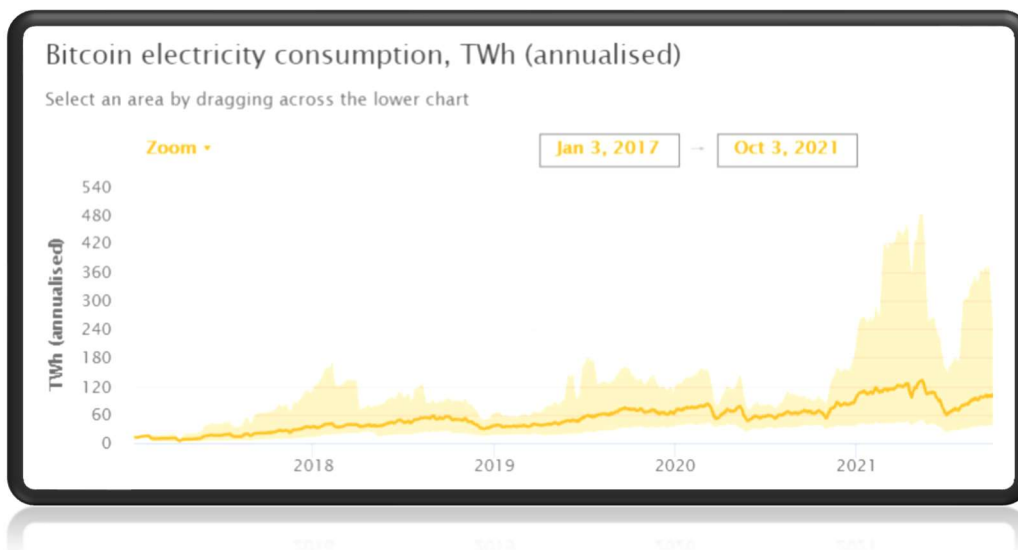
1. **Centro para Finanzas Alternativas de la Universidad de Cambridge:**

El BECI interpreta un consumo del Bitcoin en función del precio de la electricidad, con un límite inferior y otro superior.

Se ha utilizado un precio de 0,046 USD por kWh (Blandin et Al., 2021). Cuanto menor sea el precio, mayor se considera el consumo por el efecto potenciador del precio energético barato.

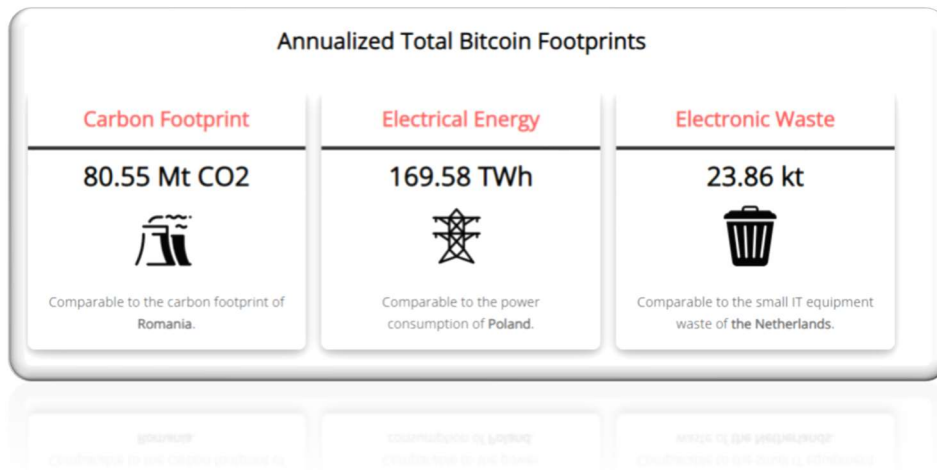


Estimación consumo Bitcoin BECI. Fuente: *Centro de Finanzas Alternativas Universidad de Cambridge.*

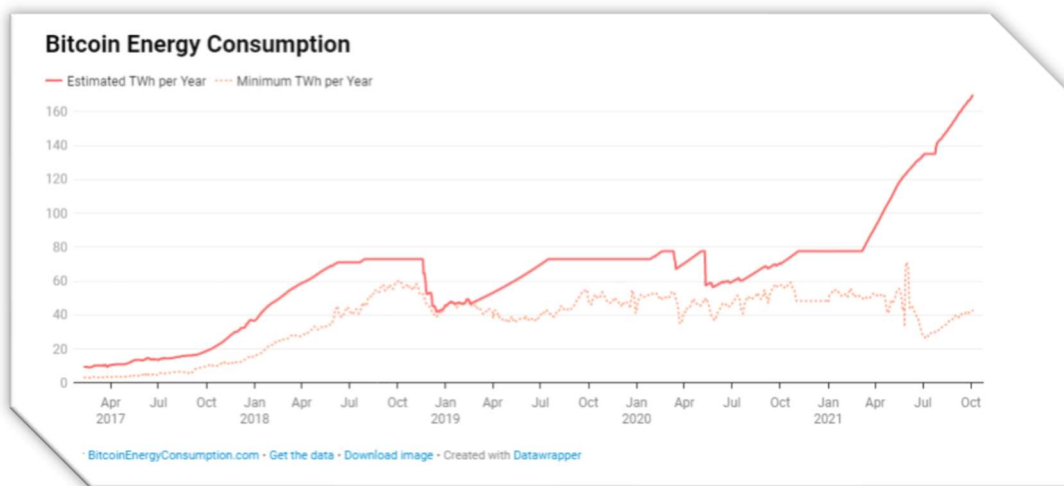


Consumo eléctrico Bitcoin 2017 - 2021. Fuente: *Cambridge Bitcoin Electricity Consumption Index y Digiconomist. Elaboración propia.*

2. Digiconomist:



Estimación consumo Bitcoin Digiconomist. Fuente: Centro de Finanzas Alternativas Universidad de Cambridge.



Evolución del consumo energético entre 2017 - 2021. Fuente: Digiconomist

3. Galaxy Digital:

Annual Electricity Consumption of the Bitcoin Network					
Miner Demand (GW)	Miner Electricity Consumption (kWh/yr)	Pool Electricity Consumption (kWh/yr)	Node Electricity Consumption (kWh/yr)	Total Electricity Consumption (kWh/yr)	Total Electricity Consumption (TWh/yr)
15.87	113,880,000,000	8,609,328	5,358,089	113,893,967,417	113.89

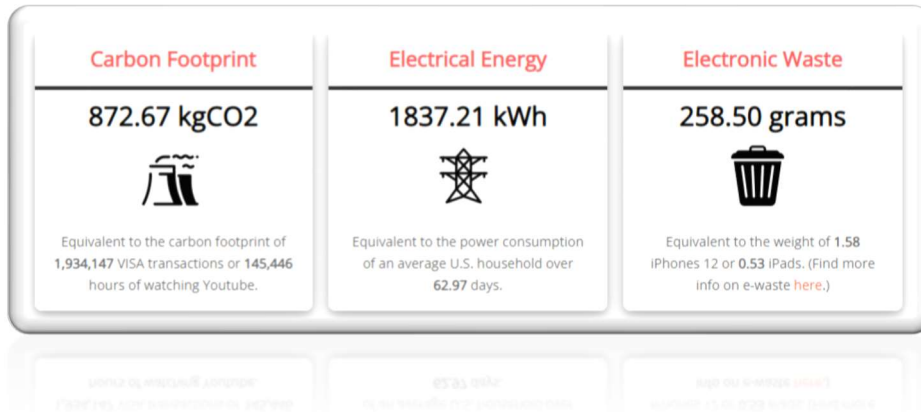
Estimación consumo Bitcoin Galaxy Digital. Fuente: Galaxy Digital

Comparativa de la huella de Carbono entre Bitcoin, Ethereum y Cardano por transacción realizada:

1. Bitcoin:

Según una estimación de TRG Datacenters, Bitcoin emplea $7,07 \times 10^{-7}$ TWh en cada transacción.

Digiconomist establece otra estimación:

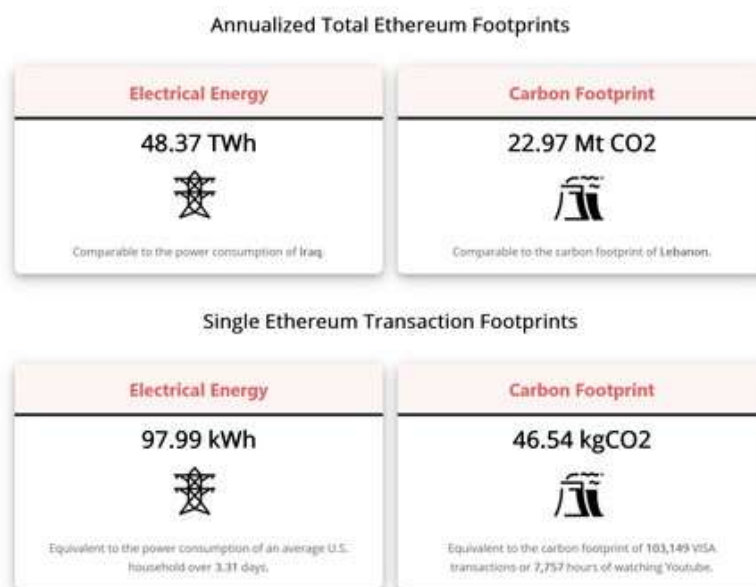


Estimación consumo una transacción Bitcoin Digiconomist. Fuente: Digiconomist

Trasladando de KWh. a TWh. se debe dividir por 10×10^3 .

En este caso: $1837,21 / 10 \times 10^3 = 18,37 \times 10^{-7}$ TWh

2. Ethereum:



Estimación consumo una transacción Ethereum Digiconomist. Fuente: Digiconomist

Trasladando de KWh. a TWh. se debe dividir por 10×10^9 .

Según la estimación de Digiconomist: $97'99 / 10 \times 10^9 = 0'9799 \times 10^{-7}$ TWh

De acuerdo con TRG Datacenters, una transacción de con prueba de trabajo consumía 62'56 kWh

Trasladando de KWh. a TWh. se debe dividir por 10×10^9 .

En este caso: $62'56 / 10 \times 10^9 = 0'6256 \times 10^{-7}$ TWh

Ahora con Ethereum 2.0 y la prueba de participación la University London College estimaba de $0'005571 \times 10^{-7}$ TWh.

3. Cardano:

La University College London estimaba el consumo máximo de Cardano en $0'000378 \times 10^{-7}$ TWh por transacción, y, TRG Datacenters de $0'005479 \times 10^{-7}$ TWh

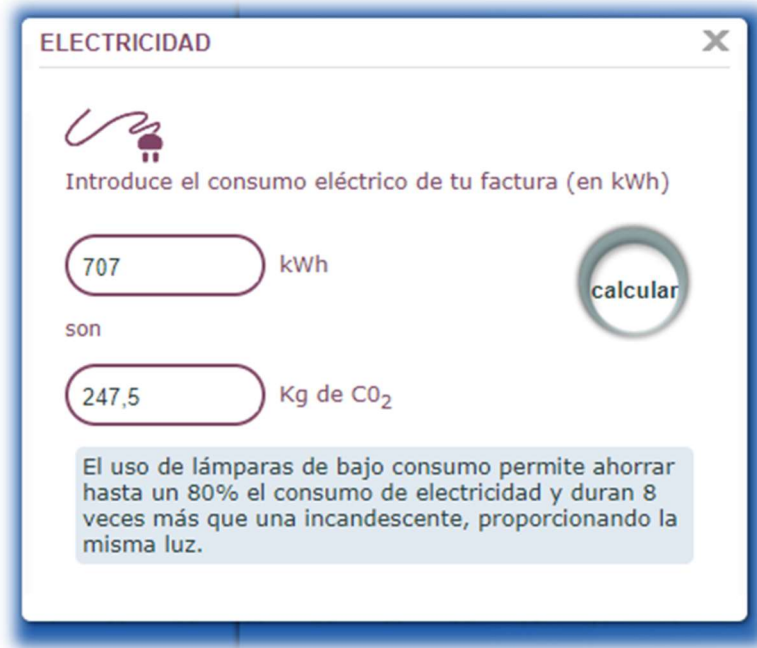
- **Huella de Carbono:**

Comparativa entre Bitcoin, Ethereum y Cardano por transacción realizada:

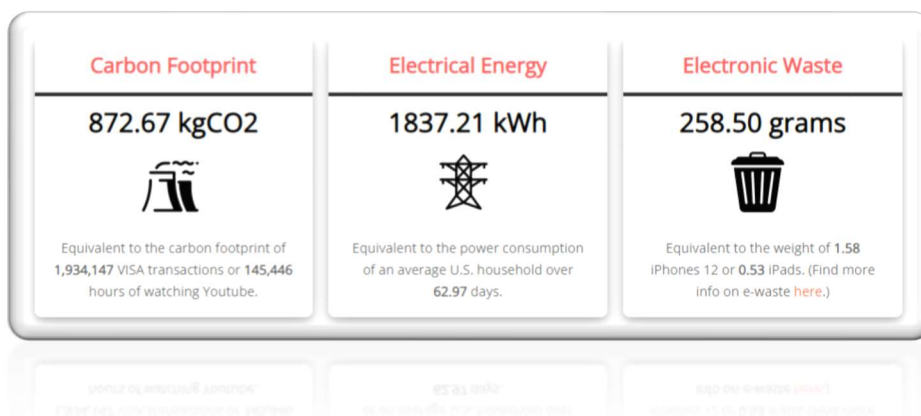
1. Bitcoin:

Para pasar de TWh. a kWh. hay que multiplicar por 10^9 :

$$7,07 \times 10^{-7} \text{ TWh} \cdot 10^9 = 707 \text{ kWh.}$$



Estimación huella de carbono de una transacción Bitcoin TRG Datacenters. Fuente: *Calculadora Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico.*

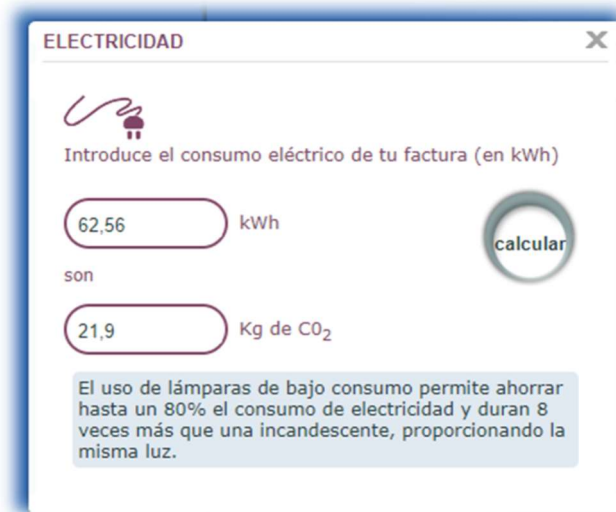


Estimación consumo una transacción Bitcoin Digiconomist. Fuente: *Digiconomist*

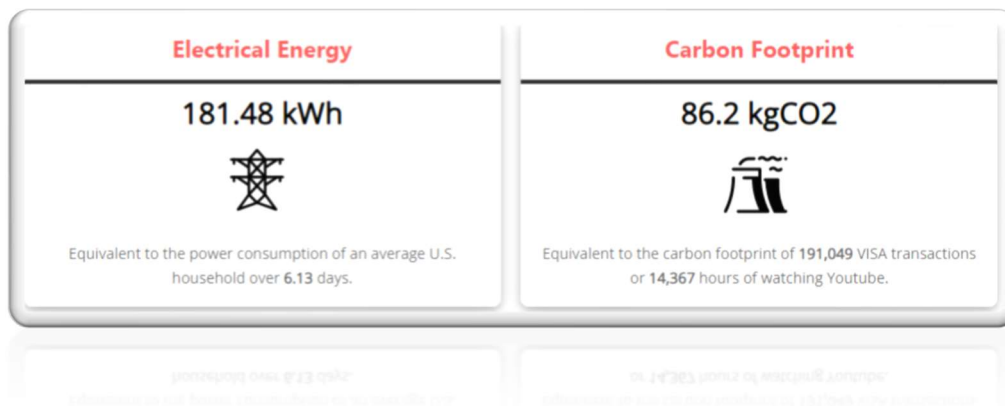
2. Ethereum:

Para pasar de TWh. a kWh. hay que multiplicar por 10^9 :

$$0,06256 \times 10^{-7} \text{ TWh} \cdot 10^9 = 62,56 \text{ kWh.}$$



Estimación huella de carbono de una transacción Ethereum TRG Datacenters. Fuente: *Calculadora Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico.*



Estimación consumo una transacción Ethereum Digiconomist. Fuente: *Digiconomist*

Con Ethereum 2.0, multiplicamos para pasar de TWh. a kWh por 10^9 :

$$0'005571 \times 10^{-7} \text{ TWh} \cdot 10^9 = 0'5571 \text{ kWh.}$$

ELECTRICIDAD

Introduce el consumo eléctrico de tu factura (en kWh)

0,5571 kWh

son

0,2 Kg de CO₂

El uso de lámparas de bajo consumo permite ahorrar hasta un 80% el consumo de electricidad y duran 8 veces más que una incandescente, proporcionando la misma luz.

Estimación huella de carbono de una transacción Ethereum 2.0. Fuente: *Calculadora Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico.*

3. Cardano:

Para pasar de TWh. a kWh. hay que multiplicar por 10^9 :

$$0'00378 \times 10^{-7} \text{ TWh} \cdot 10^9 = 0'37 \text{ kWh.}$$

ELECTRICIDAD

Introduce el consumo eléctrico de tu factura (en kWh)

0,37 kWh

son

0,1 Kg de CO₂

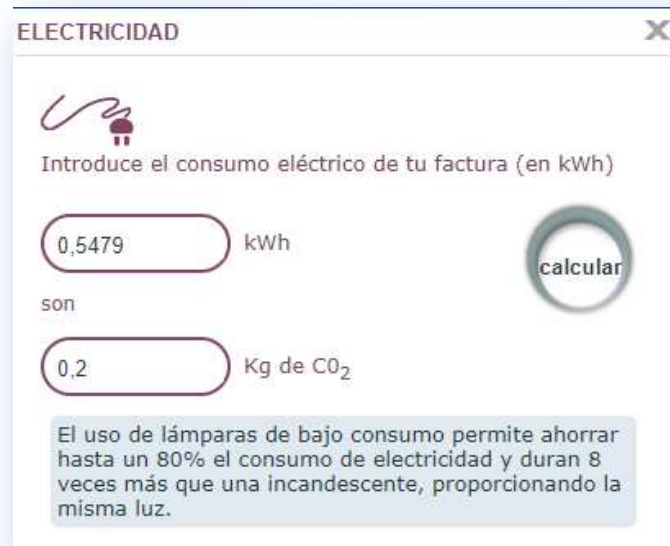
El uso de lámparas de bajo consumo permite ahorrar hasta un 80% el consumo de electricidad y duran 8 veces más que una incandescente, proporcionando la misma luz.

Estimación huella de carbono de una transacción Cardano University College London. Fuente: *Calculadora Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico.*

Conforme a los datos de TFG Datacenters;

Para pasar de TWh. a kWh. hay que multiplicar por 10^9 :

$$0'005479 \times 10^{-7} \text{ TWh} \cdot 10^9 = 0'5479 \text{ kWh.}$$



The screenshot shows a web interface for calculating electricity consumption and CO2 emissions. It features a title bar 'ELECTRICIDAD', a logo of a plug, and a prompt to enter electricity consumption in kWh. A text input field contains '0,5479' and is followed by 'kWh'. A 'calcular' button is to the right. Below, a text input field contains '0,2' and is followed by 'Kg de CO₂'. A light blue box at the bottom contains text about energy-saving lamps.

Estimación huella de carbono de una transacción Cardano TRG Datacenters. Fuente: *Calculadora Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico.*

- **Resultados:**

Se observa una gran diferencia entre el consumo de Bitcoin y del resto de criptomonedas, así como entre los diferentes estudios de cada moneda se pueden encontrar diferencias considerables, lo cual habla de la imprecisión actual de los estudios propuestos en términos de consumo energético y su consecuente huella de carbono. Sea como fuere, nos permite una aproximación a las diferencias notorias que hay entre las monedas.

Frente a la evidencia recaudada, el reto que se plantea es complejo puesto que se deben sustituir aquellas energías más contaminantes y al mismo tiempo, responder al aumento de la cada vez mayor demanda de energía.

Bibliografía

Abril, G. (2020, 23 de noviembre). La contaminación del aire provoca al menos 379.000 muertes prematuras al año en la UE. *El País*. Recuperado de:

[La contaminación del aire provoca al menos 379.000 muertes prematuras al año en la UE | Clima y Medio Ambiente | EL PAÍS \(elpais.com\)](#)

AENOR (2019). Como hacer un reporte de información no financiera. Recuperado de:

[Cómo hacer un reporte de información no financiera \(aenor.com\)](#)

Álvarez Díaz, L.J. (2019). Criptomonedas: Evolución, crecimiento y perspectivas del Bitcoin. *Población y Desarrollo*. 25 (49), 130 – 142.

Amay, R.K., Narváez, C.I., Erazo, J.C. (2020). La contabilidad ambiental y su contribución en la responsabilidad social empresarial. *Dominio de las Ciencias*. 6 (1), 68 – 98.

Arana, I. (2021, 20 de julio). La carrera de las criptomonedas: el camino de China al yuan digital. *La Vanguardia*. Recuperado de:

[La carrera de las criptomonedas: el camino de China al yuan digital \(lavanguardia.com\)](#)

Aranda, J.A., Portillo, M.P., Moneva, J.M (2020). *Definición y medición de la adopción de la economía circular en empresas en el marco de la contabilidad de gestión medioambiental*. Universidad de Zaragoza.

Araújo Vila, N., Traiz Brea, J.A., Cardoso, L. (2019). Evolución y estado de la investigación en contabilidad ambiental. *Contabilidad y negocios*. 14, 36 – 53.

Back, A. (2002). Hashcash – A Denial of Service Counter – Measure. 1 - 10

Berg, H., Le Blévenec, K., Kristoffersen, E., Strée, B., Witomski, A., Stein, N., Bastein, T., Ramesohl, S., Vrancken, K. (2020). Digital circular economy as a cornerstone of a sustainable European industry transformation. *ECERA Digital Circular Economy White Paper*, 1 - 28.

Bermejo, B. y Juiz, C. (2021, 18 de mayo). ¿Es Bitcoin más perjudicial para el medio ambiente que la banca tradicional? *The Conversation*. Recuperado de:

[¿Es bitcoin más perjudicial para el medio ambiente que la banca tradicional? \(theconversation.com\)](https://theconversation.com/¿Es-bitcoin-más-perjudicial-para-el-medio-ambiente-que-la-banca-tradicional?)

Bernal, M.L., Santos, E. (2018). Una mirada a la contabilidad ambiental. Posturas y retos. *Contaduría Universidad de Antioquía*. 73, 199 – 209.

Bilbao, M. (2019). Blockchain, transparencia para el desarrollo sostenible. *Boletín ieee*. 15, 221 – 237.

Bitcoin Energy Consumption Index. Extraído el 1 de octubre de 2021:

[Bitcoin Energy Consumption Index - Digiconomist](https://digiconomist.com/bitcoin-energy-consumption-index/)

Blanco, M., Garcés, C. (2019). *Contribución de los Individuos a la Economía Circular; estado de cuestión en España*”. Universidad de Zaragoza.

Boston Consulting Group (2017). The new big circle. Recuperado de:

[The_new_big_circle.pdf \(wbcsg.org\)](https://wbcsg.com/wp-content/uploads/2017/03/The-new-big-circle.pdf)

Bracero, F. (2021, 13 de mayo). Tesla deja de aceptar bitcoins por su impacto ambiental. *La Vanguardia*. Recuperado de:

[Bitcoin: Tesla de Elon Musk deja de aceptar esta criptomoneda por su impacto ambiental \(lavanguardia.com\)](https://www.lavanguardia.com/tecnologia/20210513/tesla-bitcoin-impacto-ambiental)

BSH (2020). Informe no financiero 2020. Recuperado de:

[18067936_Informe-No-Financiero-BSH-Espana-2020.pdf \(bsh-group.com\)](https://www.bsh-group.com/~/media/Files/2020/18067936_Informe-No-Financiero-BSH-Espana-2020.pdf)

Calle, C. (2019, 6 de diciembre). Economía circular sí o sí. *KPMG Tendencias*. Recuperado de:

[Economía circular sí o sí - KPMG Tendencias](https://www.kpmg.com/au/issuesandinsights/articlespublications/economia-circular-si-o-si)

Calleja, D., Alquézar, J. (2020). Desarrollo sostenible y competitividad: la visión de la Unión Europea. *Sostenibilidad para la competitividad*. 912, 15 – 27.

Cambridge Bitcoin Electricity Consumption Index. Extraído el 1 de octubre de 2021:

[Cambridge Bitcoin Electricity Consumption Index \(CBECI\)](#)

Cambridge Centre for Alternative Finance (2020). 3rd Global Cryptoasset Benchmarking Study. Recuperado de:

[3rd Global Cryptoasset Benchmarking Study - CCAF publications - Cambridge Judge Business School](#)

Carter, N. (2021, 5 de mayo). How Much Energy Does Bitcoin Actually Consume? *Harvard Business Review*. Recuperado de:

[How Much Energy Does Bitcoin Actually Consume? \(hbr.org\)](#)

Cerdá, E., Khalilova, A. (2016). Economía Circular. *Economía Circular, Estrategia y Competitividad Industrial*. 11 – 20.

Chipolina, S. (2021, 22 de marzo). The Hard Truth About Bitcoin's Energy Consumption. *Decrypt*. Recuperado de:

[The Hard Truth About Bitcoin's Energy Consumption - Decrypt](#)

Cid, G. (2021, 25 de mayo). El verdadero talón de Aquiles de las “criptos”: todo el mundo depende la minería china. *El Confidencial*. Recuperado de:

[Bitcoin: El verdadero talón de Aquiles de las 'criptos': todo el mundo depende de la minería china \(elconfidencial.com\)](#)

Cid, G. (2021, 9 de junio). Bitcoin como moneda legal: el experimento de El Salvador que tiene en vilo al mundo. *El Confidencial*. Recuperado de:

[Bitcoin como moneda legal: el experimento de El Salvador que tiene en vilo al mundo \(elconfidencial.com\)](#)

Codorniu, M., I. Brusca (2019). *Divulgación de información no financiera en empresas cotizadas: especial referencia a las empresas del IBEX 35*. Universidad de Zaragoza.

Cómo afectan las criptomonedas al medio ambiente. Extraído el 11 de septiembre desde:

[Cómo afectan las criptomonedas al medio ambiente | OVACEN](#)

Constitución Española, 1978.

David, F.R. (2003). *Conceptos de Administración*. Pearson, Ciudad de México.

Domínguez Jurado, J.M. y García, R. (2018). Blockchain y las criptomonedas: el caso Bitcoin. *Oikonomics*. 10, 58 – 73.

Driving Sustainable Economies (2017). The Carbon Majors Database. Recuperado de:

[Carbon-Majors-Report-2017.pdf \(rackcdn.com\)](#)

Durán, R. (2021, 29 de marzo). Las pymes avanzan hacia el modelo de economía circular. *Cinco Días*. Recuperado de:

[Las pymes avanzan hacia el modelo de economía circular | Compañías | Cinco Días \(elpais.com\)](#)

Durán, R. (2021, 26 de abril). El dinero de plástico se sube al tren de la economía circular. *Cinco Días*. Recuperado de:

[El dinero de plástico se sube al tren de la economía circular | Compañías | Cinco Días \(elpais.com\)](#)

Economía Circular. Estrategia Económica. Extraído el 22 de julio de 2021 desde:

[Economía Circular. Estrategia Económica. Gobierno de Aragón \(aragon.es\)](#)

Ehrlich, S. (2021, 26 de abril). Cardano and Ethereum Founder Analyzes The Newest Evolutions In Crypto And Blockchain Technology. *Forbes*. Recuperado de:

[Cardano And Ethereum Founder Analyzes The Newest Evolutions In Crypto And Blockchain Technology \(forbes.com\)](#)

Ellen MacArthur Foundation. Extraído el 1 de agosto desde:

[How to build a circular economy | Ellen MacArthur Foundation](#)

Emissiones de CO2. Extraído el 25 de septiembre de 2021:

[Emisiones de CO2 \(kt\) | Data \(bancomundial.org\)](#)

El Acuerdo de París. Extraído el 22 de septiembre de 2021:

[El Acuerdo de París | CMNUCC \(unfccc.int\)](#)

El Pacto Verde Europeo (2019).

Esmailian, B., Sarkis, J., Lewis, K., Behdad, S. (2020). Blockchain for the future of sustainable supply chain management in Industry 4.0. *Resources, Conservation & Recycling*. 163, 1 – 15.

España. Tribunal Supremo (Sala de lo Penal). Sentencia núm. 326 / 2019, de 20 de junio de 2019.

Eurostat. Extraído el 22 de septiembre de 2021:

[Home - Eurostat \(europa.eu\)](#)

Ethereum Energy Consumption Index. Extraído el 1 de octubre de 2021:

[Ethereum Energy Consumption Index - Digiconomist](#)

European Environment Agency (2020). Air quality in Europe – 2020 report. Recuperado de:

[Air quality in Europe - 2020 report — European Environment Agency \(europa.eu\)](#)

Fernández, D. (2020). El ambicioso Pacto Verde Europeo. *Actualidad Jurídica Ambiental*. 101, 3 – 31.

Fernández, J. (2020). Criptomonedas en tiempos de pandemia: ¿hacia la precipitación de un nuevo orden monetario internacional? *Temas y debates*. Número especial, 449 - 456

Fresno, A., Garcés, C. (2019). *Economía circular: contribución de las empresas al modelo circular*. Universidad de Zaragoza.

Galaxy Digital (2021). On Bitcoin's Energy Consumption: A Quantitative Approach to a Subjective Question. Recuperado de:

[DocSend](#)

Galiana, P. (2019, 23 de agosto). Qué es el Greenwashing y cómo funciona. *IEB School*. Recuperado de:

[Qué es el Greenwashing y cómo funciona \(iebschool.com\)](#)

Gil, X. (2021, 13 de enero). Los economistas piden extender la información no financiera a la pyme. *El Economista*. Recuperado de:

[Los economistas piden extender la información no financiera a la pyme \(eleconomista.es\)](#)

Giménez, S., Sevillano, A. (2021). *Las criptomonedas, el blockchain y su comparativa con las divisas*. Universidad de Zaragoza.

González, J. (2021, 23 de abril). Esta es la “receta española” para hacer funcionar la economía digital. *Cronista*. Recuperado de:

[Esta es la "receta española" para hacer funcionar la economía circular - El Cronista](#)

Grupo Agora (2020). Estado de Información No Financiera Grupo Agora 2020. Recuperado de:

[Microsoft Word - Grupo AGORA EINF 2020.docx \(agoragrupo.com\)](#)

Gutiérrez, A. (2021, 5 de octubre). Estamos consumiendo pescado contaminado por los residuos electrónicos que enviamos a África. *Retema*. Recuperado de:

[Estamos consumiendo pescado contaminado por los residuos electrónicos que enviamos a África - Actualidad RETEMA](#)

Hernández, M., García, M. (2020). El rol de la moneda y criptomoneda social en el nuevo contexto económico social y digital. *Revista Jurídica de Economía Social y Cooperativa*. 37, 283 – 323.

Herrera, W., Mahecha, I. (2018). Transparencia, razón pública y rendición de cuentas en las empresas. *Veritas*. 41, 39 – 68.

Horno, P., Gran, R., Suárez, D. (2018). *Eficiencia energética de dispositivos de cálculo en el minado de criptomoneda basada en blockchain*. Universidad de Zaragoza.

International Energy Agency. Extraído el 29 de septiembre de 2021 desde:

[IEA – International Energy Agency](#)

Instituto Nacional de Estadística. Extraído el 3 de septiembre de 2021 desde:

[INEbase / Agricultura y medio ambiente /Cuentas ambientales /Cuenta de flujos de materiales / Últimos datos](#)

La Contabilidad Verde, nuestro futuro. Extraído el 15 de septiembre desde:

[La contabilidad verde, nuestro futuro | Plan de Acción sobre Ecoinnovación \(europa.eu\)](#)

Ley Europea del Clima. Extraído el 21 de septiembre desde:

[European Climate Law | Acción por el Clima \(europa.eu\)](#)

Las 7R de la economía circular. Extraído el 28 de julio de 2021 desde:

[Las 7 R de la economía circular, descúbrelas y súmate al cambio \(numon.org\)](#)

Legerén – Molina, A. (2019). Retos jurídicos que plantea la tecnología de la cadena de bloques. Aspectos legales de blockchain. *Revista de Derecho Civil*. VI (1), 177 – 237.

Leis Mayán, L.A (2014). Los impuestos especiales en el marco de la nueva Reforma Fiscal: Fiscalidad del Tabaco. *Advanced Series*. 8, 1 – 28.

Lira, A. (2021, 8 de julio). 10 criptomonedas sustentables. *Expoknews*. Recuperado de:

[10 criptomonedas sustentables - ExpokNews](#)

López Redondo, N. (2021, 26 de abril). Así es cómo Volvo promete ser circular en 2040, y, con ello, ahorrar hasta 2,5 millones de toneladas de CO2. *Movilidad Eléctrica*. Recuperado de:

[Volvo apuesta por la economía circular \(movilidadelectrica.com\)](#)

Mantilla, E., Cabeza, M.T., Vargas, J.A. (2015). La realidad del desarrollo y la contabilidad ambiental. *Saber, Ciencia y Libertad*. 10 (2), 133 - 143

Marco, M., Moneva, J.M, Scarpellini, S. (2017). *Responsabilidad social corporativa y economía verde: determinantes de la sostenibilidad*. Universidad de Zaragoza.

McDonough, W., Braungart, M. (2005). *Cradle to Cradle*. Mc Graw – Hill, Madrid.

Meneses, N. (2020, 25 de noviembre). La economía circular y la sostenibilidad, una gran oportunidad para la creación de empleo. *El País*. Recuperado de:

[La economía circular y la sostenibilidad, una gran oportunidad para la creación de empleo | Formación | Economía | EL PAÍS \(elpais.com\)](#)

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2020). España Circular 2030. Recuperado de:

[espanacircular2030_def1_tcm30-509532.PDF \(miteco.gob.es\)](#)

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2020). *¿Qué es la economía circular?* Youtube. [¿Qué es la economía circular? - YouTube](#)

Molina, C.F. (2021). *Desarrollo en Brasil, España y la Unión Europea: hacia la construcción de un nuevo orden global sostenible*. Ediciones de la Universidad de Castilla – La Mancha, Cuenca.

Morante Asesores (2021). *¿Qué es el EINF o Estado de Información No Financiera?* Recuperado de:

[¿Qué es el EINF o Estado de Información No Financiera? \(moranteasesores.es\)](#)

Muñoz, T. (2020, 23 de noviembre). No, la economía circular no es solo reciclar: casos prácticos en el mundo. *El Confidencial*. Recuperado de:

[La economía circular no es solo reciclar: casos prácticos en el mundo \(elconfidencial.com\)](#)

Naciones Unidas (1992). Convenio sobre la Diversidad Biológica. Recuperado de:

[cbd-es.pdf](#)

Neisse, R., Steri, G., Nai – Fovino, I. (2019). *A Blockchain – based Approach for Data Accountability and Provenance Tracking*. Universidad de Reggio Calabria.

Nuevo Plan de acción para la economía circular por una Europa más limpia y más competitiva (2020).

Núñez, J. (2021, 18 de marzo). Cuando lo que hacían tus abuelos era la base de la economía circular. *El País*. Recuperado de:

[Cuando lo que hacían tus abuelos era la base de la economía circular | Ecoembes: Espacio Eco | EL PAÍS \(elpais.com\)](#)

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (2020). Evaluación de los recursos forestales mundial 2020. Recuperado de:

[Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020 \(fao.org\)](#)

Panishop (2020). Memoria de sostenibilidad 2020. Recuperado de:

[MEMORIA-SOSTENIBILIDAD-PANISHOP.pdf](#)

Pastor, C. (2020). Industria 4.0 y “pacto verde”: hacia un modelo de mercado sostenible. 96, 1 – 36.

Pastor, J. (2021, 13 de mayo). Bitcoin como desastre medioambiental: que sea el mayor despilfarro energético de la historia depende de su futuro. *Xataka*. Recuperado de:

[Bitcoin como desastre medioambiental: que sea el mayor despilfarro energético de la historia depende de su futuro \(xataka.com\)](#)

Pastor, N. (2021, 7 de abril). El “otro yo” que nos cambiará la vida: llega la era de los gemelos digitales. *La Vanguardia*. Recuperado de:

[El ‘otro yo’ que nos cambiará la vida: llega la era de los gemelos digitales \(lavanguardia.com\)](#)

Plataforma Intergubernamental Científico – Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas (2020). Escapando la “era de las pandemias”. Recuperado de:

[20201030Media Release Pandemics Workshop Report LAUNCH Spanish Final.pdf \(ipbes.net\)](#)

Porxas, N., Conejero, M. (2018). Tecnología blockchain: funcionamiento, aplicaciones y retos jurídicos relacionados. *Actualidad Jurídica Uría Menéndez*. 48, 24 – 36.

Ramos, A. (2021, 7 de septiembre). Diferencias entre criptomonedas: bitcoin, dogecoin, ethereum y binance coin. *CNN*. Recuperado de:

[Diferencias entre criptomonedas: bitcoin, dogecoin, ethereum \(cnn.com\)](#)

Red Eléctrica de España (2008). Libro de Estilo. Recuperado de:

[Libro de Estilo Red Electrica de España S.A. \(ree.es\)](#)

Redacción (2019, 10 de octubre). 20 empresas están detrás de un tercio de las emisiones de carbono mundiales. *El Espectador*. Recuperado de:

[20 empresas están detrás de un tercio de las emisiones de carbono mundiales | EL ESPECTADOR](#)

Redacción (2020, 14 de mayo). La deforestación incrementa las emisiones de carbono. *Ambientum*. Recuperado de:

[La deforestación incrementa las emisiones de carbono - Ambientum](#)

Redacción (2020, 17 de diciembre). La Fundación para la Economía Circular traza la ruta para alcanzar los objetivos de reciclaje. *Retema*. Recuperado de:

[La Fundación para la Economía Circular traza la ruta para alcanzar los objetivos de reciclaje - Actualidad RETEMA](#)

Redacción (2021, 24 de febrero). La UE lanza la Alianza Global sobre Economía Circular y Eficiencia de Recursos. *Retema*. Recuperado de:

[La UE lanza la Alianza Global sobre Economía Circular y Eficiencia de Recursos - Actualidad RETEMA](#)

Redacción (2021, 15 de marzo). India podría ser la primera gran economía en prohibir las criptomonedas. *El Confidencial*. Recuperado de:

[India podría ser la primera gran economía en prohibir las criptomonedas \(elconfidencial.com\)](#)

Redacción (2021, 16 de abril). Las iniciativas de economía circular en todo el mundo nos acercan a alcanzar los objetivos de París. *Europa Press*. Recuperado de:

[Las iniciativas de economía circular en todo el mundo nos acercan a alcanzar los objetivos de París \(europapress.es\)](https://www.europapress.es)

Redacción (2021, 16 de abril). Turquía prohíbe los pagos con criptomonedas debido a sus riesgos. *El Confidencial*. Recuperado de:

[Bitcoin: Turquía prohíbe los pagos con criptomonedas debido a sus riesgos \(elconfidencial.com\)](https://www.elconfidencial.com)

Redacción (2021, 19 de abril). Acuerdo Cripto Climático: criptomonedas 100% renovables. *Ambientum*. Recuperado de:

[Acuerdo Cripto Climático: criptomonedas 100% renovables - Ambientum](https://www.ambientum.com)

Redacción (2021, 26 de abril). GoCircular, el ecosistema para el emprendimiento en economía circular. *Emprendedores*. Recuperado de:

[GoCircular, el ecosistema para el emprendimiento en economía circular - Emprendedores.es](https://www.emprendedores.es)

Redacción (2021, 17 de mayo). Popular cryptocurrencies; Which is the most environmentally friendly. *TFG Datacenters*. Recuperado de:

[Which cryptocurrency is the most environmentally friendly? \(trgdatacenters.com\)](https://www.trgdatacenters.com)

Redacción (2021, 14 de julio). El Banco Central Europeo da luz verde al proyecto de euro digital en respuesta a la multiplicación de las criptomonedas. *La Tercera*. Recuperado de:

[El Banco Central Europeo da luz verde al proyecto de euro digital en respuesta a la multiplicación de las criptomonedas - La Tercera](https://www.latercera.com)

Redacción (2021, 5 de octubre). Aragón presenta un paquete de ayudas de 4 millones de euros para proyectos de economía circular. *Retema*. Recuperado de:

[Aragón presenta un paquete de ayudas de 4 millones de euros para proyectos de economía circular - Actualidad RETEMA](https://www.retema.es)

Rodríguez, H. (2021, 25 de enero). Una corriente de agua de deshielo atraviesa Groenlandia. *National Geographic*. Recuperado de:

[La pérdida de hielo global alcanza un nuevo récord \(nationalgeographic.com.es\)](https://www.nationalgeographic.com.es)

Salido, P.M, Santos, J.M., Gracia, M.D. (2018). Información no financiera como herramienta de transparencia. *Revista hispanoamericana de Historia de las Ideas*. 40, 116 – 132.

Sanz, D. (2020). Hayek and the cryptocurrency revolution. *Iberian Journal of the History of Economic Thought*. 7 (1), 15 – 28.

Scarpellini, S., Marín, L.M, Aranda, A., Portillo, P. (2019). Dynamic capabilities and environmental accounting for the circular economy in businesses. *Sustainability Accounting, Management and Policy Journal*. 11 (7), 1129 – 1158.

Screening of websites for “greenwashing”: half of green claims lack evidence. Extraído el 25 de septiembre de 2021:

[Screening of websites \(europa.eu\)](https://ec.europa.eu/eurostat)

Senn, J., Giordano – Spring, S. (2020). The limits of environmental accounting disclosure: enforcement of regulations, standarts and interpretative strategies. *Accounting, Auditing & Accountability Journal*. 33 (6), 1367 – 1393.

Sesé, D., Sanso, M. (2019). *Economía circular: tecnología digital y contexto urbano*. Universidad de Zaragoza.

Sempere, P. (2021, 31 de agosto). Los economistas elevan al 6% el crecimiento de España en 2022, pero alertan del nivel de inflación. *Cinco Días*. Recuperado de:

[Los economistas elevan al 6% el crecimiento de España en 2022, pero alertan del nivel de inflación | Economía | Cinco Días \(elpais.com\)](https://elpais.com)

Setién, G. (2021, 11 de mayo). Regulando la fiebre de las criptomonedas. *Legal Today*. Recuperado de:

[Regulando la fiebre de las criptomonedas - LegalToday](https://www.legaltoday.com)

Silva, V. M., César, V. (2019). A contabilidade ambiental como uma ferramenta eficaz à sustentabilidade. *Derecho y Cambio Social*. 56, 483 – 503.

Stern, N. (2006). El Informe Stern: la verdad sobre el cambio climático

Tasa de inflación por países 2021. Extraído el 3 de octubre de 2021:

[TASA DE INFLACIÓN - LISTA DE PAÍSES \(tradingeconomics.com\)](https://tradingeconomics.com)

Tasa uso criptomonedas enero – junio 2021. Extraído el 3 de octubre de 2021:

• [Gráfico: La adopción de las criptomonedas en el mundo | Statista](#)

TEDx Talks (2018). *Economía circular: desarrollo y bienestar*. Youtube. [Economía circular: desarrollo y bienestar | Manuel Laredo | TEDxUCBCochabamba - YouTube](#)

Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea (2013).

Tratado de Lisboa por el que se modifican el Tratado de la Unión Europea y el Tratado constitutivo de la Comunidad Europea, firmado en Lisboa el 13 de diciembre de 2007,

Tribunal de Justicia de las Comunidades Europeas. Sentencia de 7 de febrero de 1985, C – 240 / 83.

United Nations (2015). Guide to corporate sustainability. Recuperado de:

[publications/UN_Global_Compact_Guide_to_Corporate_Sustainability.pdf](https://publications.un.org/global-compact-guide-to-corporate-sustainability.pdf)
(d306pr3pise04h.cloudfront.net)

United Nations (2019). World Population Prospects 2019: Highlights Recuperado de:

[WPP2019_10KeyFindings.pdf \(un.org\)](https://www.un.org/wpp2019/10keyfindings.pdf)

University College London (2021). Energy Footprint of Blockchain Consensus Mechanisms Beyond Proof – of – Work. Recuperado de:

[UCL_CBT_DPS_Q32021_updated-1.pdf](https://ucl.ac.uk/cbt-dps-q32021-updated-1.pdf)

Vanci, M. (2021, 2 de marzo). Estos 3 proyectos de minería de bitcoin combaten la crisis medioambiental de la Tierra. *Cripto Noticias*. Recuperado de:

[Estos 3 proyectos de minería de bitcoin combaten la crisis medioambiental de la Tierra \(criptonoticias.com\)](https://criptonoticias.com)

Varriale, V., Cammarano, A., Michelino, F., Caputo, M. (2020). The Unknown Potencial of Blockchain for Sustainable Supply Chains. *Sustainability*. 12, 1 – 16.

Vidal, O. (2019, 15 de abril). Dedución por inversiones medioambientales en el Impuesto sobre Sociedades. ¿Un buen momento para rescatarla? *El Derecho*. Recuperado de:

[Dedución por inversiones medioambientales en el Impuesto sobre Sociedades. ¿Un buen momento para rescatarla? - El Derecho - Fiscal](#)

Walsh, D. (2021, 13 de mayo). ¿Qué es la criptomoneda “verde” Chia y hasta qué punto es ecológica? *Euronews*. Recuperado de:

[¿Qué es la criptomoneda "verde" Chia y hasta qué punto es ecológica? | Euronews](#)

Weetman, C. (2016). *A Circular Economy Handbook for Business and Supply Chains*. Kogan Page, Londres.

Yildizbasi, A. (2021). Blockchain and renewable energy: Integration challenges in circular economy era. *Renewable Energy*. 176, 183 – 197.