



## L'impatto delle criptovalute sull'ecosistema: analisi e possibili soluzioni

### *The impact of cryptocurrencies on the ecosystem: analysis and possible solutions*

PAOLA GRIMALDI 

RTdA, Professore a contratto di Diritto Privato  
Università degli Studi della Campania Luigi Vanvitelli

#### Abstract

La presente indagine si pone come obiettivo di analizzare l'impatto ambientale delle criptovalute nell'ambito delle iniziative avviate in ambito europeo. Dopo aver delineato un excursus storico delle criptovalute ed illustrato i principali interventi normativi adottati in materia dal legislatore italiano, verrà illustrata la nuova disciplina europea concernente il mercato delle cripto-attività, ovvero il Regolamento MiCA.

*The aim of this survey is to analyse the environmental impact of cryptocurrencies as part of the initiatives launched in Europe. After outlining a historical excursus of cryptocurrencies and illustrating the main regulatory interventions adopted on the subject by the Italian legislator, the new European regulation concerning the crypto-asset market, namely the MiCA Regulation, will be illustrated.*



-Keywords: Cripto-attività; Sostenibilità; Blockchain.

Summary: [Introduzione.](#) – [1. Le Criptovalute: origini e sviluppo.](#) – [2. Distributed Ledger Technologies \(DLT\).](#) – [3. Il Regolamento MiCA \(UE\) 2023/1114 relativo ai mercati delle cripto-attività.](#) – [4. Le altre principali criptovalute: le \*Alternative Coin\*.](#) – [5. L'impatto ambientale delle criptovalute.](#) – [Conclusioni.](#)

## Introduzione.

Negli ultimi anni si è assistito ad una rapida crescita e diffusione del mercato delle criptovalute che ha dato esito ad un processo di 'distruzione creativa' e posto l'accento sul tema della questione normativa delle stesse. Difatti, le criptovalute e la tecnologia alla base delle stesse - la blockchain - costituiscono una delle principali innovazioni in grado di cambiare in modo radicale e dirompente il settore finanziario<sup>1</sup>. Le criptovalute hanno dei tratti peculiari che le contraddistinguono dai principali strumenti di pagamento, incorporando diversi benefici e rischi<sup>2</sup>; tra i più discussi e richiamati rischi connessi al settore delle cripto-attività vi sono quello finanziario<sup>3</sup> e quello informatico<sup>4</sup>. Tuttavia, tra i vari rischi legati al fenomeno delle cripto-attività, una particolare attenzione merita l'impatto ambientale delle stesse<sup>5</sup>. In particolare, è necessario considerare i rischi derivanti da tutte quelle cripto-attività che utilizzano meccanismi di consenso particolarmente energivori che si basano sul "Proof-of-work" (PoW) e che, pertanto, richiedono un enorme sforzo computazionale ed un notevole consumo energetico; il Proof-of-Work rappresenta il meccanismo o l'algoritmo di consenso utilizzato dalle principali criptovalute, in primis bitcoin, il cui fine è quello di garantire il funzionamento, la sicurezza e la validazione delle transazioni all'interno della rete, inducendo i miners a competere tra loro per la risoluzione di complessi algoritmi matematici mediante dei processi computazionali altamente energivori. Analizzando, dunque, l'impatto ambientale delle principali criptovalute emergono le criticità delle stesse; la prima di esse è certamente relativa alla circostanza che i sistemi di mining PoW, rispetto ad altri sistemi, quali il Proof-

---

<sup>1</sup> La nascita delle criptovalute risale convenzionalmente al 2008 quando Satoshi Nakamoto pubblica il *White Paper* intitolato "*Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*", in cui enuncia i principi teorici e il funzionamento di Bitcoin, evidenziando le potenzialità derivanti dalla creazione di una versione *peer-to-peer* di valuta elettronica totalmente decentralizzata ed indipendente, ovvero fruibile in assenza di un'autorità centrale (quale una banca o un'istituzione finanziaria). Il successo di Bitcoin, ad oggi prima criptovaluta per capitalizzazione di mercato, ha dato luogo alla nascita di numerose criptovalute alternative denominate "*altcoin*".

<sup>2</sup> Sul punto v. R. BOCCHINI, *Lo sviluppo della moneta virtuale: primi tentativi di inquadramento e disciplina tra prospettive economiche e giuridiche*, in *Diritto dell'informazione e dell'informatica*, XXXII, 1, Milano, 2017, 28.

<sup>3</sup> Connesso principalmente all'elevata volatilità dei prezzi e all'assenza di una regolamentazione. Sul punto vedi G. ARCELLA, M. MANENTE, *Le criptovalute e le loro contraddizioni: tra rischi di opacità e di eccessiva trasparenza*, in *Notariato*, 2020, 23; L. AMMANATI, G.L. GRECO, *Piattaforme digitali, algoritmi e big data: il caso del credit scoring*, in *Riv. trim. dir. economia*, 2021, 290.

<sup>4</sup> Connesso, ad esempio, a malfunzionamenti tecnologici, all'hackeraggio o al furto delle chiavi crittografiche. Sul punto vedi V. LAUELLA, *Investire in Bitcoin Strategie, Opportunità e Rischi delle Criptovalute*, Milano, 2023.

<sup>5</sup> G. Falsone, *Crypto e Blockchain*, Tricase, 2022.

of-Stake (PoS), hanno un eccessivo impatto sull'ambiente essendo attività qualificabili come ad alta intensità energetica; in secondo luogo, l'estrazione e la validazione delle criptovalute generano il rilascio di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera; infine, il mining delle criptovalute presuppone l'utilizzo di hardware altamente specializzati soggetti a rapida obsolescenza, nonché dispositivi di raffreddamento che incidono sulla produzione dei rifiuti elettronici e sul problema dello smaltimento degli stessi.

Alla luce di tali premesse, la presente indagine si pone come obiettivo di analizzare l'impatto ambientale delle criptovalute nell'ambito delle iniziative avviate in ambito europeo; in particolare, ai fini della definizione di un quadro complessivo del fenomeno, verrà delineato un *excursus* storico delle criptovalute ed illustrato i principali interventi normativi adottati in materia dal legislatore italiano; verranno evidenziate le criticità connesse all'eccessivo consumo energetico, all'impronta ambientale e al problema dei rifiuti elettrici ed elettronici prodotti; verrà illustrata la nuova disciplina europea concernente il mercato delle cripto-attività, ovvero il Regolamento MiCA che è parte integrante del più ampio pacchetto per la finanza sostenibile adottato dalla Commissione europea

## 1. Le Criptovalute: origini e sviluppo.

Le nuove tecnologie hanno determinato una trasformazione radicale del tessuto economico, sociale e giuridico tanto da parlare oggi di rivoluzione e/o di era digitale<sup>6</sup>. Le innovazioni tecnologiche sfidano le tradizionali funzioni di intermediazione svolte dalle banche, rivoluzionando diversi settori quale appunto il settore dei mercati finanziari. Si è difatti assistito ad un'evoluzione della moneta e dei sistemi di pagamento che ha indotto l'affermazione di un'economia "*cashless*". Tra queste innovazioni meritano di essere citate proprio le criptovalute<sup>7</sup> - in accezione anglosassone *cryptocurrency* - nonché la *blockchain*, tecnologia alla base delle stesse<sup>8</sup>.

Al fine di comprendere il fondamento delle criptovalute, nonché il loro funzionamento, è utile partire dalle origini<sup>9</sup>. Tra i precursori nel settore delle criptovalute ritroviamo David Chaum, noto per i suoi contributi nell'ambito della crittografia<sup>10</sup>, della sicurezza informatica e dell'anonimato delle transazioni digitali; nel 1982 David Chaum, *PhD* in *Computer Science and Business Administration* alla *Berkley University*, pubblicava un paper intitolato "*Blind Signatures for Untraceable Paymentes*" nel quale esprimeva la possibilità di far funzionare un sistema di pagamenti anonimo. Egli presentava, pertanto, un protocollo in grado di garantire la *privacy* delle transazioni finanziarie digitali

---

<sup>6</sup> M. PETROCELLI, *Incoscienza digitale*, Roma, 2022.

<sup>7</sup> La Banca d'Italia precisa che <<il termine "valute virtuali" è utilizzato al solo scopo di identificare un fenomeno comunemente noto sotto tale denominazione; l'utilizzo del termine "valuta" non deve pertanto intendersi volto a definire la natura degli strumenti>>. Consultabile al sito: Banca d'Italia - Avvertenza sull'utilizzo delle cosiddette "valute virtuali" ([bancaditalia.it](http://bancaditalia.it)).

<sup>8</sup> C. E. PAPADIMITRIU, *Pagamenti elettronici e nuove tecnologie: profili giuridici*, in *Riv. elettronica dir., econ., management*, 2022, 3, 60.

<sup>9</sup> C. CIANFRONE, *Crittografia e diritto: l'evoluzione storica della crittografia*, in *Cyberspazio e dir.*, 2005, 95.

<sup>10</sup> Per una panoramica approfondita sul tema v. C.A. DE ROSA, *Sistemi di cifratura. Storia, principi, algoritmi e tecniche di crittografia*, Rimini, 2009.

mediante l'utilizzo di *blind signatures*, ovvero una forma di firma digitale in cui il contenuto del messaggio viene nascosto prima di essere firmato<sup>11</sup>. I nuovi sistemi di pagamento elettronico hanno infatti, da un lato, un rilevante impatto sulla *privacy* consentendo, ad esempio, a terzi la conoscenza del proprio stile di vita o delle proprie preferenze, dall'altro soffrono di controlli e sicurezza. Sulla base di questa innovativa idea, nel 1989 Chaum fondò *DigiCash Inc.* e sviluppò "*eCash*". *DigiCash* fu la prima società informatica ad integrare la moneta con la crittografia<sup>12</sup> affinché la stessa potesse essere trasferita senza essere tracciata dalla banca emittente, dal governo o da terzi. Le idee di Chaum sono state poi sviluppate all'interno del movimento di pensiero *cypherpunk*<sup>13</sup> che incoraggiava l'uso della crittografia quale strumento di difesa della *privacy*, considerato come un diritto imprescindibile del gruppo. Nel 1991 Stuart Haber e Scott Stornetta introducevano un prototipo della tecnologia che sarà alla base di *Bitcoin: la Blockchain*<sup>14</sup>; l'obiettivo era quello di introdurre una tecnologia che consentisse la marcatura temporale dei documenti digitali affinché gli stessi non potessero essere alterati. Nel 1997 il crittografo inglese Adam Back, proponendo un sistema antispam, teorizzava uno dei punti cardine della futura architettura dei *Bitcoin: la hashcash proof of work*<sup>15</sup>. Successivamente, nel 1998 Wei Dai, rinomato crittografo e membro della comunità *cypherpunk*, propose *b-money*, una valuta digitale decentralizzata al fine di progettare "un sistema di cassa elettronica distribuito e anonimo". Vennero proposti due protocolli: il primo, sebbene fosse considerato dallo stesso impraticabile, conteneva in sé le basi dell'attuale tecnologia *blockchain*<sup>16</sup>; il secondo protocollo, invece, introduceva il futuro sistema di verifica di *Bitcoin*. In entrambi i casi, i mittenti e i destinatari sono identificati mediante uno pseudonimo digitale non rintracciabile e ogni messaggio è firmato dal suo mittente e criptato al suo destinatario. Negli stessi anni Nick Szabo teorizzava gli "*smart contract*"<sup>17</sup> e proponeva *Bitgold*, una valuta digitale decentralizzata, che tuttavia non sarà mai concretamente implementata. Infine, un ulteriore contributo fondamentale è dato da Hal Finney, che nel 2004 introduceva un sistema chiamato RPoW (*Reusable Proof Of Work*) attraverso la teoria del *Proof of work*, ovvero l'algoritmo di consenso utilizzato da alcune criptovalute, in particolare *bitcoin*, per validare un blocco di transazioni<sup>18</sup>.

L'illustrato background storico, teorico e tecnologico ha condotto Satoshi Nakamoto a presentare alla rete i *Bitcoin*<sup>19</sup>.

Dal punto di vista normativo, si ravvisa che il legislatore italiano con il D. Lgs. n. 90 del 2017<sup>20</sup> ha introdotto la lett. qq) nell'art. 1, comma 2, del D. Lgs. n. 231

---

<sup>11</sup> D. CHAUM, *Advances in Cryptology: Proceedings of Crypto 83*, New York, 1984.

<sup>12</sup> F. BRUNTON, *Digital Cash: The Unknown History of the Anarchists, Utopians, and Technologists Who Created Cryptocurrency*, New Jersey, 2019.

<sup>13</sup> Sul punto v. J. CONTER, *Cypherpunk Revolution: a Bitcoin and Blockchain Primer*, USA, 2018; J. Lametta, *Kryptonite. Fuga dal controllo globale. Crittografia, anonimato e privacy nelle reti telematiche*, Torino, 2003.

<sup>14</sup> P. DE NATALE DUMAS, *Privacy e blockchain: quale integrazione possibile?*, in *Dir. Internet*, 2023, 177.

<sup>15</sup> A. SIMONE, *Bitcoin. L'evoluzione di una rivoluzione*, e-book, Victoria-Canada, 2023.

<sup>16</sup> P. RUBECHINI, *Criptoattività e blockchain*, in *Giornale dir. amm.*, 2023, 263.

<sup>17</sup> G. REMOTTI, *Blockchain smart contract – Un primo inquadramento*, in *Osservatorio dir. civ. e comm.*, 2020, 189.

<sup>18</sup> N. ATTICO, *Blockchain. Guida all'ecosistema. Tecnologia, business, società*, Milano, 2018, 4.

<sup>19</sup> S. NAKAMOTO, *Bitcoin Manifesto*, Milano, 2015.

<sup>20</sup> Recante <<Attuazione della direttiva (UE) 2015/849 relativa alla prevenzione dell'uso del sistema finanziario a scopo di riciclaggio dei proventi di attività criminose e di finanziamento del terrorismo e recante

del 2007<sup>21</sup>, meglio noto come Decreto Antiriciclaggio, fornendo una definizione normativa dell'espressione "valuta virtuale"<sup>22</sup> quale <<*rappresentazione digitale di valore, non emessa da una banca centrale o da un'Autorità pubblica, non necessariamente collegata a una valuta avente corso legale, utilizzata come mezzo di scambio per l'acquisto di beni e servizi e trasferita, archiviata e negoziata elettronicamente*>>. Definizione poi modificata ed ampliata con il D. Lgs. n.125 del 2019<sup>23</sup>, in virtù del quale una valuta virtuale è <<*una rappresentazione digitale di valore, non emessa né garantita da una banca centrale o da un'Autorità pubblica, non necessariamente collegata a una valuta avente corso legale, utilizzata come mezzo di scambio per l'acquisto di beni e servizi o per finalità di investimento e trasferita, archiviata e negoziata elettronicamente*>>. E' possibile individuare alcuni dei principali tratti distintivi delle suddette valute rispetto alle comuni valute a corso legale: le criptovalute non hanno natura fisica ma digitale; una criptovaluta non esiste come moneta cartacea o metallica, ma è una valuta esclusivamente digitale, poiché vengono create, memorizzate ed utilizzate su dispositivi elettronici e conservate in "portafogli elettronici" (i c.d. *wallet*)<sup>24</sup>; le criptovalute sono gestite in maniera decentralizzata considerato che la creazione di nuove unità di valuta e la verifica delle transazioni non dipende da un'autorità centrale ma è gestita direttamente dalla comunità di utenti, a differenza delle monete legali che sono emesse e controllate da una banca centrale o dal governo, come la Banca Centrale Europea (BCE) nell'area dell'euro o la Federal Reserve (FED) negli Stati Uniti; le criptovalute sono generalmente scambiate tra soggetti paritari (*peer-to-peer*): gli scambi avvengono direttamente tra gli utenti senza il ricorso di intermediari; le criptovalute utilizzano la crittografia sia per rendere le transazioni anonime e più sicure, sia per prevenire le truffe; difatti, a tale ultimo proposito, va sottolineato che l'uso della crittografia rende virtualmente impossibile falsificare le transazioni; le transazioni sono tracciabili perchè tutte le transazioni sono registrate sulla *blockchain* e sono pubbliche, sebbene venga garantito il rispetto della *privacy* grazie all'utilizzo di pseudonimi.

Tra i caratteri delle criptovalute, che maggiormente le differenziano da una moneta legale, va evidenziato che esse sono notoriamente volatili poichè i prezzi possono subire ampie fluttuazioni in un breve periodo di tempo; considerata, infatti, l'assenza di una regolamentazione consolidata e l'influenza

---

modifica delle direttive 2005/60/CE e 2006/70/CE e attuazione del regolamento (UE) n. 2015/847 riguardante i dati informativi che accompagnano i trasferimenti di fondi e che abroga il regolamento (CE) n. 1781/2006>>. Su <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2017/06/19/17G00104/sg>

<sup>21</sup> Recante <<Attuazione della direttiva 2005/60/CE concernente la prevenzione dell'utilizzo del sistema finanziario a scopo di riciclaggio dei proventi di attività criminose e di finanziamento del terrorismo nonché della direttiva 2006/70/CE che ne reca misure di esecuzione>>. Su <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2007/12/14/007X0246/sg>

<sup>22</sup> Per un approfondimento delle nuove e delicate problematiche che la valuta virtuale solleva sul piano giuridico, sia per il suo impiego in quanto moneta sia per l'utilizzo come oggetto di investimento, v. M. PASSARETTA, *La valuta virtuale nel sistema dei servizi di pagamento e di investimento*, Bari, 2023. Circa il tentativo fatto dalla dottrina di inquadrarne la natura giuridica v. R. BOCCHINI, *op. cit.*, 31 ss.

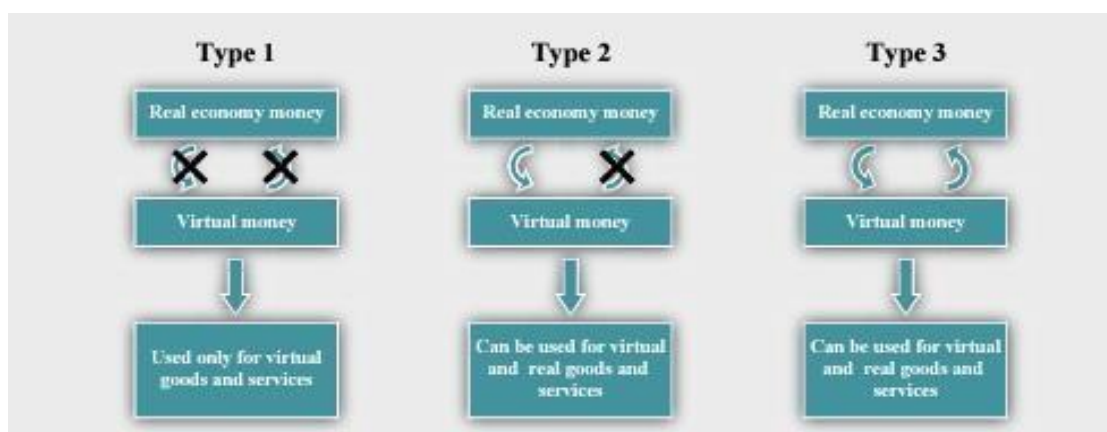
<sup>23</sup> Recante <<Modifiche ed integrazioni ai decreti legislativi 25 maggio 2017, n. 90 e n. 92, recanti attuazione della direttiva (UE) 2015/849, nonché attuazione della direttiva (UE) 2018/843 che modifica la direttiva (UE) 2015/849 relativa alla prevenzione dell'uso del sistema finanziario ai fini di riciclaggio o finanziamento del terrorismo e che modifica le direttive 2009/138/CE e 2013/36/UE>>. <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2019/10/26/19G00131/sg>

<sup>24</sup> G. ARAGUENA, D. JEGERSON, *I pagamenti elettronici. Dal baratto ai portafogli digitali*, Firenze, 2016.

della domanda e dell'offerta, i prezzi delle criptovalute tendono a variare continuamente inducendo gli investitori/risparmiatori ad intravedere nelle criptovalute una opportunità di speculazione. Pertanto, difficilmente, rispetto alla moneta legale, le criptovalute possono essere utilizzate come mezzo di scambio stabile o come riserva di valore. Proprio con riferimento alla funzione di pagamento, si ravvisa che l'art. 1277 c.c. prevede che <<*i debiti pecuniari si estinguono con moneta avente corso legale nello Stato al tempo del pagamento e per il suo valore nominale*>>; con le criptovalute, non avendo esse corso legale, non vi è alcun dovere giuridico di accettarle per l'estinzione delle obbligazioni pecuniarie, ma possono essere utilizzate per l'acquisto di beni o servizi solo se il venditore è disposto ad accettarle<sup>25</sup>.

Dalla suddetta, seppur breve, analisi è possibile iniziare a constatare i vantaggi ed i rischi delle criptovalute. Tra i vantaggi, è riscontrabile, evidentemente, la maggiore autonomia finanziaria garantita dalla disintermediazione o la maggiore tracciabilità e trasparenza delle transazioni, nonché il rispetto della *privacy*. Vantaggi che sono però controbilanciati da diversi rischi, come la già citata volatilità o l'uso delle criptovalute per attività criminali favorite dall'anonimato<sup>26</sup>.

Considerati non solo i benefici, ma anche i detti rischi derivanti dall'uso delle criptovalute, e tenuto conto della loro dirompente diffusione, emerge l'esigenza di una regolamentazione comune volta a proteggere gli investitori e a formulare un quadro normativo dedicato certamente più stabile <sup>27</sup> ; considerata l'esistenza di una pluralità di criptovalute, la Banca Centrale Europea<sup>28</sup> ha proposto tre modelli fondamentali di criptovalute in base alla loro interazione con l'economia reale:



(Fonte: BCE, *Virtual Currency Schemes*, 2012).

<sup>25</sup> V. ORSINI, *Della natura giuridica delle criptovalute*, in *Dir. mercato assic. e fin.*, 2021, 15. Per una panoramica completa sul punto si veda, inoltre, I.A. CAGGIANO, *Circolazione del denaro e strumenti di tutela*, Napoli, 2012.

<sup>26</sup> S.M. SCALERA, *Dlt asserviti a scopi illeciti: l'integrazione del reato di riciclaggio tramite l'utilizzo di criptovalute*, in *Antiriciclaggio & compliance*, 2023, 123; N. MAINIERI, N. DI GABIELE, *Utilizzi a scopi illeciti delle criptovalute: recenti profili giurisprudenziali e normativi italiani ed internazionali e riferimenti al mercato degli Nft*, in *www.giurisprudenzapenale.com*, 2022, 6.

<sup>27</sup> M. IRRERA, *criptovalute e NFT: il quadro normativo di riferimento*, in *Dir. ed economia impr.*, 2022, 614.

<sup>28</sup> EUROPEAN CENTRAL BANK, *Virtual Currency Schemes*, 2012, 13 ss. Consultabile al sito: <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/other/virtualcurrencyschemes201210en.pdf>



la moneta virtuale chiusa che può essere utilizzata solo all'interno di un determinato sistema o di una determinata piattaforma. Ne sono un esempio le valute dei giochi online<sup>29</sup> che possono essere utilizzate per acquistare oggetti e servizi all'interno del gioco stesso, ma non possono essere scambiate o convertite in valuta reale. La moneta virtuale unidirezionale consente le transazioni soltanto in una direzione, ovvero la valuta virtuale può essere acquistata utilizzando la valuta reale, ma non è possibile riconvertirla nella valuta originale. Tuttavia, mentre con una moneta virtuale chiusa è possibile acquistare solo beni e servizi virtuali, con la moneta virtuale unidirezionale è generalmente possibile acquistare anche beni e servizi reali<sup>30</sup>. La moneta virtuale bidirezionale consente agli utenti di scambiare facilmente la moneta virtuale con la moneta reale e viceversa. Ne sono un esempio i *bitcoin*, che possono essere sia acquistati che venduti in cambio di moneta reale<sup>31</sup>. In particolare, si ravvisa che le criptovalute, secondo quanto previsto dal legislatore europeo nella direttiva 2018/843/UE<sup>32</sup>, non sono riconducibili alla categoria delle monete elettroniche<sup>33</sup>, in quanto non sono necessariamente legate ad una valuta legalmente istituita<sup>34</sup>.

Tra le monete virtuali si annoverano poi i c.d. *stablecoins*, ovvero una forma di criptovaluta che, a differenza delle altre, cerca di mantenere un valore stabile rispetto ad una determinata unità di misura<sup>35</sup>. Pertanto, gli *stablecoins* non presentano la volatilità che contraddistingue normalmente le criptovalute, in quanto il loro valore è legato o a quello di una valuta *fiat* (come il dollaro) o a quello di una *commodity* (come l'oro). Gli *stablecoins*, rispetto alle criptovalute, sono riconducibili alla categoria della moneta elettronica e possono essere considerati degli strumenti di pagamento alternativi alla moneta<sup>36</sup>. Dati i rilevanti sviluppi registrati dai sistemi di valuta virtuale nonché l'esponentiale crescita e diffusione di nuove criptovalute, la Banca Centrale Europea ha poi

---

<sup>29</sup> Sul punto v. D. WOLMAN, *The End of Money. Indagine sul futuro del denaro: avvento e sopravvento di un mondo senza contanti*, Roma, 2015; R. BOCCHINI, *op. cit.*, 36; F. SABRY, *Moneta locale*, Bologna, 2024.

<sup>30</sup> L. DI LORENZO, *L'eredità digitale*, in AA.VV., *Notaio e nuove tecnologie*, 2/2021, Arezzo, 2021.

<sup>31</sup> Per un approfondimento della terminologia di settore cfr. [Le criptovalute - EDUCAZIONE FINANZIARIA - CONSOB](#).

<sup>32</sup> Direttiva (UE) 2018/843 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 30 maggio 2018 che modifica la direttiva (UE) 2015/849 relativa alla prevenzione dell'uso del sistema finanziario a fini di riciclaggio o finanziamento del terrorismo e che modifica le direttive 2009/138/CE e 2013/36/UE. Consultabile al sito: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=celex%3A32018L0843>

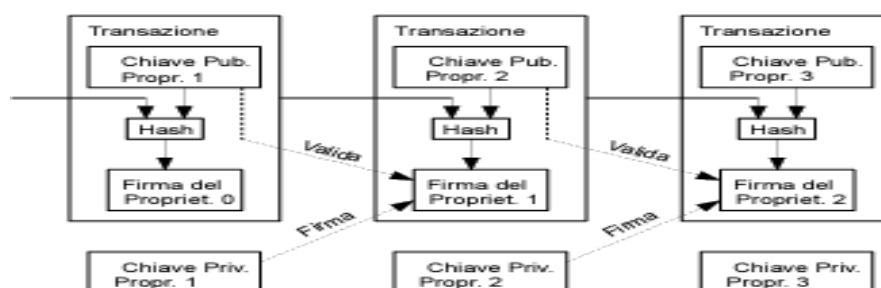
<sup>33</sup> Una prima definizione di "moneta elettronica" è fornita dal legislatore italiano dall'art. 1, co. 2, lett. h-ter), del d.lgs. 1 settembre 1993, n.385, ai sensi del quale, per <<moneta elettronica>> si intende: <<il valore monetario memorizzato elettronicamente, ivi inclusa; la memorizzazione magnetica rappresentato da un credito nei confronti dell'emittenti che sia emesso per effettuare operazioni di pagamento come definite all'art. 1, comma 1, lettera c), del decreto legislativo 27 gennaio 2010, n. 11m e che sia accettato da persone fisiche e giuridiche diverse dall'emittente>>. Si prevede altresì <<che non costituisce moneta elettronica: il valore monetario memorizzato sugli strumenti previsti dall'articolo 2, comma 2, lettera m), del decreto legislativo 27 gennaio 2010, n. 11; il valore monetario utilizzato per le operazioni di pagamento previste dall'articolo 2, comma 2, lettera n), del decreto legislativo 27 gennaio 2010, n.11>>. Consultabile al sito: <https://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:decreto.legislativo:1993-09-01;385!vig>

<sup>34</sup> A tale conclusione è pervenuta anche la Corte di giustizia, secondo cui "le valute virtuali sono diverse dalla moneta elettronica come definita dalla direttiva 2009/110/CE, in quanto, a differenza di tale moneta, nel caso delle valute virtuali i fondi non sono espressi nell'unità di calcolo tradizionale, ad esempio in euro, ma nell'unità di calcolo virtuale, ad esempio il 'bitcoin'" (Corte di Giustizia dell'Unione Europea, Sez. V, Sent. 22/10/2015, n. 264/14).

<sup>35</sup> C.K. ODINET, *The Private Law and Stablecoins*, Arizona, 2022.

<sup>36</sup> A. CINQUE, *La Blockchain. Smart contract, cripto-attività, applicazioni pratiche*, Pisa, 2022, 135ss.

presentato un secondo *report* nel 2015<sup>37</sup> nel quale la BCE stima l'esistenza di circa 500 differenti criptovalute constatando che il numero è in costante crescita. Le criptovalute alternative a *Bitcoin* sono comunemente chiamate '*altcoin*'<sup>38</sup>. Queste monete alternative sono nate per diverse ragioni, come migliorare alcuni punti deboli di *Bitcoin* (ad esempio, migliorare la velocità di convalida delle transazioni), altre, invece, nascono con l'obiettivo di sfruttare la crescente attenzione rivolta dal pubblico a questo fenomeno e pertanto truffare gli investitori<sup>39</sup>. Per quanto concerne la categorizzazione dei diversi tipi di sistema di valuta virtuale, la BCE distingue in primis tra sistemi centralizzati (gestiti e controllati da un soggetto) e sistemi decentralizzati (che si caratterizzano per l'assenza di un emittente e di un amministratore e si fondano sul *peer-to-peer* e su una *blockchain* condivisa, come ad esempio *Bitcoin*), a seconda dell'emissione e del successivo modello di amministrazione. Focalizzando l'attenzione sui sistemi di valuta virtuale decentralizzati, che rappresentano la maggioranza di tutti i modelli, la BCE definisce le diverse categorie nelle quali le criptovalute possono essere raggruppate, in base alle loro caratteristiche e funzionalità. Una prima caratteristica per la quale le criptovalute possono differire sono i sistemi di validazione o algoritmi di consenso, ovvero le modalità utilizzate per validare le transazioni effettuate e mettere in sicurezza la rete; ad esempio, il meccanismo di creazione del consenso utilizzato da *Bitcoin* per la validazione delle transazioni, è noto come *Proof-of-Work* (PoW)<sup>40</sup> e dipende interamente dalla potenza computazionale.



Le transazioni nella rete Bitcoin

(Fonte: Satoshi Nakamoto, "*Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*", 2008)

Un'alternativa che cerca di fronteggiare sia i problemi relativi all'ingente consumo di energia sia la possibilità di manipolazione attraverso un monopolio sul mining è quella del *Proof-of-Stake* (PoS)<sup>41</sup>; in un sistema PoW utenti o gruppi di utenti che controllano il 51% della potenza di calcolo complessiva della rete potrebbero dettare il funzionamento generale del sistema e manipolare le transazioni (questo è noto come l'attacco del 51%). Quindi, a differenza del *Proof-of-Work*, dove l'attività di *mining* è legata alla potenza di calcolo, il *Proof-of-Stake* è legato al numero di unità di valuta posseduta da

<sup>37</sup> EUROPEAN CENTRAL BANK, *Virtual Currency Schemes - a further analysis*, 2015. Consultabile al sito: <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/other/virtualcurrencyschemesen.pdf>

<sup>38</sup> R. GORINI, *Crypto Economy*, Milano, 2022.

<sup>39</sup> E. HARROD, *Altcoin*, California, 2018.

<sup>40</sup> A. BARNINI, A. AGLIETTI, *Bitcoin in action. SegWit, Bitcoin Script & Smart Contracts*, Roma, 2020.

<sup>41</sup> V. BUTERIN, *Proof of Stake The Making of Ethereum and the Philosophy of Blockchains*, New York, 2022.



ciascun utente nella rete. Con il Proof-of-Stake viene pertanto garantita una maggiore efficienza energetica e una maggiore velocità di convalida delle transazioni. Le criptovalute possono poi differire per l'algoritmo utilizzato, ovvero la procedura matematica con la quale si calcolano e si elaborano i dati (ad esempio, l'algoritmo utilizzato da *Bitcoin* è *SHA-256*<sup>42</sup>). Ancora, possono differire, per la quantità di moneta offerta che può essere fissa (come in *Bitcoin*) o flessibile e, ancora, possono differire per le diverse funzionalità<sup>43</sup>.

## 2. Distributed Ledger Technologies (DLT).

Spesso in letteratura si suole indicare i termini *Blockchain* e *Distributed Ledger Technologies* (DLT)<sup>44</sup> come sinonimi, sebbene vi siano invece delle evidenti differenze. Al riguardo, il legislatore italiano ha introdotto il concetto di *Distributed Ledger* nell'ordinamento con il Decreto-legge 135/2018<sup>45</sup>, convertito in legge 11 febbraio 2019, n.12.

Ai sensi dell'art. 8-ter, comma 1: <<si definiscono "tecnologie basate su registri distribuiti" le tecnologie e i protocolli informatici che usano un registro condiviso, distribuito, replicabile, accessibile simultaneamente, architetturealmente decentralizzato su basi crittografiche, tali da consentire la registrazione, la convalida, l'aggiornamento e l'archiviazione di dati sia in chiaro che ulteriormente protetti da crittografia verificabile da ciascun partecipante, non alterabili e non modificabili>><sup>46</sup>.

Nonostante la volontà del legislatore italiano di fornire una base normativa che consenta alle aziende di usufruire della suddetta tecnologia, il primo comma dell'art. 8-ter è stato oggetto di diverse critiche da parte degli esperti in materia, i quali hanno evidenziato il persistente stato di incertezza nonostante l'intervento normativo verificatosi<sup>47</sup>. L'espressione "tecnologie

---

<sup>42</sup> Il termine SHA è l'acronimo di <<Secure Hash Algorithm>>. Sul punto v. D. CAPOTI, E. COLACCHI, M. Maggioni, *Bitcoin Revolutio. La moneta digitale alla conquista del mondo*, Milano, 2015, 1-7.

<sup>43</sup> Nonostante le numerose differenze, tutte le criptovalute sono accomunate per la presenza di una pluralità di soggetti che operano nel "sistema"; i principali attori coinvolti sono: gli inventori (*inventors*), ovvero quel soggetto o gruppo organizzato la cui identità può essere nota o sconosciuta (come nel caso di *Bitcoin*) che crea una nuova valuta virtuale, il suo codice e protocollo sottostante e ne sviluppa la parte tecnica; gli emittenti (*issuers*), ovvero coloro che si occupano di generare nuove unità di valuta; I minatori (*miners*), ovvero coloro che volontariamente rendono disponibile la realizzazione dei processi informatici necessari per la convalida delle transazioni, o meglio dei blocchi (un insieme di transazioni è raggruppata in una struttura denominata "blocco"), aggiungendole alla blockchain; gli utenti (*users*), ovvero coloro che decidono di ottenere valuta virtuale per l'acquisto di beni e servizi (virtuali o reali) o per effettuare pagamenti o per scopi di investimento (inclusa la speculazione).

<sup>44</sup> P. OLIVER, *Blockchain 101. Distributed Ledger Technology (DLT)*, Toronto, 2018.

<sup>45</sup> Decreto-legge 14 dicembre 2018, n. 135 (in Gazzetta Ufficiale - Serie generale - n. 290 del 14 dicembre 2018), coordinato con la legge di conversione 11 febbraio 2019, n. 12, recante: «Disposizioni urgenti in materia di sostegno e semplificazione per le imprese e per la pubblica amministrazione». Consultabile al sito: [https://www.gazzettaufficiale.it/atto/serie\\_generale/caricaDettaglioAtto/originario?atto.dataPubblicazione=Gazzetta=2019-02-12&atto.codiceRedazionale=19A00934&elenco30giorni=true](https://www.gazzettaufficiale.it/atto/serie_generale/caricaDettaglioAtto/originario?atto.dataPubblicazione=Gazzetta=2019-02-12&atto.codiceRedazionale=19A00934&elenco30giorni=true)

<sup>46</sup> Ai sensi dell'art. 8-ter, al comma 2: <<si definisce "smart contract" un programma per elaboratore che opera su tecnologie basate su registri distribuiti e la cui esecuzione vincola automaticamente due o più parti sulla base di effetti predefiniti dalle stesse (...)>> e al comma 3 prosegue prevedendo che <<la memorizzazione di un documento informatico attraverso l'uso di tecnologie basate su registri distribuiti produce gli effetti giuridici della validazione temporale elettronica di cui all'articolo 41 del regolamento (UE) n. 910/2014 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 Luglio 2014>>.

<sup>47</sup> AA.VV., *La governance delle blockchain e dei sistemi basati sulla tecnologia dei registri distribuiti*, Banca d'Italia, 2023.

basate su registri distribuiti” viene utilizzata dal legislatore come sinonimo del termine “*blockchain*”, tralasciando che, in realtà, la *blockchain* è una *species* particolare del *genus* delle *distributed ledger technologies*, ossia delle tecnologie a registro distribuito. La suddetta diversità è appurata anche dalla Risoluzione del Parlamento Europeo del 3 ottobre 2018 sulle tecnologie di registro distribuito e *blockchain*<sup>48</sup>, laddove si afferma che <<la *blockchain* è solo uno dei vari tipi di DLT; che alcune soluzioni DLT memorizzano tutte le singole transazioni in blocchi collegati tra di loro in ordine cronologico per creare una catena che garantisce la sicurezza e l'integrità dei dati>>. Sostanzialmente, il termine “*Distributed Ledger Technologies*” descrive un particolare tipo di sistema distribuito dove le informazioni possono essere consultate e modificate dagli utenti che partecipano alla rete - c.d. nodi - senza la necessità di una terza parte fiduciaria. È possibile, pertanto, constatare la differenza rispetto ad un sistema centralizzato ove è possibile individuare un'istituzione o controparte centrale nella quale gli utenti ripongono la propria fiducia<sup>49</sup>. Per converso, nei sistemi decentrati, la presenza di un'autorità fiduciaria è sostituita da un meccanismo di consenso distribuito. In particolare si può definire la *blockchain* come un database distribuito che funge da libro mastro o registro delle transazioni e che si fonda su un meccanismo alternativo di fiducia. Si tratta, pertanto, di un particolare *distributed ledger technologies*, in cui il registro è strutturato in ‘blocchi concatenati’ cronologicamente collegati e controllati e validati dagli utenti del *network*. Per ciascun blocco componente la catena logica, vi è l'indicazione della provenienza e dell'ora di esecuzione attribuita attraverso un meccanismo di crittografia e di marcatura temporale (*timestamping*)<sup>50</sup>. Pertanto, la *blockchain* ha rinnovato il modo di registrare le transazioni e di conservare i dati, garantendo la tracciabilità, la trasparenza e la sicurezza delle transazioni. Si parla, in particolare, di un sistema *trustless*, dal momento che i partecipanti non debbono conoscersi o fidarsi l'uno dell'altro o di un'autorità centrale affinché il sistema funzioni. Una particolare caratteristica della *blockchain* è l'introduzione della “scarsità digitale”<sup>51</sup> poiché la *blockchain* consente <<di rendere scarsa l'informazione, dando valore ad un bene immateriale>><sup>52</sup>. Grazie all'uso di tecnologie crittografiche, l'asset sarà unico e non replicabile<sup>53</sup>.

Al fine di garantire l'adeguamento della disciplina in materia di servizi finanziari all'era digitale, nonché di favorire lo sviluppo di tecnologie

---

<sup>48</sup> Risoluzione del Parlamento europeo del 3 ottobre 2018 sulle tecnologie di registro distribuito e blockchain: creare fiducia attraverso la disintermediazione (2017/2772(RSP)). Consultabile al sito: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX%3A52018IP0373>

<sup>49</sup> C. GOLA, J. SEDLMEIR, *Addressing the Sustainability of Distributed Ledger Technology*, in *Questioni di Economia e Finanza (Occasional Papers)*, Banca d'Italia, n.670, 2022, 6. Consultabile al sito: [https://www.bancaditalia.it/pubblicazioni/qef/2022-0670/QEF\\_670\\_22.pdf?language\\_id=1](https://www.bancaditalia.it/pubblicazioni/qef/2022-0670/QEF_670_22.pdf?language_id=1)

<sup>50</sup> C. PERNICE (2019), *Distributed ledger technology, blockchain e smart contracts: prime regolazioni*, in *InnovazioneDiritto*, 2019. Consultabile al sito: <https://www.innovazionediritto.it/distributed-ledger-technology-blockchain-e-smart-contracts-prime-regolazioni>.

<sup>51</sup> L'introduzione della c.d. “scarsità digitale” è rilevante anche nell'ambito di *Bitcoin*, dove si è riusciti così a risolvere il problema del *double spending*, consentendo di evitare la duplicazione della moneta ai fini del suo utilizzo per una molteplicità di transazioni. E. GIOVANARDI, D. DE SIMONE, *Siamo tutti non fungibili*, Firenze, 2022, 1-6.

<sup>52</sup> S. SARZANA, F. IPPOLITO, M. NICOTRA, *Diritto della Blockchain, intelligenza artificiale e IoT*, Milano, 2018, 18.

<sup>53</sup> C. SANDEI, *L'offerta iniziale di cripto-attività*, Torino, 2022, 3; F. MATTASSOGLIO, *Moneta e tecnologia*, Torino, 2022, 21.

trasformative nel settore finanziario e la diffusione della tecnologia a registro distribuito (DLT), il 30 maggio 2022 è stato approvato il Regolamento 2022/858 (Regolamento DLT) <<relativo a un regime pilota per le infrastrutture di mercato basate sulla tecnologia a registro distribuito e che modifica i regolamenti (UE) n. 600/2014 e (UE) n. 909/2014 e la direttiva 2014/65/UE>><sup>54</sup>.

Con il suddetto Regolamento, all'articolo 2 punto 1), è stata fornita una nuova definizione di tecnologia a registro distribuito (DLT), quale <<tecnologia che consente il funzionamento e l'uso dei registri distribuiti>>, ove per registro distribuito, ai sensi dell'articolo 2 punto 2), si intende un <<archivio di informazioni in cui sono registrate le operazioni e che è condiviso da una serie di noti di rete DLT ed è sincronizzato tra di essi, mediante l'utilizzo di un meccanismo di consenso>><sup>55</sup>.

Si precisa che il regime pilota relativo alla tecnologia di registro distribuito (DLT) è parte integrante del più ampio pacchetto sulla finanza digitale (*Digitale Finance Package*) adottato dalla Commissione Europea<sup>56</sup>.

In conclusione, sul punto, emerge una rilevante attenzione da parte del legislatore europeo, rispetto alle nuove tecnologie e al fenomeno delle cripto-attività, spinto da una necessità di garantire lo sviluppo di un quadro normativo uniforme e stabile, volto a colmare le lacune esistenti nonché garantire un adeguato livello di stabilità finanziaria e di tutela dei consumatori.

### 3. Il Regolamento MiCA (UE) 2023/1114 relativo ai mercati delle cripto-attività.

Il MiCA (*Market in Crypto-Assets*) costituisce il primo regolamento del mercato delle cripto-attività ed una delle principali applicazioni della tecnologia a registro distribuito (DLT). Approvato il 31 maggio 2023, a conclusione di un percorso lungo e tortuoso avviato nel 2020, è stato pubblicato nella Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea il 9 giugno 2023 introducendo progressivamente le nuove regole al fine di consentire ai singoli Stati membri l'attuazione delle norme nello stesso contenute<sup>57</sup>. In particolare, le norme relative ai *token* collegati ad attività (titolo III) e ai *token* di moneta elettronica (titolo IV) entreranno in vigore a partire dal 30 giugno 2024, mentre

---

<sup>54</sup> Consultabile al sito: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX%3A32022R0858>.

<sup>55</sup> Ai sensi dell'art. 2 punto 3) del Regolamento (UE) 2022/858 per meccanismo di consenso si intendono <<le regole e le procedure con cui si raggiunge un accordo tra i nodi di rete DLT sulla convalida di un'operazione>>, ove per nodo di rete DLT, ai sensi dell'art. 2 punto 4), si fa riferimento ad <<un dispositivo o un'applicazione informatica che è parte di una rete e che detiene una copia completa o parziale delle registrazioni di tutte le operazioni eseguite tramite il registro distribuito>>.

<sup>56</sup> Il detto pacchetto comprende: a) un regolamento relativo "alla resilienza operativa digitale per il settore finanziario" (*Digital Operational Resilience Act*): il Regolamento DORA (Regolamento (UE) 2022/2554); b) un regolamento relativo ad "un regime pilota per le infrastrutture di mercato basate sulla tecnologia DLT": il Regolamento DLT o Regime Pilota DLT (Regolamento (UE) 2022/858); c) un regolamento "relativo ai mercati delle cripto-attività": il Regolamento MiCA (Regolamento (UE) 2023/1114 "Market in Crypto Asset"), che mira a regolamentare i *crypto-assets* non qualificabili come "strumenti finanziari" (ai sensi dell'art.4, paragrafo 1, punto 15, della direttiva 2014/65/UE).

<sup>57</sup>A. FILIPPETTA, *Approvato il MiCA: il regolamento (UE) 2023/1114 del 31.5.2023 relativo ai mercati delle cripto-attività* in [www.personaemercato.it](http://www.personaemercato.it), 2, 2023; C. BOCCADUTRI, *Approvato il Regolamento europeo MiCA sulle criptovalute*, 2023. Consultabile al sito: <https://www.boccadutri.com/it/approvato-il-regolamento-europeo-mica-sulle-criptovalute/>.

le altre disposizioni si applicheranno dal 30 dicembre 2024<sup>58</sup>.

Il Regolamento MiCA è strutturato in nove titoli e 149 articoli e risulta molto ben articolato nei contenuti; esso nasce nell'ambito di un quadro normativo instabile ed inadeguato alla disciplina del mercato delle cripto-attività, a seguito della constatazione del decisivo incremento della capitalizzazione di mercato di alcune criptovalute, che come già ribadito, costituiscono una delle principali applicazioni delle tecnologie di registro distribuito<sup>59</sup>. Il mercato delle cripto-attività, sebbene sia ancora di dimensioni modeste, è in continua crescita favorendo così la nascita e la diffusione di nuovi sottoinsiemi di cripto-attività che presentano disparate caratteristiche. Rilevante è, tra l'altro, anche l'utilizzo e la diffusione delle cripto-attività come mezzo di pagamento in grado di rendere le transazioni più veloci ed efficienti.

Sebbene alcune cripto-attività siano riconducibili alla categoria degli strumenti finanziari e pertanto soggette alla disciplina vigente in materia, altre cripto-attività non sono qualificabili come strumenti finanziari e pertanto sottratte all'ambito di applicazione della legislazione UE in materia di servizi finanziari; queste ultime, non essendo regolamentate, espongono i consumatori, gli investitori ed in generale i possessori a rischi data l'assenza di disposizioni in materia di tutela dei consumatori, protezione degli investitori e di prevenzione di abusi di mercato<sup>60</sup>. Per fronteggiare i rischi appena elencati, alcuni Stati Membri hanno provveduto ad introdurre una propria disciplina sul fenomeno delle cripto-attività, determinando così una frammentazione tra i diversi ordinamenti giuridici in grado di minare la stabilità finanziaria del mercato. Nel descritto contesto, gli obiettivi del Regolamento MiCA possono essere individuati proprio nella volontà di: a) garantire certezza del diritto, ovvero un quadro giuridico solido in relazione al regime applicabile alle cripto-attività non assimilabili alla categoria degli strumenti finanziari, così da consentire uno sviluppo del mercato delle cripto-attività nell'ambito dell'Unione Europea; b) sostenere l'innovazione e la concorrenza leale nell'ambito di un quadro giuridico armonizzato e *ad hoc* per i mercati delle cripto-attività; c) garantire la tutela e la protezione degli investitori e dei consumatori, mitigando e affrontando i rischi a cui gli stessi sono esposti, nonché garantendo l'integrità del mercato, vietando determinati comportamenti quali l'abuso di mercato, l'abuso di informazioni privilegiate, la manipolazione del mercato;; d) garantire la stabilità finanziaria.

Oggetto del MiCA sono le cripto-attività così come definite dall'art. 3, par.1, n.5, <<*rappresentazione digitale di valore o di diritti che possono essere trasferiti e memorizzati elettronicamente, utilizzando la tecnologia di registro distribuito o una tecnologia analogica*>>. Il legislatore europeo ha volutamente introdotto una definizione di cripto-attività omnicomprensiva del fenomeno al fine di evitare vuoti normativi portati dalla nascita di nuovi sottoinsiemi di cripto-attività. Si tratta, quindi, di rappresentazioni digitali di valore o diritti che possono essere trasferiti e memorizzati su una *blockchain* o su una tecnologia analogica.

---

<sup>58</sup> L'articolo 149 paragrafo 2 prevede l'applicazione del Regolamento dal 30 dicembre 2024; tuttavia il paragrafo 3 prevede altresì che <<*in deroga al paragrafo 2, i titoli III e IV si applicano dal 30 giugno 2024*>>.

<sup>59</sup> P. BONOLIS, G. FLORIO, *La proposta di Regolamento Mica sulle cripto-attività*, 2023. Consultabile al sito <https://cms.law/it/ita/publication/la-proposta-di-regolamento-mica-sulle-cripto-attivita>.

<sup>60</sup> Per una panoramica approfondita sui rischi derivanti dalla mancanza di tutela legislativa v. R. BOCCHINI, *op. cit.*, 43 ss.

Ancora una volta, con riferimento alla tecnologia, è introdotta una definizione non specifica ma volutamente generica al fine di comprendere tutte le tipologie esistenti (come le *blockchain* centralizzate, decentralizzate, ibride o comunque tecnologie analoghe se fungono da registro distribuito). Pertanto, il termine “tecnologie analoghe” appare ampio e vario, sollevando in molti il naturale interrogativo di quali siano le suddette tecnologie<sup>61</sup>.

Con riferimento all’ambito oggettivo di applicazione, il Regolamento in analisi, nel rispetto del principio <<*stesse attività, stessi rischi, stesse norme*>> e al fine di garantire il coordinamento con la normativa del settore finanziario, distingue tra le cripto-attività che non sono qualificate come strumenti finanziari, le cripto-attività assimilabili alla categoria degli strumenti finanziari e le cripto-attività prive di una specifica disciplina. Pertanto, non rientrano nell’ambito di applicazione dello stesso le cripto-attività soggette alla disciplina esistente in materia di servizi finanziari. In particolare, entro il 30 dicembre 2024, l’ESMA dovrà elaborare orientamenti finalizzati a precisare le condizioni e i criteri affinché una cripto-attività possa essere qualificata come uno strumento finanziario (Reg. MiCA, art. 2 par. 5).

Ai sensi dell’articolo 2, par.3, <<*il presente Regolamento non si applica alle cripto-attività che sono uniche e non fungibili con altre cripto-attività*>>, ovvero non si applica con riferimento ai *Non-Fungible-Token* (NFT)<sup>62</sup>.

La Commissione per i problemi economici e monetari del Parlamento europeo (ECON), il 14 marzo 2022 ha adottato la propria posizione sulla proposta di Regolamento Mica, pubblicata nel settembre 2020<sup>63</sup>. Particolarmente interessante, in tale ambito, fu infatti la proposta di inserire nel presente Regolamento degli stringenti requisiti di sostenibilità ambientale con riferimento ai meccanismi di consenso particolarmente energivori quali il PoW, utilizzato *in primis* da *bitcoin*. La proposta sottoponeva i presenti meccanismi di consenso ad un piano di eliminazione, al fine di favorire una graduale transizione verso dei meccanismi di consenso con un minor impatto ambientale e quindi con un minore consumo energetico. A tal fine, alcuni emendamenti del regolamento prevedevano un divieto (o “*ban*”) per i prestatori dei servizi relativi alle criptovalute di includere, nella gamma di prodotti offerti, valute non compatibili con i criteri di valutazione ESG.

Pertanto, al fine di raggiungere gli obiettivi climatici ed energetici posti a livello europeo ed enfatizzati nel *Green Deal* europeo, emerge nell’ambito del Regolamento Mica il tema dell’impatto ambientale in connessione con la finalità di disciplinare il settore delle cripto-attività. Difatti, nel considerando 7 del detto Regolamento, la Commissione Europea, prevedendo che i meccanismi di consenso utilizzati dalle principali cripto-attività (*in primis*, meccanismi di consenso PoW) possano avere principali impatti negativi sul clima e sull’ambiente<sup>64</sup>, introduce nuovi obblighi in capo agli operatori del mercato di

---

<sup>61</sup> R. VIOLA, L. DE BIASE, *Il codice del futuro. La carta europea dei diritti digitali e il senso dell’innovazione*, Milano, 2023.

<sup>62</sup> C. TREVISI, R.M. VISCONTI, A. CESARETTI, *Non-Fungible Tokens (NFT): business models, legal aspects, and market valuation*, in *Media laws - Riv. dir. media*, 2022, 332.

<sup>63</sup> A. PANTALEO, *Crypto e MiCA: respinto il divieto sul Proof of Work, il meccanismo di consenso di Bitcoin ed Ethereum*, 2022. Consultabile al sito: [MiCA: respinto il divieto sul Proof of Work usato da Bitcoin ed Ethereum \(dirittoaldigitale.com\)](https://www.dirittoaldigitale.com)

<sup>64</sup> Dove si chiarisce che <<*nel determinare se gli impatti negativi sono principali è opportuno tener conto del*

cripto-attività. Si richiama quindi la necessità di mitigare gli impatti negativi derivanti dall'utilizzo di meccanismi di consenso particolarmente energivori mediante il ricorso a delle soluzioni più rispettose per l'ambiente.

#### 4. Le altre principali criptovalute: le *Alternative Coin*.

Si riporta uno schema delle principali criptovalute nella tabella che segue, dove sono ordinate in senso decrescente per capitalizzazione di mercato.

Nome criptovaluta	Prezzo (USD)	Capitalizzazione di mercato (USD)	Unità in circolazione	Volume (24h)
<b>Bitcoin</b>	\$30,355.09	\$589.790.350.366	19.429.700 BTC	\$18.734.837.621 (617.833 BTC)
<b>Ethereum</b>	\$1,936.74	\$232.799.676.484	120.201.621 ETH	\$9.195.669.282 (4.756.061 ETH)
<b>Theter</b>	\$1.00	\$83.636.493.466	83.613.851.903 USDT	\$83.132.958.510 (83.105.902.680 USDT)
<b>BNB</b>	\$249.54	\$38.889.886.953	155.848.936 BNB	\$686.614.812 (2.759.581 BNB)
<b>XRP</b>	\$0.727	\$38.197.868.914	52.544.091958 XRP	\$5.859.609.537 (8.087.339.492 XRP)
<b>USD Coin</b>	\$0.9999	\$27.282.274.527	27.282.282.461 USDC	\$4.302.632.607 (4.302.974.026 USDC)
<b>Cardano</b>	\$0.3351	\$11.720.930.760	34.976.492.815 ADA	£555.437.134 (1.666.563.557 ADA)

(Elaborazione su dati: <https://coinmarketcap.com/it/>)

La maggior parte delle suddette criptovalute replicano i meccanismi che sono alla base del funzionamento di Bitcoin; altre, invece, presentano diverse funzionalità ed innovazioni volte a superare i limiti di Bitcoin (come gli alti tempi necessari per la validazione delle transazioni o l'elevata volatilità). Per completezza di esposizione si procede, pertanto, ad una sintetica disamina delle caratteristiche peculiari di alcune delle principali criptovalute in elenco:

- **Ethereum** (Ether): proposta nel 2013 dal programmatore Vitalik Buterin e lanciata nel 2015, rappresenta la seconda criptovaluta per

---

principio di proporzionalità e delle dimensioni e del volume delle cripto-attività emesse>>>.

capitalizzazione di mercato dopo Bitcoin. Si ravvisa che il termine "Ethereum" è utilizzato per indicare la tecnologia mentre l'Ether è la criptovaluta della blockchain Ethereum<sup>65</sup>;

- *Tether* (USDT)<sup>66</sup>: lanciata nel 2014, viene progettata con lo scopo di superare i limiti dettati dall'elevata volatilità delle altre criptovalute. Al fine di garantire la stabilità, i *Tether* sono ancorati al dollaro statunitense; si tratta pertanto di uno *stablecoin*<sup>67</sup>.
- *Ripple* (XRP)<sup>68</sup>: XRP è stata ideata nel 2012 da Chris Larsen e Jed McCaleb. A differenza delle altre criptovalute si tratta di una valuta centralizzata controllata dalla società *Ripple*. Altra particolarità è che il *Ledger XRP* (la *blockchain*) non utilizza un meccanismo di consenso *Proof of Work* (come Bitcoin) o *Proof of Stake* (come Ethereum)<sup>69</sup>. Si propone come un'alternativa al sistema SWIFT (acronimo di *Society for Worldwide Interbank Financial Telecommunication*) ed è utilizzata da numerose istituzioni finanziarie e da grandi imprese.

## 5. L'impatto ambientale delle criptovalute.

Negli ultimi anni si è assistito ad una esponenziale crescita degli investimenti in crypto-attività che ha posto l'accento sul tema dell'impatto ambientale e della effettiva sostenibilità delle stesse<sup>70</sup>. Difatti, nonostante le criptovalute si presentino quali *asset* digitali, questo non vuol dire che siano ad impatto zero. Analizzando il problema dell'impatto ambientale, particolare attenzione meritano tutte quelle crypto-attività che utilizzano meccanismi di consenso che si basano sul *Proof-of-Work*. Il suddetto meccanismo, introdotto per la prima volta con Bitcoin, è ad oggi utilizzato da molte altre criptovalute e si fonda sull'utilizzo delle risorse computazionali per la risoluzione di determinati algoritmi matematici. Difatti, nel caso delle criptovalute come Bitcoin che si basano su tecnologie *blockchain* decentralizzate, il compito di verificare la correttezza e la validità dei blocchi da aggiungere al registro pubblico è affidata agli stessi utenti della rete mediante un processo denominato *mining*. <<Quando si parla di *mining*, si intende il processo di condivisione della potenza di calcolo degli hardware partecipanti alla rete>><sup>71</sup> volto a verificare la validità delle transazioni e a generare nuove unità di valuta. Per entrambe le operazioni

---

<sup>65</sup> L'idea alla base di *Ethereum* è di andare oltre il semplice registro delle transazioni, ovvero non consente soltanto l'esecuzione delle transazioni e lo scambio di moneta digitale, ma anche la creazione e distribuzione di applicazioni decentralizzate sulla rete. Per una panoramica d'insieme v. A. HOFFMANN, *Bitcoin ed Ethereum - La Rivoluzione della Nuova Finanza Decentralizzata* (DeFi), Palermo, 2023.

<sup>66</sup> S.A. CHAMBERS, *Money Has No Value*, Berlino, 2023.

<sup>67</sup> I *Tether* erano inizialmente emessi sulla *Blockchain* di Bitcoin utilizzando il protocollo di trasporto "*Omni Layer*"; attualmente, invece, è disponibile su altre *Blockchain*, quale *Ethereum*.

<sup>68</sup> J. GROOM, A. VELLACOTT, *Ripple The big effects of small behaviour changes in business*, Petersfield, 2020.

<sup>69</sup> L'obiettivo principale era quello di ideare una tecnologia che consentisse lo scambio di fondi e l'esecuzione di una pluralità di transazioni a livello globale ed in tempo reale il più velocemente possibile e con bassi costi.

<sup>70</sup> S. D'ALESSANDRO, E. PEDILARCO, *Sustainable Data Gap Earthrise e finanza sostenibile: strumenti finanziari Green e strategia ESG alla luce della normativa europea*, Milano, 2023.

<sup>71</sup> M. PAOLINI, *Bitcoin e mining: qual è il loro impatto ambientale*, 2022. Consultabile al sito: <https://quifinanza.it/green/bitcoin-mining-impatto-ambientale/640370/>.



i nodi della rete devono risolvere complessi problemi computazionali, altamente energivori, allo scopo di scoraggiare potenziali malintenzionati. La suddetta risoluzione richiede, pertanto, un enorme sforzo computazionale considerato il massiccio consumo di energia. Sebbene un ampio numero di sostenitori della *Proof of Work* abbia individuato nell' elevato consumo di energia richiesto uno dei punti di forza del protocollo, dimostratosi sicuro e resistente agli attacchi, in realtà è proprio focalizzandosi sull'impatto ambientale che emergono le criticità dello stesso. La prima criticità che emerge è legata all'elevato consumo energetico con le connesse emissioni di carbonio e  $CO_2$ , aggravata dalla circostanza che i *miners* tendono ad aggregarsi ed a operare in paesi caratterizzati dall' elettricità a basso costo e che spesso fanno ancora affidamento su energia a base di carbone, che rappresenta la fonte fossile più inquinante. L'uso di energia da fonti non rinnovabili nel *mining* delle criptovalute contribuisce all'aumento delle emissioni di carbonio e all'effetto serra.

Altro aspetto da considerare è legato alla diffusione delle criptovalute: <<alla crescita della catena corrisponde un proporzionale aumento nel dispendio di energia e di costi, determinando un allungamento considerevole dei tempi di validazione di ciascun blocco>><sup>72</sup>. Sostanzialmente, una maggiore diffusione delle criptovalute comporta un incremento delle transazioni e dell'energia richiesta. Difatti, se inizialmente i problemi matematici erano risolvibili da chiunque fosse in possesso di un computer, attualmente i *miners* sono indotti a creare le c.d. *mining farm* o *mining pool*, ovvero centri che raccolgono un ampio numero di *miners* e che dispongono di *hardware* altamente specializzati per il *mining* delle criptovalute, nonché di sistemi di raffreddamento essenziali per il contenimento della temperatura dei dispositivi elettronici<sup>73</sup>. Tale sistema impatta sulla produzione di rifiuti elettronici e di conseguenza sull'ambiente, dal momento che l'evoluzione e la diffusione delle criptovalute induce i *miners* a dotarsi di sistemi di calcolo sempre più avanzati con la conseguente precoce obsolescenza dei precedenti *hardware*.

Alla luce delle considerazioni fatte si ravvisa pertanto che, al fine di analizzare l'impatto ambientale delle criptovalute, vi sono diversi fattori da considerare: a) il consumo energetico; b) il *carbon footprint*; c) la produzione di rifiuti elettrici ed elettronici e loro smaltimento.

Per quanto concerne il consumo energetico delle criptovalute, in risposta alle crescenti preoccupazioni sulla sostenibilità e sull'impatto ambientale delle stesse e al fine di quantificare il consumo di energia elettrica nel *mining* a livello mondiale, un team di ricercatori del *Cambridge Centre for Alternative Finance*, ha sviluppato il *Cambridge Bitcoin Electricity Consumption Index* (CBECI)<sup>74</sup>, un indice che fornisce stime aggiornate della domanda di energia giornaliera di Bitcoin, nonché una stima del consumo di energia elettrica annualizzato.

Nello specifico il CBECI, al fine di fornire una stima in tempo reale del consumo di energia elettrica della rete Bitcoin, ha adottato una metodologia che si basa su un approccio ibrido *top-down*, sviluppato inizialmente da Marc

---

<sup>72</sup> A. CINQUE, *La Blockchain. Smart contract, cripto-attività, applicazioni pratiche*, Pisa, 2022, 25.

<sup>73</sup> V. BHATNAGAR, *Data Mining in Dynamic Social Networks and Fuzzy Systems*, Pennsylvania, 2013.

<sup>74</sup> L. SCHIERA, *Clean air, technology, glocalization*, in *Sostenibilità globale e culture giuridiche comparate*, Atti del Convegno SIRD Milano 22.4.2022, Milano 2022, 245.

Bevand<sup>75</sup> nel 2017, costruendo un paniere di *hardware* in base al presupposto che i *miners* sono agenti economici razionali e che pertanto utilizzano soltanto *hardware* redditizi.

In particolare, si ravvisa che la domanda effettiva di energia non può essere determinata a causa della natura decentralizzata della rete e pertanto vengono introdotti due limiti: il limite inferiore (*floor*) e il limite superiore (*ceiling*)<sup>76</sup>; entro i due detti limiti è compresa una stima approssimativa ma più accurata della domanda di energia.

Tale modello quindi consente di determinare l'energia elettrica totale consumata dalla rete *Bitcoin*, espressa in gigawatt (GW); questo dato viene aggiornato ogni giorno andando ad indicare la velocità con cui i *miners* consumano elettricità e pertanto consente di descrivere la domanda. Inoltre, viene stimato il consumo annuo di elettricità della rete, espresso in terawattora (TWh).

Lo studio condotto dall'Università di Cambridge ha messo in evidenza come la quantità di energia impiegata per il *mining* di criptovalute sia comparabile al consumo energetico di numerosi Stati. In particolare, ad oggi, si stima che il *mining* di *Bitcoin* abbia richiesto un quantitativo energetico pari a 118.46 TWh, superando il consumo annuale dei Paesi Bassi (113.3 TWh) e delle Filippine (98.5 TWh)<sup>77</sup>.

L'analisi sul consumo energetico delle principali criptovalute consente di stimare l'energia elettrica utilizzata dal processo di *mining*; mentre l'analisi dell'impronta ambientale delle criptovalute consente di determinare le implicazioni del processo di *mining*<sup>78</sup>.

Difatti, al fine di comprendere l'impatto ambientale delle criptovalute, è necessario correlare i dati ottenuti sui consumi energetici alle diverse fonti di energia che alimentano il processo di *mining* procedendo così a quantificare le emissioni inquinanti. In particolare, dagli studi effettuati dai ricercatori di Cambridge, emerge che, ad oggi, le emissioni di gas serra riconducibili alla rete *Bitcoin* sono pari a 60.96 milioni di tonnellate di anidride carbonica equivalente (MtCO<sub>2</sub>e)<sup>79</sup>. Inoltre, dalla ricerca effettuata è emerso che i *miners* tendono a concentrarsi in quei paesi in cui il clima, le caratteristiche geopolitiche e il costo dell'elettricità agevolano il processo di *mining*<sup>80</sup>; difatti è possibile constatare che le *mining farm* tendono a concentrarsi in quei paesi noti per i bassi costi energetici o per il clima freddo che favorisce il raffreddamento delle

---

<sup>75</sup> M.L.PERUGINI, *Distributed Ledger Technologies e sistemi di Blockchain Digital Currency, Smart contract e altre applicazioni*, 2018, 130.

<sup>76</sup> Il limite inferiore rappresenta la domanda di energia teorica minima ed è stimato ipotizzando che i *miners* utilizzino apparecchiature sempre più efficienti dal punto di vista energetico; mentre il limite superiore rappresenta la domanda di energia teorica massima ed è stimato ipotizzando che i *miners* utilizzino sempre le apparecchiature meno efficienti dal punto di vista energetico, fintanto che il funzionamento delle stesse sia ancora redditizio in termini di costi dell'elettricità.

<sup>77</sup> CCAF Digital Tools- *Cambridge Centre for Alternative Finance*, 2023. Consultabile al sito: <https://ccaf.io/cbnsi/cbeci/comparisons>

<sup>78</sup> R. GORINI, *Crypto economy. Bitcoin, blockchain, DeFi e NFT. Come funziona la nuova economia digitale*, Macerata, 2022.

<sup>79</sup> Bitcoin greenhouse gas emissions, *Cambridge Bitcoin Electricity Consumption Index*, 2023. Consultabile al sito: <https://ccaf.io/cbnsi/cbeci/ghg>

<sup>80</sup> F. MARZOCCA, *Quanto inquina un bitcoin?*, 2023. Consultabile al sito: <https://www.acronico.it/2021/12/17/quanto-inquina-un-bitcoin/>.

apparecchiature minerarie funzionanti a pieno regime<sup>81</sup>.

In tale contesto, il crescente consumo energetico delle principali criptovalute nonché le preoccupazioni del loro impatto sul clima hanno indotto oltre 250 aziende ed operatori dei settori delle criptovalute, della finanza, della tecnologia, delle ONG e dell'energia e del clima a riunirsi e dar vita al *Crypto Climate Accord (CCA)*<sup>82</sup>. Tale accordo nasce dall'iniziativa di tre organizzazioni quali *Energy Web*, *Rocky Mountain Institute (RMI)* e *Alliance for Innovative Regulation (AIR)*, al fine di avviare un'iniziativa, ispirata agli accordi sul clima di Parigi, volta alla decarbonizzazione dell'industria delle criptovalute, dando priorità al clima e sostenendo la transizione dell'intero settore verso emissioni nette di gas serra pari a zero<sup>83</sup>. In particolare, sono stati posti due ambiziosi obiettivi: 1) raggiungere l'azzeramento delle emissioni derivanti dal consumo di energia elettrica entro il 2030 per i firmatari del CCA; 2) sviluppare standard *open source*, strumenti e tecnologie che possano accelerare e favorire lo sviluppo di *blockchain* alimentate al 100% da fonti rinnovabili entro il 2025.

Come anticipato, altro fattore da considerare nell'ambito dell'ampia analisi dell'impatto ambientale delle criptovalute è la rapida obsolescenza degli *hardware* utilizzati per il processo di *mining*, causa di un conseguente aumento dei rifiuti elettronici e di ulteriore consumo di energia necessaria per il raffreddamento dei dispositivi utilizzati.

Nello specifico, nell'ambito dei rifiuti elettronici un problema che si pone è proprio il loro smaltimento<sup>84</sup>. Difatti i RAEE sono caratterizzati da materiali, metalli pesanti e sostanze chimiche che sono altamente tossici – come, ad esempio, il mercurio e il piombo – che penetrando nel suolo e inquinando l'acqua e l'aria possono costituire un danno per l'ambiente e per la salute umana se non gestiti in modo appropriato<sup>85</sup>.

Nell'ambito delle criptovalute, in particolare nel caso di *Bitcoin*, il problema dei rifiuti è causato dalla circostanza che, affinché il *mining* sia redditizio, è necessario l'utilizzo di dispositivi sempre più sofisticati, altamente specializzati, con una elevata potenza di calcolo, che pertanto comportano un elevato dispendio energetico che si traduce automaticamente in inquinamento

---

<sup>81</sup> I paesi principali in cui operano i *miners* di criptovalute includono: gli Stati Uniti (37.84% dell'hashrate totale), la Cina (21.11%) e il Kazakistan (13.22%). La Cina era fino al 2020 la destinazione principale dei *miners* di *Bitcoin* che sfruttavano principalmente l'energia idroelettrica; tuttavia, nel giugno 2021 sono stati emessi divieti al *mining* di criptovalute a causa dell'elevato consumo energetico e la conseguente emissione di carbonio. La decisione del governo cinese ha indotto ad una redistribuzione geografica dei *miners*. La repressione mineraria in Cina ha determinato una riduzione della quota di energie rinnovabili che alimentano la rete *Bitcoin* dal 41,6% al 25,1%, inducendo i *miners* ad operare in paesi dove l'elettricità si basa principalmente sul gas o sul carbone, quale il Kazakistan, e pertanto aumentando l'impronta di carbonio. In particolare, lo spostamento verso il Kazakistan ha determinato un peggioramento dei risultati dal momento che viene bruciato principalmente carbone fossile, che ha il più alto contenuto di carbonio tra tutti i tipi esistenti. Pertanto, i divieti imposti dalla Cina al *mining* di criptovalute non hanno avuto evidentemente i risultati sperati sulle emissioni di *Bitcoin*. Per una panoramica recente ed approfondita sul tema v. A. DE VRIES, U. GALLERSDORFER, L. KLAABEN, C. STOLL, *Revisiting Bitcoin's carbon foot print*, 2022. Consultabile al link: <https://doi.org/10.1016/j.joule.2022.02.005>.

<sup>82</sup> L. SCHIERA, *op.cit.*, 246.

<sup>83</sup> *Crypto Climate Accord*. Consultabile al sito: <https://cryptoclimate.org/>

<sup>84</sup> F. MANNUCCI, *Rifiuti elettronici ed elettrici* in *Riv. guardia di finanza*, 2005, 2073.

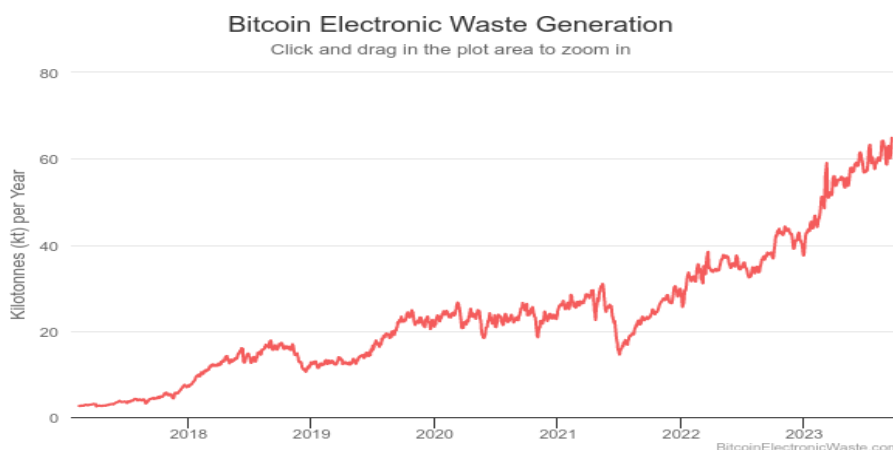
<sup>85</sup> Quando si parla di rifiuti elettronici o RAEE - Rifiuti da Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche - si fa riferimento a quei rifiuti derivanti da qualunque apparecchiatura o dispositivo elettrico o elettronico che per il loro funzionamento dipendono da correnti elettriche o da campi elettromagnetici.

ambientale<sup>86</sup>.

Altro fattore allarmante da considerare, in virtù delle osservazioni fatte, è che il *mining* richiede l'utilizzo di *hardware* specializzati che, però, hanno una breve vita a causa della forte obsolescenza; i suddetti dispositivi devono pertanto essere continuamente sostituiti ma difficilmente possono essere riutilizzati - proprio a causa della loro alta e settoriale specializzazione - divenendo immediatamente rifiuti. Pertanto, la rete *Bitcoin* non ha solo un problema energetico ma genera anche notevoli quantità di rifiuti elettronici - cd. *e-waste*<sup>87</sup>.

È stato creato quindi il *Bitcoin Electronic Waste Monitor* per fornire informazioni sulla quantità di rifiuti elettronici generati dalla rete *Bitcoin*; nello specifico, viene fornita una stima della quantità annuale di rifiuti elettronici prodotti, nonché una stima con riferimento ad una singola transazione.

Su tale ultimo aspetto esaminato, le ricerche e gli studi condotti evidenziano come, al fine risolvere il problema della sostenibilità delle criptovalute, ed in particolare di *bitcoin* quale prima criptovaluta per capitalizzazione di mercato, è necessario non solo ricorrere all'energia rinnovabile ma implementare anche delle politiche volte ad una corretta gestione dei rifiuti elettronici considerato che attualmente, a livello globale, solo il 20% di tutti i rifiuti elettronici viene riciclato, mentre la restante parte finisce in discariche cagionando danni non solo a livello ambientale ma anche per la salute umana<sup>88</sup>.



*Produzione di rifiuti elettronici in kt/anno (1kt=1000ton)*  
Fonte: Digiconomist, "Bitcoin Electronic Waste Monitor", <https://digiconomist.net/bitcoin-electronic-waste-monitor/>

<sup>86</sup> Nel 2009 il *mining* veniva effettuato utilizzando le Unità di Elaborazione Centrale (CPU). Inizialmente, tra l'altro, l'attività di *mining* non era un'attività profittevole dato il prezzo di scambio delle criptovalute; pertanto, i costi dell'energia potevano agevolmente superare il valore dei ricavi. Successivamente le CPU sono state sostituite dalle Unità di Elaborazione Grafica (GPU) che consentono di risolvere più velocemente gli algoritmi crittografici rispetto alle CPU. Ad oggi, le CPU non sono più efficienti per il *mining* delle criptovalute, mentre le GPU sono utilizzate ancora per il *mining* di alcune altcoin. Nel 2012 è stato poi introdotto il *mining* ASIC (acronimo di *Application Specific Integrated Circuit*) ovvero un circuito integrato specifico per determinate applicazioni. Come suggerisce la denominazione, si tratta di dispositivi che sono progettati per uno scopo specifico (ovvero, in questo ambito, per estrarre criptovalute). Quindi con l'ASIC *mining* si fa riferimento ad una modalità di *mining* che prevede l'utilizzo di sistemi ad alte prestazioni conosciuti come ASIC. Sul punto v. M. CALCAGNO, *Cosa è l'ASIC mining e come funziona*, 2021. Consultabile al sito: <https://www.hola-cripto.com/corso-criptovalute/cosa-e-asic-mining-e-come-funziona/>.

<sup>87</sup> J. LEPAWSKY, *Reassembling Rubbish Worlding Electronic Waste*, Cambridge, 2018.

<sup>88</sup> F. CUMO, A. S. SFERRA, E. PENNACCHIA, *Usa, disuso, riuso*, Milano, 2015, 9.

## Conclusioni.

A conclusione di quanto esposto ed indagato fin qui, bisogna chiedersi se le criptovalute possano rappresentare un ostacolo alla realizzazione degli obiettivi generali prefissati, su scala nazionale ed europea, di sviluppo sostenibile e di contrasto al cambiamento climatico. La Banca Centrale Europea (BCE) che è da tempo impegnata nel contrasto dei devastanti effetti del cambiamento climatico, analizzando l'impatto ambientale ed il consumo energetico delle criptovalute e focalizzando la propria attenzione sul *mining* quale possibile ostacolo al raggiungimento degli obiettivi posti a livello europeo verso una transizione verde, ha pubblicato uno studio noto come *Mining the environment- is climate risk priced into crypto-assets?*<sup>89</sup>. Secondo l'indagine della BCE, la crescente diffusione dei *crypto-asset* e la significativa impronta di carbonio degli stessi sta contribuendo a mettere a rischio la transizione verde del settore finanziario.

A questo punto, è necessario chiedersi se le criptovalute e la sostenibilità siano un binomio compatibile, considerando le diverse alternative possibili. Una alternativa certamente più sostenibile è la migrazione verso dei meccanismi di consenso maggiormente rispettosi dell'ambiente, come nel caso di *Ethereum*; iniziativa avviata, nell'ambito dell'acceso dibattito in materia di impatto ambientale, a seguito di numerose critiche da parte della stessa comunità dei *crypto-asset*. Tuttavia, se una parte della comunità dei *crypto-asset* ha raggiunto la consapevolezza della necessità di implementare un cambiamento nel rispetto dell'ambiente, altra parte dei sostenitori delle criptovalute continua a considerare i meccanismi di consenso PoW, maggiormente sicuri, ritenendo che i meccanismi PoS rappresentino una minaccia alla decentralizzazione del sistema. Difatti, nell'ambito dei meccanismi di consenso PoS la sicurezza del sistema è assicurata dalla presunzione che l'utente, che possiede il maggior numero di *asset*, non abbia interesse ad attaccare il sistema stesso ma a validare correttamente le transazioni dal momento che un attacco finirebbe, inevitabilmente, per ledere anche i suoi interessi. Un sistema così implementato può, quindi, mettere a rischio la decentralizzazione inducendo ad un accentramento nelle mani di pochi ossia di coloro che posseggono il maggior numero di *asset*. Proprio in risposta alla necessità di un intervento attivo da parte delle autorità, si collocano le disposizioni contenute nel Regolamento MiCA, in cui sono posti particolari obblighi ai fornitori di servizi di *crypto-asset* al fine di informare correttamente i risparmiatori sui consumi energetici e sugli impatti ambientali delle stesse.

A tal proposito, ci si è chiesti se proprio la categoria degli utenti *inconsapevoli* ed *inesperti* che utilizzano Bitcoin non debba essere tutelata da particolari obblighi informativi<sup>90</sup>; difatti, l'informazione al pubblico delinea un ulteriore fattore chiave nell'ambito della transizione verde, ovvero emerge, con un peso sempre più ampio, il ruolo degli investitori socialmente responsabili e consapevoli, i quali dovranno impegnarsi ad indirizzare i propri capitali in quei

---

<sup>89</sup> I. GSCHOSSMANN, A. KRAAIJ, P.L. BENOIT, E. ROCHER, *Mining the environment – is climate risk priced into crypto-assets?*, 2022. Consultabile al sito: [Mining the environment – is climate risk priced into crypto-assets? \(europa.eu\)](https://www.ecb.europa.eu/press/pr/2022/08/20220816_mining_the_environment_en.html).

<sup>90</sup> R. BOCCHINI, *op. cit.*, 44.

*crypto-asset* in linea con gli obiettivi ESG a cui guardano sempre più settori imprenditoriali.

Attraverso l'analisi condotta nel presente lavoro sui punti di forza e criticità del rapporto tra criptovalute ed esigenze di tutela ambientale, può evidentemente affermarsi che le criptovalute non sono necessariamente incompatibili con la sostenibilità ambientale; al contrario, esse possono offrire dei vantaggi rispetto al sistema bancario tradizionale, che già di per sé ha un impatto ecologico non trascurabile<sup>91</sup>.

Le criptovalute costituiscono, dunque, una realtà in continua evoluzione ed innovazione, che presenta delle sfide ma anche delle opportunità per la tutela dell'ambiente e, se da un lato, appare necessario regolamentare e monitorare il loro impatto energetico, dall'altro è certamente possibile sfruttare il loro potenziale per promuovere una transizione verso una economia più verde ed inclusiva. È auspicabile che, anche attraverso l'uso delle criptovalute, opportunamente regolamentate in ogni loro aspetto, si possa contribuire a rendere il settore bancario una industria sostenibile *by design*, un sistema flessibile ed aperto all'innovazione, con un elevato tasso di digitalizzazione; il che vuol dire un minor consumo di carta, una minore mobilità e quindi minori emissioni inquinanti.

---

<sup>91</sup> Infatti, le banche utilizzano molte risorse materiali, come carta, plastica, metallo, per la produzione e la gestione dei contanti, delle carte di credito, degli sportelli automatici e degli edifici. Inoltre, le banche dipendono da una complessa infrastruttura informatica che richiede energia per funzionare e per mantenersi entro parametri termici precisi. Di tutto interesse sul punto risulta la lettura sul Rapporto ambientale 2023 stilato dalla Banca d'Italia e consultabile al sito [Banca d'Italia - Rapporto Ambientale - 2023 \(bancaditalia.it\)](https://www.bancaditalia.it).