

LUISS



Corso di laurea in Economia e Management

Cattedra di Informatica

# **La tokenizzazione degli asset reali e il loro impatto nella finanza tradizionale**

Prof. Luigi Laura

Giacomo Donzellini  
270981

---

RELATORE

---

CANDIDATO

Anno Accademico 2023/2024



# INDICE:

## INTRODUZIONE

### CAPITOLO I

#### 1.1 Introduzione alle criptovalute

#### 1.2 La tecnologia Blockchain

##### 1.2.1 Blockchain pubbliche, private ed ibride

##### 1.2.2 Tecnologie simili: DLT e DDBMS

##### 1.2.3 Classificazione e spiegazione dei nodi nella Blockchain

##### 1.2.4 Il problema dei generali bizantini e la soluzione di Satoshi

### CAPITOLO II

#### 2.1 Bitcoin

##### 2.1.1 La sua creazione

##### 2.1.2 Il mining

##### 2.1.3 L'halving e l'impatto sulla price action

##### 2.1.4 Lo stock-to-flow

##### 2.1.5 BTC come riserva di valore

#### 2.2 Ethereum

##### 2.2.1 La sua creazione e le Applicazioni Decentralizzate

##### 2.2.2 Le stable-coin

##### 2.2.3 La Finanza decentralizzata

## CAPITOLO III

### 3.1 La Tokenizzazione

3.1.1 Che cosa è un token

3.1.2 Vantaggi e svantaggi della Tokenizzazione

3.1.3 Le tipologie di token

### 3.2 I Real World Assets

3.2.1 Introduzione ai Real World Assets

3.2.2 Alcuni vantaggi del settore RWA

3.2.3 Come avviene il processo di Tokenizzazione

3.2.4 Fornitori di infrastruttura ed asset provider

3.2.5 Le tipologie di asset RWA

3.2.6 Correlazione tra Real World Asset e aumento dei tassi di interesse

3.2.7 Panoramica del settore RWA

## CONCLUSIONI

## FONTI E BIBLIOGRAFIA

# INTRODUZIONE

Il seguente elaborato si propone di verificare, analizzando i rispettivi punti di forza e di debolezza, se l'utilizzo di tecnologie informatiche legate al mondo delle criptovalute possano portare beneficio economico e pratico ad individui ed aziende nell'ambito del commercio di titoli tangibili e non.

Nella prima parte si proverà a fornire un quadro economico-sociale del contesto nativo della prima criptovaluta; dopodiché ci si soffermerà sulla spiegazione tecnica e di utilizzo della tecnologia alla base dell'innovazione: la Blockchain.

Nella parte centrale verranno illustrati nello specifico gli esempi delle due monete digitali più capitalizzate.

Nel primo caso verranno ricostruiti gli accadimenti che hanno portato alla nascita di Bitcoin, per poi esaminare il suo processo di creazione e la circolazione sulla rete ed infine si forniranno modelli teorici e matematici per ricercare il valore della moneta.

Nel caso di Ethereum, invece, dopo aver richiamato la sua origine ed aver chiarito il suo funzionamento, verranno resi noti gli strumenti nativi della piattaforma che hanno dato vita alla finanza decentralizzata.

Per quanto concerne il terzo capitolo, il candidato esporrà il concetto di token e tokenizzazione, al fine di introdurre ed analizzare i Real World Assets.

Si definirà poi il settore, con relativi vantaggi e svantaggi, il funzionamento della tecnologia che permette la rappresentazione on-chain e le tipologie di asset tokenizzati.

In aggiunta, verrà trattata la correlazione dell'innovativa tecnologia con i trend inflattivi degli ultimi anni per motivare la crescita che stanno vivendo gli RWA.

Da ultimo, si fornirà una panoramica dettagliata degli strumenti presenti sulle piattaforme di investimento nella finanza decentralizzata, andando a studiare i dati raccolti e ad illustrare grafici per comprendere a pieno le possibilità di rendita di investitori pubblici e retail.

Infine, il candidato trarrà le conclusioni cui è pervenuto, osservando con spunti personali la tecnologia ed il futuro che si prospetta.

# CAPITOLO I

## 1.1 Preambolo storico

Per comprendere al meglio l'aspetto focale di questa tesi, è importante introdurre alcuni concetti fondamentali per capire il mondo delle criptovalute.

L'obiettivo che il presente elaborato si prefissa è quello di porre le sue radici nella comprensione del settore RWA, una branca della finanza decentralizzata estremamente innovativa e poco conosciuta anche dai più esperti del campo.

La finanza tradizionale, nel corso degli ultimi anni, ha chiaramente beneficiato dall'evoluzione tecnologica e informatica, che, sia dalla prospettiva dell'investitore istituzionale che dell'investitore retail, ha permesso la semplificazione ed automazione di molti processi.

La sicurezza è uno dei primi aspetti che evidenziano questo cambiamento, tanto è vero che l'autenticazione multi-fattore e l'introduzione di crittografia avanzata sono divenuti usuali nella validazione delle operazioni finanziarie.

Inoltre, l'automatizzazione dei processi di compra-vendita, intermediazione e trasferimento, unita all'esecuzione di transazioni finanziarie effettuabili in pochi secondi, ci permette di acquistare una azione o un ETF con una facilità paragonabile ad un ordine su un sito di e-commerce.

L'accesso a nuovi mercati, basta pensare a quanto ormai sia facile negoziare titoli di tutto il mondo con commissioni di operatività estremamente ridotte, è un ulteriore tassello che la tecnologia ha messo a disposizione del mondo finanziario.

Tuttavia, il progresso è incessante: programmatori e sviluppatori implementano ogni giorno tecnologie più veloci e i costi di commissione, seppur ridotti, pesano sulle operazioni finanziarie; la sicurezza informatica ha fatto passi da gigante e con il progresso si presentano nuove opportunità e con esse nuove sfide.

Talvolta però è proprio l'indole umana che minaccia la compiuta sinergia tra il mercato ed i suoi investitori.

La mano invisibile, citando Adam Smith, è sempre a controllare il mercato, in alcuni casi punisce e in altri casi premia i suoi seguaci, segue delle regole che noi stessi abbiamo inventato ed è la rappresentazione della somma dei nostri redditi, investimenti e del consumo collettivo.

Ma allora perché avvenimenti catastrofici accadono? Come possiamo non accorgerci che talvolta il mercato è “drogato” dall’euforia collettiva o viene spinto a livelli non sostenibili, per poi essere abbandonato?

Ebbene... lo sappiamo. O meglio alcuni di noi ne sono a conoscenza, altri, la maggioranza, ignora ed è fiduciosa.

Però la speranza mal si concilia con i numeri; nonostante ciò, riponiamo la nostra fiducia nei consulenti finanziari e negli esperti nella convinzione che ci assicurino nel tempo a venite rendimenti costanti per sempre.

Chiaramente si è a conoscenza che la locuzione “per sempre” non è rappresentativo della realtà che si verificherà e, noi investitori retail, ne siamo del tutto consapevoli

Vogliamo in ogni caso veder fruttare i nostri risparmi che riponiamo negli investimenti azionari o immobiliari, acquistiamo materie prime e titoli di stato con la aspettativa comune che il mercato, che sia in salita o in discesa, sia gestito da qualcuno più esperto e competente di noi, che ci garantisca sicurezza.

Ecco perché episodi come quello del 2008 purtroppo ricapiteranno.<sup>1</sup>

Ovviamente nessuno, se non Micheal Bury e forse pochi altri luminari o fortunati, si augura di poter rivivere crisi simili, poiché in quel caso non hanno fallito solo i rendimenti promessi, ma si è persa la fiducia nel mercato.

Le persone dimenticano assai velocemente, molte, oltre a ciò, non si pongono alcuna domanda e questo porta ad andare avanti e dimenticare le cause di certi disastri.

Altri, motivati da ciò, riflettono, progettano e creano.

Secondo alcuni studiosi del settore lo sviluppo delle criptovalute nasce proprio come reazione alla mancanza di trasparenza dimostrata dalle istituzioni finanziarie, nonché ai numerosi errori commessi da coloro che avrebbero dovuto garantire l'efficacia del sistema bancario e creditizio.

Questi gravi sbagli sono stati causati principalmente da una diffusa noncuranza degli operatori, i quali, concentrati in altre attività ed interessi, erano convinti che il sistema fosse talmente solido da non crollare mai.

Invece con il fallimento di Lehman Brothers nel settembre del 2008, gli Stati Uniti (ed il mondo intero) hanno vissuto uno dei crolli economici più forti dalla grande crisi del '29. In particolare, la banca fondata nel 1850, esposta esageratamente in obbligazioni garantite da mutui subprime, crollò quando il mercato si accorse che le cosiddette "triple A" erano garantite da mutui sottoscritti da persone con redditi esigui, se non inesistenti.

Questi titoli erano considerati estremamente sicuri, forti della alta valutazione degli analisti, i quali avevano calcolato il rischio su periodi nei quali le banche mantenevano i mutui sui propri bilanci.

Difatti, la cartolarizzazione consentiva agli istituti di credito di trasformare i mutui in titoli, che poi venivano ceduti a società veicolo. Così facendo, le banche potevano immediatamente recuperare parte del credito, invece di dover aspettare la scadenza dei mutui. Siffatto processo permetteva alle banche di ridurre apparentemente il rischio di insolvenza dei mutuatari e disincentivava gli intermediari finanziari a valutare

---

<sup>1</sup> Addona, C. (2018, March 28). *La crisi finanziaria del 2008, da cosa è stata scatenata?* Ius in Itinere. <https://www.iusinitinere.it/la-crisi-finanziaria-del-2008-da-cosa-e-stata-scatenata-9025#:~:text=La%20cartolarizzazione%20permetteva%20agli%20istituti,al%20termine%20dei%20mutui%20stessi>



attentamente l'affidabilità dei clienti. Queste società veicolo, a loro volta, finanziavano l'acquisto dei mutui cartolarizzati emettendo titoli a breve termine per gli investitori.

In sintesi, la cartolarizzazione eliminava il rischio di insolvenza per il soggetto che concedeva il prestito. Precedentemente a detto metodo, quando un proprietario di casa pagava il mutuo, il denaro tornava al creditore rateizzato, e poiché ci volevano anni per ripagare il mutuo, i finanziatori prestavano denaro con maggiore cautela. Successivamente, invece, i creditori potevano vendere i mutui alle banche di investimento, che insieme ad altre migliaia di mutui e prestiti (non solo immobiliari), creavano derivati chiamati Collateralised Debt Obligations (CDO).<sup>2</sup> Le banche di investimento vendevano i CDO agli investitori, che, di conseguenza “ereditavano” i pagamenti dei mutui. Inoltre, le banche di investimento pagavano le agenzie di rating per valutare i loro CDO, molti dei quali ricevevano il massimo rating AAA.

Tuttavia, questo sistema generò una diffusa noncuranza da parte dei creditori, in ordine alla solvibilità dei mutuatari, iniziando a concedere prestiti più rischiosi. In questo modo le banche di investimento miravano solo a vendere più CDO possibili e le agenzie di rating, compensate dalle banche di investimento, non avevano responsabilità in caso di valutazioni errate.

Questa indifferenza verso le istituzioni finanziarie creò forti dubbi sull'affidabilità che la gente riponeva verso banche e fondi di investimento.

Il mondo aveva bisogno di una rivoluzione finanziaria. Oltre ad essere una moneta virtuale, bitcoin ha posto le basi sulle quali i migliori programmatori potessero sviluppare un nuovo modo per detenere, scambiare e far fruttare la ricchezza.

## 1.2 La tecnologia Blockchain

---

<sup>2</sup> Borsa Italiana. (n.d.). *Collateralized Debt Obligation - Glossario finanziario - Borsa Italiana*.  
<https://www.borsaitaliana.it/borsa/glossario/collateralized-debt-obligation.html>

Il concetto di Blockchain e il termine stesso vengono attribuiti primariamente a Satoshi Nakamoto, che nel 2008 con la stesura del whitepaper<sup>3</sup> di Bitcoin, introduce questa nuova tecnologia.

Attualmente, con Blockchain si fa riferimento ad un registro digitale, decentralizzato e distribuito, in cui i dati vengono memorizzati come "blocchi" sequenziali di informazioni. Ogni insieme di informazioni, creato in un determinato momento costituisce un blocco, che viene validato da un software e inserito in un registro pubblico. Questo registro può essere consultato da tutti o solo da alcuni membri della rete, garantendo trasparenza e immutabilità. Una volta accettate, le informazioni non possono essere modificate o cancellate, rendendo il sistema intrinsecamente sicuro. A ogni nuovo blocco di dati, la rete si aggiorna, creando una catena di informazioni che collega lo storico delle informazioni ai nuovi dati inseriti.<sup>4</sup>

Inoltre, la grande forza di questa tecnologia risiede nella sua indipendenza dai sistemi di controllo e validazione tradizionali. Nel contesto finanziario, infatti, per effettuare operazioni monetarie è necessario un intermediario, ovvero colui che garantisca la fiducia tra le parti e regoli le transazioni. Questo porta a una centralizzazione del potere e a un rallentamento dei processi, oltre a conferire agli intermediari un notevole potere economico e significativi guadagni

La tecnologia Blockchain invece, permette una transizione ad un modello decentralizzato, in cui le transazioni vengono registrate e validate in un registro pubblico distribuito tra tutti i partecipanti della rete.<sup>5</sup>

Il principale scopo di una Blockchain è l'archiviazione delle informazioni, che una volta inserite non possono essere modificate o eliminate, salvo rare eccezioni. È possibile solo aggiungere nuovi blocchi di dati, che vengono collegati a quelli esistenti. Per garantire l'affidabilità e la sicurezza del sistema, è cruciale avere un alto livello di crittografia dei

---

<sup>3</sup> Nakamoto, S (2008 Otcober 31). [https://bitcoin.org/files/bitcoin-paper/bitcoin\\_it.pdf](https://bitcoin.org/files/bitcoin-paper/bitcoin_it.pdf)

<sup>4</sup> *Blockchain spiegata in maniera semplice: cos'è e applicazioni*. (n.d.).  
[https://blog.osservatori.net/it\\_it/blockchain-spiegazione-significato-applicazioni](https://blog.osservatori.net/it_it/blockchain-spiegazione-significato-applicazioni)

<sup>5</sup> Vergine, Salvatore e Bortolotti, Alessandro. 2021. "Blockchain, il futuro in blocchi". Economia Comportamentale.

dati e un protocollo di consenso sicuro, così che la rete sia accessibile e sicura per tutti gli utenti, senza la necessità di fidarsi degli attori coinvolti, ma solo del sistema stesso.

La Blockchain negli ultimi anni è divenuta nota per la sua versatilità e facilità d'uso, tanto da essere considerata da alcuni (chi? Anche qui specifica anche solo con esperti o studiosi del settore) come un'evoluzione di internet.

Il Web 3 ad esempio è una nuova iterazione del WWW (World Wide Web) che unisce l'utilizzo di internet ai concetti di decentralizzazione e tecnologia Blockchain. Inoltre, tale tecnologia è riconosciuta tra alcuni utilizzatori del web perché può facilitare e velocizzare le transazioni di valore online, avvicinandosi ad un concetto democratico di "internet delle persone", dove l'utente diventa l'usufruttore autonomo di servizi decentralizzati.

La Blockchain tutt'ora ha mostrato solo una parte delle sue potenzialità applicative, che spaziano dagli scambi di denaro a quelli di informazioni. La prima implementazione largamente riconosciuta è quella relativa alla tecnologia della prima criptovaluta.

Detta tecnologia sta riscuotendo un successo sempre più diffuso, tanto da unire i consensi sia di coloro che ritengono le criptovalute il futuro dei pagamenti e della finanza, sia per i maggiori detrattori. Invero, nonostante le critiche portate avanti dai sostenitori delle valute FIAT e della finanza tradizionale verso il mondo cripto, si possono trovare svariate opinioni tra questi a favore della tecnologia sottostante.

### 1.2.1 Blockchain pubbliche, private ed ibride

Le Blockchain possono essere differenziate in, registri pubblici, privati o ibridi.<sup>6</sup>

Le Blockchain pubbliche sono completamente decentralizzate ed accessibili a qualsiasi utente presente in rete di partecipare al processo di consenso o diventare un nodo. I nodi sono in grado di visualizzare il registro e di partecipare alle transazioni o alla loro validazione.

---

<sup>6</sup> Rizzi, F. (2024, February 20). *Qual è la differenza tra Blockchain privata, pubblica e ibrida?*  
Rankia: Comunità Finanziaria. <https://rankia.it/qual-e-la-differenza-tra-blockchain-privata-pubblica-e-ibrida/>

Sono le più diffuse e contrariamente a quanto si possa pensare, garantiscono un altissimo grado di sicurezza. Ciò è riconducibile al concetto di crittografia con chiave pubblico-privata e ad un sistema che incrementa il livello di controllo al crescere del suo utilizzo. Persiste però un rischio legato alla privacy, basti pensare al caso in cui un utente perda l'anonimato in tal caso qualsiasi altro utilizzatore della rete sarà in grado di riconoscere le operazioni da questo effettuate.

Bitcoin ed Ethereum rientrano negli esempi di Blockchain pubbliche, con il re delle cripto che è caratterizzato da una funzione hash che massimizza la sicurezza nelle transazioni e nella creazione di nuovi blocchi (SHA-256).

Le Blockchain private, invece, vengono gestite da un'autorità centrale che regola l'accesso alle informazioni attraverso diversi livelli gerarchici. Una blockchain è considerata privata quando le autorizzazioni per scrivere e modificare i blocchi sono centralizzate, mentre quelle per leggere i dati possono essere pubbliche o riservate a un gruppo selezionato di utenti. Sono impiegate soprattutto all'interno di un'organizzazione o tra organizzazioni partner, con l'obiettivo di migliorare l'efficienza dei processi interni.

Queste blockchain conservano un sistema centralizzato che è "protetto" da verifiche crittografiche, risultando quindi più adatto per modelli di business tradizionali dove la protezione della privacy e la gestione dei dati sono cruciali.

Infine, con le Blockchain ibride ci riferiamo a quei registri distribuiti con caratteristiche miste tra quelle pubbliche e quelle private.

Un esempio può essere una Blockchain pubblica che affida la validazione delle transazioni ad un numero prestabilito di nodi.

Queste vengono utilizzate in specifici casi, dove cioè si vuole godere dei benefici della Blockchain pubblica in ambito di espansione e diffusione di rete, ma vi è allo stesso tempo la volontà di mantenere un grado superiore di controllo sulla validazione di certe operazioni.

Ambiti applicativi potrebbero essere il settore finanziario, quello sanitario o nelle supply chain, dove le compagnie hanno bisogno di diffondere dati in modo sicuro mantenendo uno stretto controllo su di essi.

Alla luce di quanto sopra esposto, vediamo ora una tabella riassuntiva delle principali caratteristiche delle differenti tipologie di Blockchain:

Caratteristica	Blockchain pubblica	Blockchain privata	Blockchain ibrida
Accesso	Aperta a tutti senza autorizzazione.	Accesso limitato e controllato dall'entità gestrice.	Gestione condivisa tra organizzazioni selezionate.
Decentralizzazione	Completamente decentralizzata.	Centralizzata o semi-centralizzata.	Semi-decentralizzata.
Efficienza e Costi	Potenzialmente meno efficiente e più costosa.	Maggiore efficienza e velocità, costi di gestione ridotti.	Equilibrio tra efficienza e controllo, costi variabili.
Trasparenza e Immutabilità	Massima trasparenza e immutabilità.	Personalizzabile dall'entità gestrice.	Personalizzabile dalle organizzazioni partecipanti.
Esempi	Bitcoin, Ethereum.	Utilizzata per applicazioni aziendali interne.	Impiegata in settori come finanziario, supply chain, sanitario.

Immagine 1.1, Blockchain pubbliche, private ed ibride, fonte: <https://rankia.it>

### 1.2.2 Tecnologie simili: DLT e DDBMS

La Blockchain è considerata una particolare forma di DLT (Distributed Ledger Technology) ovvero un sistema digitale per la registrazione delle transazioni di beni, in cui le transazioni e le loro specifiche sono registrate in più luoghi contemporaneamente. I due termini sono spesso usati in modo intercambiabile, difatti entrambi, a differenza dei database tradizionali, hanno un archivio dati e una funzione di amministrazione totalmente decentralizzati.

Nelle DLT<sup>7</sup> il termine "distribuito" fa riferimento al fatto di memorizzare dati su più dispositivi, ovvero ogni nodo conserva una copia dello stesso registro.

La differenza principale tra blockchain e DLT risiede nel fatto che, nella blockchain, l'elemento caratterizzante è la possibilità di memorizzare informazioni collegate tra loro in una sequenza lineare di blocchi, mentre nella DLT questa caratteristica non è richiesta. Da qui deduciamo il motivo per cui la Blockchain viene riconosciuta come una specifica tecnologia di registro distribuito.

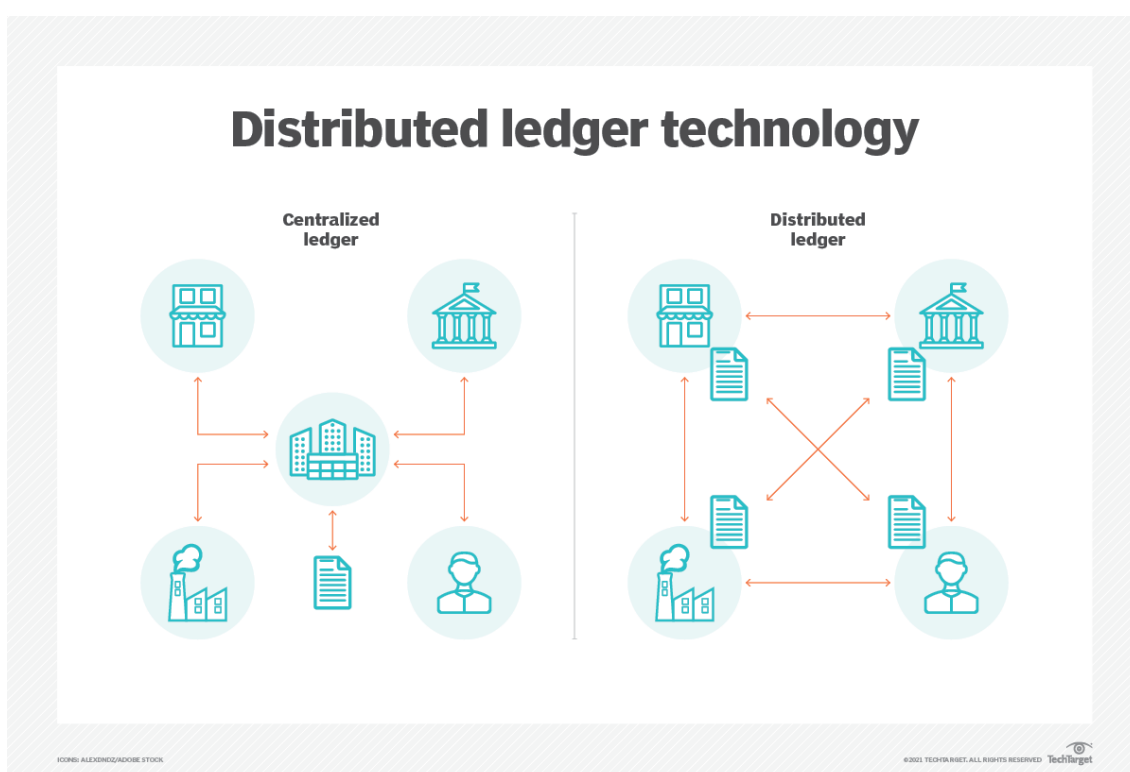


Immagine 1.2, Sintetica differenza tra DLT e registri centralizzati, fonte: <https://www.techtarget>

Vi è una ulteriore somiglianza con i database distribuiti, i cosiddetti DDBMS (Distributed Databases Management System)<sup>8</sup>.

<sup>7</sup> Barney, N., Troy, S., & Pratt, M. K. (2023, September 7). *distributed ledger technology (DLT)*. CIO. <https://www.techtarget.com/searchcio/definition/distributed-ledger>

<sup>8</sup> Distributed DBMS - Distributed Databases. (n.d.). [https://www.tutorialspoint.com/distributed\\_dbms/distributed\\_dbms\\_databases.htm](https://www.tutorialspoint.com/distributed_dbms/distributed_dbms_databases.htm)

Questi sono considerati un insieme di database interconnessi, distribuiti su una rete di computer. La differenza con la Blockchain può non essere scontata, ma le DDBMS permettono l'inserimento e la modifica dei dati, a differenza della tecnologia precedente, dove è consentita solo l'aggiunta di nuovi dati nella linea di blocchi, senza modificare quelli preesistenti. Questa distinzione fa sì che i database e la blockchain siano utilizzati in contesti differenti; i primi sono caratterizzati da una maggiore velocità, ma richiedono elevati livelli di sicurezza e controllo degli accessi, poiché chiunque potrebbe modificare i dati, rischiando di compromettere l'efficienza dell'intero sistema.

La seconda, invece, è progettata per essere utilizzata da parti "sconosciute" senza bisogno di regolamentare gli accessi e senza compromettere la fiducia nel sistema, in quanto la sua caratteristica intrinseca è quella di essere un sistema immutabile e resistente da attacchi esterni.

### 1.2.3 Classificazione e spiegazione dei nodi nella Blockchain

Una Blockchain si intende generalmente come una rete con struttura e autorità decentralizzate, dove le risorse sono distribuite tra vari nodi senza un'entità centrale che ne gestisca controllo e regolamentazione. Tutti i nodi sono considerati uguali, evitando così punti di vulnerabilità che potrebbero compromettere l'intero sistema, cosa che invece potrebbe accadere nelle reti centralizzate. Tuttavia, nonostante la decentralizzazione delle risorse e dell'autorità, è necessaria una logica centralizzata per garantire che la rete mantenga uno stato unico e consistente. Senza questa caratteristica, ci sarebbe il rischio di avere più stati validi contemporaneamente, permettendo a qualsiasi nodo di alterare il sistema senza comprometterne il funzionamento, contravvenendo così agli obiettivi di questa tecnologia.

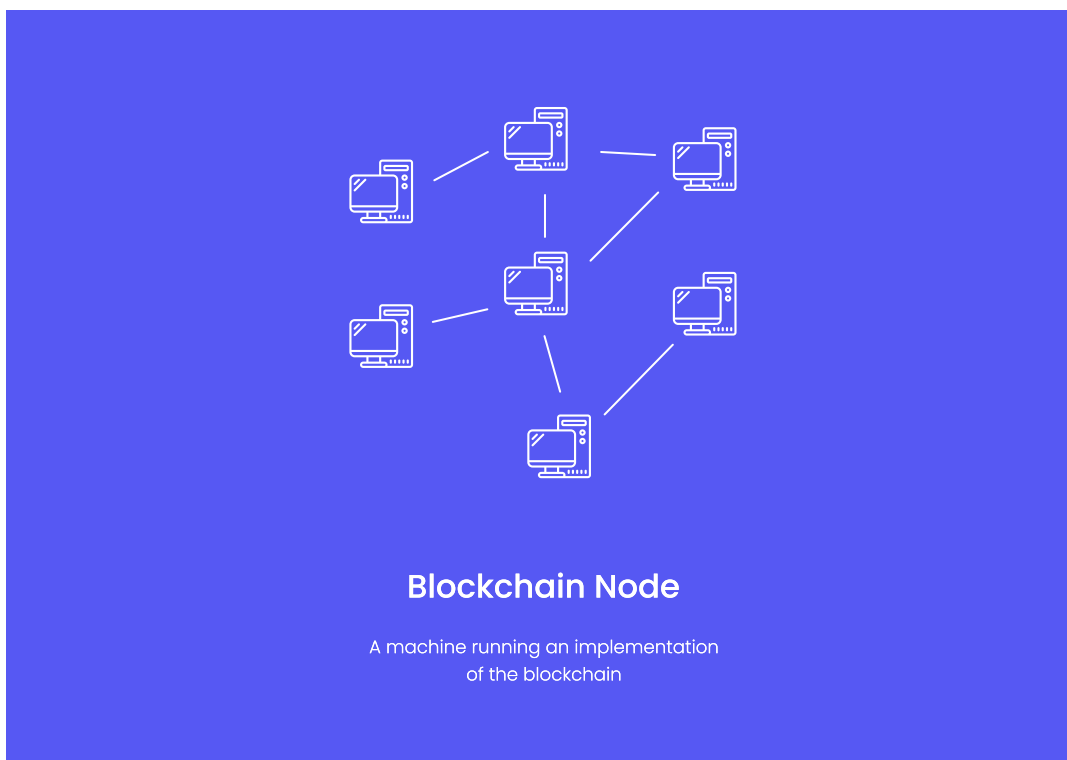


Immagine 1.3, i nodi (o dispositivi) della blockchain, fonte: <https://getblock.io>

Come accennato in precedenza, i nodi sono l'elemento centrale di una blockchain.

Con "nodi" si intendono tutti i dispositivi collegati alla rete che fanno parte della rete stessa.<sup>9</sup>

Si può poi fare una distinzione tra due categorie di nodi, i cosiddetti nodi light e i cosiddetti nodi full.

L'aggettivo "light" viene attribuito per spiegare come questi nodi non conservino l'intera catena, ma si affidino ai nodi full di fiducia per le informazioni necessarie.

Sono utilizzati per verificare le transazioni nella blockchain tramite la verifica semplificata dei pagamenti, ovvero il SPV (Simplified Payment Verification).

Diversamente i nodi full vengono definiti completi poiché memorizzano una copia completa della blockchain; sono totalmente indipendenti e capaci di propagare blocchi e transazioni, oltre a rifiutare blocchi invalidi senza bisogno di conferme esterne.

---

<sup>9</sup> Getblock. (2024, May 22). *What is a Blockchain Node and How Does it Work?* GetBlock.io. <https://getblock.io/blog/what-is-a-blockchain-node-and-how-does-it-work/>



Tra i nodi completi, possiamo trovare ulteriori distinzioni, caratterizzati da un'azione specifica.

I nodi Pruned, o “potati” sono una tipologia di nodi full che però detengono solo una parte delle informazioni della Blockchain, solitamente trascurando quelle più datate.

Ciò avviene in quanto, dopo aver compiuto il loro compito di verifica, liberano spazio di archiviazione eliminando alcune informazioni; tuttavia, mantengono quanto necessario per garantire la sicurezza del sistema.

Al contrario, i nodi di archiviazione hanno come scopo principale quello di registrare e detenere tutte le informazioni della Blockchain. Infatti, archiviando l'intera cronologia delle transazioni, risultano essere uno strumento di recupero dati utile in caso di ripristino o verifica della rete.

I nodi di archiviazione sono a loro volta classificati in ulteriori sottocategorie quali, nodi di mining, di staking e di autorità.<sup>10</sup>

I nodi di mining si incaricano del processo di creazione di nuove monete, che tramite un sistema chiamato Proof of Work, sono in grado di ricevere ricompense per il lavoro svolto. Sostanzialmente, il PoW si spiega nel comportamento del miner, il quale mira ad essere il primo nodo a creare il nuovo blocco per godere così della dovuta ricompensa.

Il Proof of Stake, invece, è il principio di consenso alla base della convalida delle operazioni dei nodi di staking. Questi per partecipare alle operazioni di creazione, convalida o approvazione dei blocchi devono detenere un certo quantitativo di monete.

I nodi di autorità, infine, utilizzando il Proof of Authority, si incaricano di convalidare i blocchi con il raggiungimento della maggioranza delle autorità. Vengono spesso utilizzati nella configurazione di chiavi private.

#### 1.2.4 Il problema dei generali bizantini e la soluzione di Satoshi

Nel 1982 i matematici Leslie Lamport, Marshall Pease e Robert Shostak teorizzarono un caso studio nell'ambito dei sistemi distribuiti e lo spiegarono attraverso una metafora.

---

<sup>10</sup> Englelisabeth. (2024, March 20). *Che cos'è un nodo Bitcoin?* Bitpanda.

<https://www.bitpanda.com/academy/it/lezioni/che-cose-un-nodo-bitcoin/>

Questo problema informatico consiste nella difficoltà di trovare un accordo comunicando con messaggi tra le differenti parti del network.

*“Diversi generali, durante un assedio, sono sul punto di attaccare una città nemica. Essi sono dislocati in diverse aree strategiche e possono comunicare solo mediante messaggeri al fine di coordinare l’attacco decisivo.*

*Tra questi messaggeri però è altamente probabile, se non addirittura certo, che vi siano dei traditori. I traditori mandano messaggi che vanno contro la strategia dell’esercito. Questo problema risiede, dunque, nella facoltà di portare avanti l’attacco in modo efficace nonostante il rischio di tradimento. Ciò è conosciuto come consenso decentralizzato.*

*Il messaggio che può arrivare può essere nel migliore dei casi coordinato: attaccare o ritirarsi.”<sup>11</sup>*

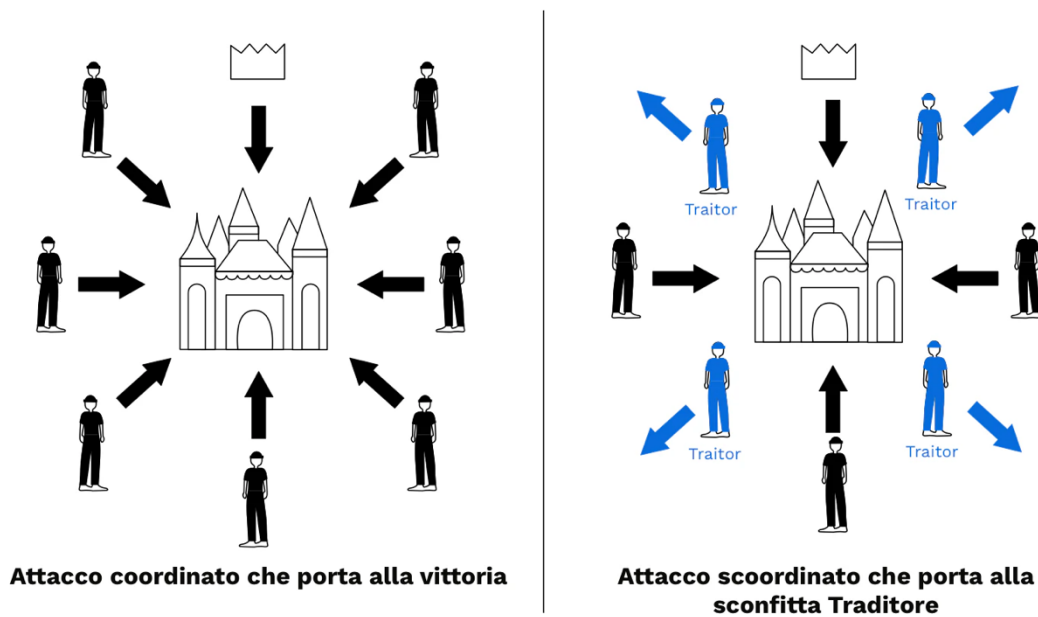


Immagine 1.4, il problema dei generali bizantini, fonte: <https://www.bitpanda.com>

<sup>11</sup> Gatti, M. (2019, August 2). *Il problema dei generali Bizantini e la soluzione di Bitcoin*. The Cryptonomist. <https://cryptonomist.ch/2019/08/04/problema-general-bizantini-soluzione-bitcoin/>

*“Oppure, come è più logico che avvenga, il messaggio non sarà coordinato, quindi arriveranno entrambi gli ordini: attaccare e ritirarsi.*

*Il problema che affligge i generali bizantini è lo stesso che devono affrontare i sistemi di elaborazione distribuiti. Come raggiungere un consenso su una rete distribuita in cui alcuni nodi possono essere difettosi o volontariamente corrotti?”*

Nel caso di Bitcoin, il sistema deve garantire la sua affidabilità anche se una parte dei partecipanti invia informazioni false o dannose, nel tentativo di aggirare la verifica della doppia spesa (double spending).

(a capo) Satoshi Nakamoto è stato in grado di proporre una soluzione attraverso la blockchain di Bitcoin. Questa soluzione unisce crittografia asimmetrica, reti peer-to-peer e il meccanismo del Proof of Work, permettendo a tutti i nodi della rete di concordare e diffondere rapidamente e in sicurezza ogni informazione trasmessa.<sup>12</sup>

Nelle sue mail, Satoshi spiega come la catena di proof of work possa risolvere il problema, illustrando lo scenario in cui il gruppo di generali deve coordinarsi per decidere il momento esatto di un attacco. L'elemento cruciale non risiede nel momento scelto, bensì nello svolgimento coordinato dell'assalto.

La regola stabilita è che, quando un generale ha deciso l'orario dell'attacco, questo orario deve essere accettato da tutti. Tuttavia, dato che vi è un leggero ritardo nella trasmissione delle informazioni del network, è possibile che due generali propongano orari differenti, disperdendo i soldati in due attacchi scaglionati.

Per risolvere questa situazione si utilizza il Proof of Work; difatti (come verrà spiegato più approfonditamente nel capitolo due, “il Bitcoin”) quando un generale riceve un messaggio, deve risolvere un complesso problema matematico. Il primo che riesce a risolverlo comunica la soluzione agli altri e se qualcuno sta considerando un diverso orario di attacco, dovrà abbandonarlo e adottare quello appena comunicato, poiché è quello appartenente alla catena più lunga, e quindi ritenuto valido.

---

<sup>12</sup> Englelisabeth. (2024, February 8). *Che cos'è la doppia spesa e perché è un problema?*

Bitpanda. <https://www.bitpanda.com/academy/it/lezioni/che-cos-e-la-doppia-spesa-e-perche-e-un-problema/>

## CAPITOLO II

### 2.1 Il Bitcoin

#### 2.1.1 La sua creazione

Il 31 ottobre 2008, una o più persone sotto lo pseudonimo di Satoshi Nakamoto, pubblica il White-Paper di Bitcoin.<sup>13</sup>

Viene reso noto attraverso una mailing list dedicata alla crittografia sulla piattaforma Metzdowncon, con il titolo “*Bitcoin: un sistema di moneta elettronica peer-to-peer*”.

In questo documento è spiegato il funzionamento della nota criptovaluta e tutte le sue implicazioni.<sup>14</sup>

Secondo il suo fondatore, lo scopo di Bitcoin è quello di sviluppare una tecnologia informatica che consenta a più parti di inviare pagamenti online direttamente l'una all'altra (il sopraccitato peer-to-peer), senza dover ricorrere a un'istituzione finanziaria.

Per poter fare ciò il sistema su cui la moneta circola deve soddisfare tre requisiti di sicurezza, quali struttura di rete, immutabilità e consenso.

Viene quindi richiesta una cooperazione tra le parti che gestiscono il sistema, la garanzia che le transazioni precedenti non possano essere modificate e la validità delle transazioni effettuate.

Bitcoin, nel white-paper, è denominato come risorsa digitale teorica open source.

Questa definizione ha alimentato nel tempo la presunta democraticità della moneta, la quale pone la sua forza nell'essere di tutti e di nessuno. Non avendo bisogno di uno o più soggetti regolatori, ma monitorandosi secondo la tecnologia ideata da Satoshi, ogni individuo può detenere bitcoin e contribuire al suo sviluppo.<sup>15</sup>

---

<sup>13</sup> Nakamoto, S (2008 October 31). [https://bitcoin.org/files/bitcoin-paper/bitcoin\\_it.pdf](https://bitcoin.org/files/bitcoin-paper/bitcoin_it.pdf)

<sup>14</sup> Englelisabeth. (2024, June 10). *Il whitepaper di Bitcoin spiegato in maniera semplice*. Bitpanda. <https://www.bitpanda.com/academy/it/lezioni/il-whitepaper-di-bitcoin-spiegato-in-mania-semplice/>

<sup>15</sup> Kriptomat. (n.d.). *Breve storia delle criptovalute che tutti dovrebbero leggere*. <https://kriptomat.io/it/criptovalute/breve-storia-delle-criptovalute/>

Un fattore determinante che ha contribuito alla crescente popolarità di Bitcoin è innegabilmente la robustezza intrinseca della sua blockchain. Difatti, le blockchain presentano differenti caratteristiche e si diversificano notevolmente in base agli obiettivi imparziali che si propongono di perseguire.

Le tre caratteristiche fondamentali della blockchain sono decentralizzazione, sicurezza e scalabilità. Tuttavia, praticamente, non è possibile massimizzare contemporaneamente tutte e tre queste caratteristiche. Questa difficoltà è evidenziata dal "trilemma della scalabilità", secondo il quale un sistema basato su tecnologia blockchain può ottimizzare al massimo solo due di tali proprietà.<sup>16</sup>

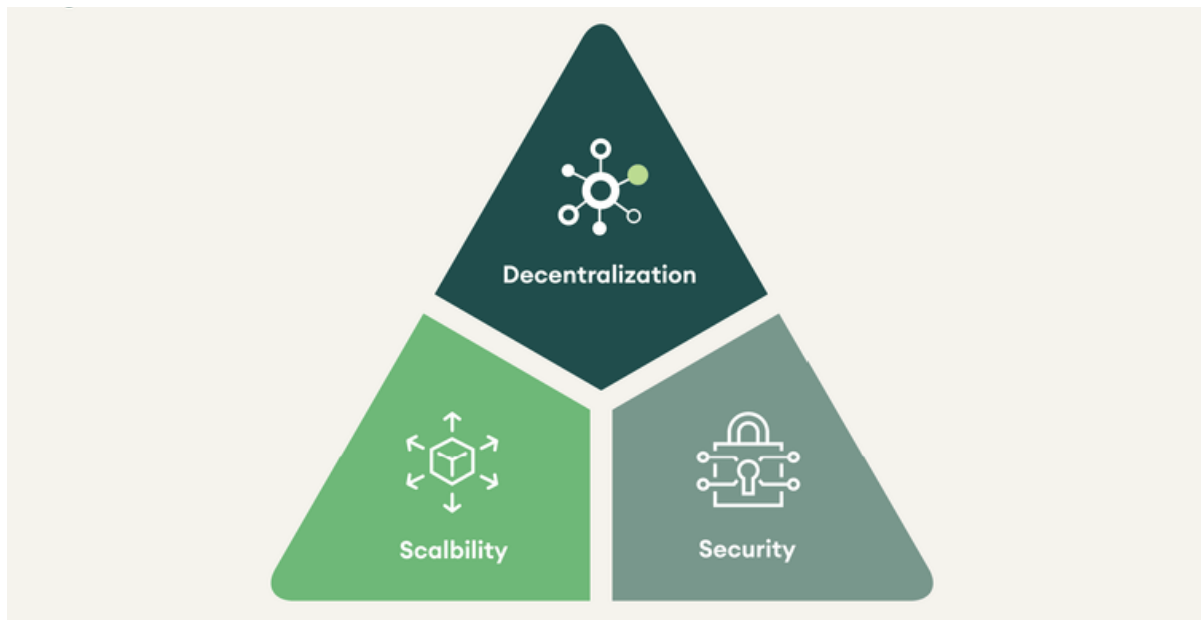


Immagine 2.1, trilemma della Blockchain, fonte: <https://crypto.bernardomascellani.com>

---

<sup>16</sup> Oxfloow. (2023, November 26). *Rollups Optimistic e Zero Knowledge, sai qual'è la differenza?* Crypto Bernardo Mascellani. <https://crypto.bernardomascellani.com/rollups-optimistic-e-zero-knowledge-sai-qual-la-differenza/>

### 2.1.2 Il mining

Il 3 gennaio del 2009 viene minato il primo bitcoin dal suo creatore, ma per qualche anno, la moneta non riesce a raggiungere poco più di qualche esperto del settore.

Ma come si crea un Bitcoin?

Un Bitcoin viene creato tramite il processo di mining: mentre un minatore utilizza picconi e sudore per estrarre l'oro, un miner necessita di hardware ed energia.<sup>17</sup>

I miner sono proprietari di computer che contribuiscono alla rete di una criptovaluta basata sulla "Proof of Work" come il Bitcoin.

Più specificatamente, le transazioni attivano l'apertura di un blocco. Le informazioni sulla transazione vengono inserite, il blocco si chiude e crea un numero hash che include i dettagli codificati della transazione.

Ogni nuovo blocco contiene informazioni del blocco precedente per creare una catena che non può essere manipolata o alterata, questo garantisce che nessuno possa spendere due volte la stessa unità di moneta.

Per dimostrare che il processo si sia svolto legittimamente secondo le regole, in un sistema di convalida Proof-of-Work i computer di mining devono mostrare il loro dispendio di energia nel processo di mining.

La soluzione al puzzle matematico può essere trovata da un solo miner, che è il primo a risolverlo, dopodiché viene trasmessa alla rete e gli altri nodi ne verificano la correttezza.

Se tutto si è svolto regolarmente, il nuovo blocco viene aggiunto alla blockchain.

Il processo viene ripetuto periodicamente, nel caso di bitcoin, fino al raggiungimento di 21 milioni di monete.

### 2.1.3 L'halving e l'impatto sulla price action

Ogni 210.000 blocchi creati, avviene un processo chiamato halving che dimezza le ricompense per i miner.

---

<sup>17</sup> Englelisabeth. (2024, June 24). *Che cos'è il "mining di Bitcoin" e come funziona il mining?* Bitpanda. <https://www.bitpanda.com/academy/it/lezioni/che-cose-il-mining-di-bitcoin-e-come-funziona-il-mining/>

Questo processo è stato ideato per limitare l'introduzione di un numero troppo elevato di monete. Difatti, una delle caratteristiche che rendono bitcoin molto efficiente come riserva di valore, è la sua natura antinflazionistica. Avere pertanto un numero limitato di monete, permette all'asset di mantenere costante il suo valore nel tempo (senza considerare l'equilibrio domanda-offerta).<sup>18</sup>

All'inizio la ricompensa per la creazione di un blocco da parte del miner era di 50 BTC, successivamente è stata dimezzata e ciò accade all'incirca periodicamente. Seppur non vi sia una data precisa, questo accadimento si verifica all'incirca con cadenza quadriennale.


	Nuovo BTC per blocco prima dell'halving	Nuovo BTC per blocco dopo l'halving	Il prezzo del BTC nel giorno dell'halving	Prezzo del BTC 150 giorni dopo	Prezzo del BTC 365 giorni dopo
<b>2012 Halving</b>	50 BTC	25 BTC	12,35 \$	127,00 \$	1.003,38 \$
<b>2016 Halving</b>	25 BTC	12,5 BTC	650,53 \$	758,81 \$	2.518,44 \$
<b>2020 Halving</b>	12,5 BTC	6,25 BTC	8.821,42 \$	10.943,00 \$	55.986,51 \$

Immagine 2.2, ricompense per i miner prima e dopo l'halving, fonte: <https://www.bitpanda.com>

La immagine che precede illustra numericamente come l'avvenimento del processo di halving porti al miner sempre minor beneficio in termine di quantità di monete prodotte. Solitamente in seguito a questo dimezzamento, il prezzo di un bitcoin subisce forti oscillazioni di valore rispetto al dollaro.

Nei giorni successi all'halving il prezzo dell'asset decresce per qualche settimana e, una volta stabilizzata la situazione dal lato dei miner, bitcoin entra nella sua fase laterale.

<sup>18</sup> Oxfloww. (2023, November 26). *Rollups Optimistic e Zero Knowledge, sai qual'è la differenza?* Crypto Bernardo Mascellani. <https://crypto.bernardomascellani.com/rollups-optimistic-e-zero-knowledge-sai-qual-la-differenza/>

Dopodiché, come si è potuto osservare dalla sua creazione ad oggi, il prezzo di bitcoin comincia a subire una crescita esponenziale.

La “bull run” è una fase di mercato caratterizzata da un andamento positivo del mercato, momento in cui l’asset beneficia di un importante rialzo del prezzo.

Questo periodo, se prolungato nel tempo, assume il nome di “bull market”, ed indica la tendenza rialzista del mercato. Metaforicamente possiamo paragonarlo ad un toro che attacca, con il suo capo innalzato e le corna elevate verso l’alto, alla price action di un asset con trend rialzista.

In queste fasi del mercato si nota un sostanziale aumento dei volumi di scambio (numero di acquisti e vendite) e ad una tendenza dell’asset a rompere resistenze e creare zone di supporto.

Generalmente a ciò è associato un sentiment positivo ed ottimistico e gli investitori sono più invogliati ad entrare nel mercato e a comperare anche in modo continuativo.

Alcuni modelli, come lo Stock-to-Flow, mettono in relazione le bull run di Bitcoin e l’halving, ovvero il dimezzamento delle ricompense di mining.

Tale lasso temporale solitamente parliamo di qualche mese, accade a cadenza all’incirca quadriennale, ed è il motivo principale che ha reso noto ed appetibile la criptovaluta alla maggioranza dei suoi investitori.

Dunque, possiamo riassumere gli effetti dell’halving in una spinta molto positiva, lato price action, per la più importante moneta digitale.

Come è possibile osservare nell’immagine 1.1, il prezzo di bitcoin successivamente al primo halving è passato da 12\$ per BTC, fino a toccare i 1.000\$ dopo un anno (8000%). Quattro anni dopo nel 2016 l’incremento percentuale è stato di circa un quarto del precedente, con una percentuale di crescita di circa 1900%.

Infine, il terzo, nel 2020 ha portato la criptovaluta ad una crescita più modesta, di “solo” 400%.

Come si può notare dalle percentuali, la crescita dell’asset è rallentata con il passare del tempo; questo fenomeno si può giustificare anche con la crescente capitalizzazione di bitcoin, che ha recentemente toccato i massimi storici, di oltre milletrecento miliardi di dollari.



La capitalizzazione di mercato o market cap si calcola moltiplicando il numero delle monete (o azioni) in circolazione per il loro prezzo per una singola unità.<sup>19</sup>

$$\begin{aligned} & \textit{market capitalization} \\ & = \textit{number of shares} * \textit{current market price per share} \end{aligned}$$

Logicamente quando Bitcoin era molto meno capitalizzato veniva manipolato con una facilità notevolmente maggiore, immettendo capitale per “scommettere” a rialzo o a ribasso, mentre con l’aumentare della market cap, minormente impatta un singolo acquisto o vendita sull’equilibrio domanda-offerta che fa oscillare il prezzo.

Inoltre, vi è una componente psicologica: seppur non vi sia un effettivo fondamento matematico a favore di ciò, un asset con un prezzo (per unità) più basso viene percepito come più attrattivo, poiché più soggetto ad una crescita futura.

Quindi con il valore di bitcoin recentemente vicino ai 65.000\$, l’effetto psicologico potrebbe scoraggiare alcuni investitori a comprare l’asset.

In realtà le motivazioni che spingono bitcoin a rialzo sono fortemente supportate da regole matematico economiche.

Principalmente vi è una questione di scarsità.

Il dimezzamento della produzione di moneta per blocco creato, porta a una riduzione della quantità di bitcoin immessi sul mercato, la quale causa una riduzione dell’offerta di moneta e, conseguentemente, la domanda crescerà per singola unità (considerando che il mercato sia ugualmente interessato ad acquistare l’asset), il che farà aumentare il prezzo.

La tesi espressa in questo ragionamento potrebbe indebolirsi ipotizzando che i miner vogliano utilizzare più energia per continuare a immettere un numero simile di monete rispetto a quello pre-halving.

Nondimeno, il mining di bitcoin è diventato un processo estremamente costoso per attrezzature e consumo energetico, dunque è assolutamente improbabile pensare che, nel passare di poche settimane o mesi, i miner possano decidere di moltiplicare i loro

---

<sup>19</sup> Wikipedia. (2024, April 5). *Capitalizzazione azionaria*. Wikipedia. [https://it.wikipedia.org/wiki/Capitalizzazione\\_azionaria](https://it.wikipedia.org/wiki/Capitalizzazione_azionaria)

investimenti e utilizzare più corrente elettrica e potenza di calcolo per sopperire all'halving.

Il miner verrà comunque ricompensato del suo sforzo, non subito dopo il dimezzamento, ma nei mesi e negli anni successivi, quando la crescita economica dell'asset sopperirà i costi maggiorati.

Volendo approfondire il punto di vista di coloro che creano i bitcoin, è importante analizzare proprio il comportamento dei miner subito dopo il dimezzamento.

Come accennato in precedenza, infatti, essendo il mining una attività estremamente dispendiosa in termini di energia, il miner i giorni successivi all'halving potrebbe decidere di interrompere momentaneamente la loro attività poiché non abbastanza redditizia da coprire i costi necessari.

Vi è da considerare, altresì, che altri (coloro che godono di minor capitale e strumenti), potrebbero addirittura considerare la possibilità di sospendere l'attività, il che porterebbe ad una minore immissione di monete.

Sicuramente il fattore psicologico non è da trascurare in tutto ciò.

Nei mercati finanziari, e a maggior ragione nel mondo delle criptovalute, il sentimento del mercato determinerà fortemente l'andamento del mercato stesso.

Ed in questo caso i fattori che influenzeranno il prezzo sono due.

Prima di tutto, l'aspettativa del mercato per un evento come l'halving, accresce l'euforia tra gli investitori, che in passato hanno notato la correlazione tra il dimezzamento delle ricompense per i miner e la crescita del prezzo.

Inoltre, come già spiegato precedentemente, la scarsità effettiva dell'asset, ovvero la riduzione dell'immissione di BTC, viene amplificata dalla psicologia dell'investitore che interpreta ciò come un valore intrinseco aggiunto ed è più disposto a investire in esso.

Sostanzialmente vi è un circolo vizioso tra l'effettiva crescita di cui l'asset beneficerà nel tempo ed il mercato che si aspetta una crescita da ciò. Questo porta l'investitore a comprare e ciò farà crescere ulteriormente il prezzo.

#### 2.1.4 Lo Stock-to-Flow model

Il modello Stock-to-Flow è un metodo utilizzato per calcolare la scarsità di una risorsa.

Nel caso di bitcoin è stato ideato da un individuo non pubblicamente noto, che è conosciuto in rete con il nome di Plan B.

Egli è stato il primo ad usufruire di questo modello quantitativo per prevedere l'andamento del prezzo di Bitcoin basandosi sulla scarsità dell'asset.

Tale indicatore è stato originariamente creato per valutare la rarità e il valore di metalli preziosi come oro e argento, ma viene utilizzato anche per altri asset.

Nello specifico, si può quindi rilevare la relazione tra l'offerta esistente di una qualsiasi materia prima e la sua nuova creazione o estrazione annuale.



Immagine 2.3, stock-to-flow di BTC, fonte: <https://charts.bitbo.io>

Matematicamente, lo Stock-to-Flow è un rapporto tra la quantità totale di risorsa circolante e la produzione annua di determinata risorsa.

$$\text{Stock to Flow} = \frac{\text{stock}}{\text{flow}}$$

Di conseguenza, il risultato di questa frazione ci permette di capire quanti anni servirebbero per duplicare l'attuale stock di un bene.

Nell'ambito delle commodities, più specificatamente, metalli preziosi, l'oro è l'asset con lo SF più elevato, con un valore di 70. Basti pensare che l'argento si aggira intorno a 22 ed il platino a 1.<sup>20</sup>

Nel caso di Bitcoin, lo stock è il numero totale di monete che sono state minate fino ad ora, mentre il flow è il numero di nuovi Bitcoin che vengono generati annualmente grazie al lavoro dei miner.

Quantunque, come si è precedentemente analizzato, la creazione di nuovi bitcoin differisce dal processo di estrazione dei metalli preziosi, in quanto la sua produzione per blocco, varia quadriennalmente grazie al processo di halving.

Queste considerazioni hanno condotto gli sviluppatori dello Stock-to-Flow di bitcoin a dover adattarlo alle caratteristiche della moneta digitale.

Per esempio, secondo il modello analizzato nella presente tesi, non viene presa in considerazione una base annuale (365) per calcolare il flow, bensì un periodo di 463 giorni dall'idea di Preston Pysh.<sup>21</sup>

Seppur esiste uno Stock-to-Flow di bitcoin calcolato su base annuale, quello a 463 risulta più interessante; il modello ha la capacità di includere le tre fasi caratteristiche della price action di bitcoin, quali la bull run, la fase di correzione e l'inversione di trend.

Si potrebbe obiettare che queste tre fasi sono caratteristiche di ogni asset quotato sui mercati, ma è importante sottolineare che bitcoin, per le caratteristiche intrinseche e per la percezione degli investitori, ripete periodicamente comportamenti passati.

L'oro, l'argento e molte altre materie prime (o azioni) per esempio sono sicuramente caratterizzate da fasi crescenti, laterali e discendenti, ma con scarsa ripetitività di comportamenti passati.

Al contrario, bitcoin, deve il suo successo anche alla sua ripetitività.

---

<sup>20</sup> Jk-Homepages. (2024, May 20). *Rapporto Stock-to-Flow*. Swiss Gold Safe.

<https://swissgoldsafe.ch/it/ulteriori-informazioni/fondamenti-metalli-preziosi/modello-stock-to-flow/>

<sup>21</sup> *Bitcoin Stock to Flow Model - S2F Live Chart (PlanB)*. (n.d.). <https://charts.bitbo.io/stock-to-flow/>



Immagine 2.4, andamento del prezzo di BTC, fonte: <https://it.tradingview.com>

Il “time span” dello Stock-to-Flow (Preston Pysh) di bitcoin è calcolato con il seguente procedimento:

$$\frac{\frac{\textit{estimated blocks per cycle}}{\textit{phases per cycle}}}{\textit{approximated blocks per day}} = \textit{number of days}$$

$$\frac{\frac{200.000}{3}}{144} = 463$$

Con la formula sopra illustrata si può procedere al calcolo dello Stock-to-Flow.

Prima dell’halving del 2020 lo SF assumeva un valore di circa 27 anni, in seguito all’halving è incrementato fino a 62, mentre ora, poche settimane dopo l’halving del 2024 per duplicare la quantità di BTC in circolazione servirebbero quasi 122 anni.

Questi sono numeri che aumenteranno con il passare degli anni e nonostante fino ad ora il modello si sia avvicinato all’andamento del prezzo di bitcoin, è improbabile che esso possa essere fermamente rappresentativo del futuro.

Inoltre, il raddoppiarsi dello Stock-to-Flow ogni 4 anni, risulta non particolarmente rappresentativo se pensiamo che il numero massimo di bitcoin estraibili si fermerà a 21 milioni di monete, quando ora circolano circa 19.700.000 BTC.

Ulteriori critiche a questo modello includono il dibattito su quanto sia accurato applicare strumenti tradizionalmente utilizzati per risorse fisiche ad un asset digitale.

Oltre a quanto sopra detto il prezzo di un asset come bitcoin è influenzato da numerosi altri aspetti quali: politiche monetarie, regolamentazione, adozione e sensibilità del mercato.

Ciò che è importante sottolineare, invece, è il modo in cui il modello ci aiuta a capire come, a domanda costante (o crescente), la scarsità dell'asset influenzerà il prezzo, nel senso che, all'aumentare dello Stock-to-Flow, bitcoin diventerà sempre più scarso e di conseguenza il suo valore dovrebbe incrementare.

Difatti questo è un ottimo strumento per fornire indicazioni all'investitore nella previsione della price action.

#### 2.1.5 Bitcoin come riserva di valore

Un bene viene considerato riserva di valore quando è in grado di non deprezzarsi significativamente nel corso del tempo.

La moneta notoriamente ha rappresentato una delle più importanti riserve di valore per l'uomo, ma da quando questa è divenuta molto più suscettibile a comportamenti inflazionistici, l'oro, l'argento ed altri metalli preziosi hanno permesso all'individuo di conservare meglio la propria ricchezza.

La funzione principale di una riserva di valore è pertanto quella di permettere ai soggetti di conservare il proprio potere di acquisto negli anni.

Per essere definita tale, un bene definibile riserva di valore deve avere una serie di caratteristiche.

La scarsità rappresenta una delle condizioni più importanti, in quanto per mantenere un valore costante o crescente nel tempo, l'offerta non deve mai superare una certa soglia, altrimenti la domanda, non abbastanza forte da contrastarla, porterebbe un ribasso nel prezzo del bene.

L'oro, ad esempio, è considerabile un bene scarso, poiché, nonostante ogni anno se ne estraggano tra le mille e le duemila tonnellate, la domanda crescente sopperisce all'offerta e mantiene un equilibrio sostenibile nel lungo periodo.

Oltre che scarsa, una risorsa deve essere durabile per permettere al suo detentore di mantenere valore nel tempo, in quanto, il bene non deve deperire nel corso degli anni.

Ancora una volta i metalli preziosi risultano poco soggetti a deterioramenti temporali quali possono essere la creazione di ruggine, il danneggiamento o altre alterazioni.

La portabilità è una ulteriore caratteristica richiesta; il bene dovrebbe essere facilmente trasportabile per garantire al proprietario di muoverlo a suo piacimento, in caso di necessità.

Tornando all'esempio dell'oro, nonostante venga percepito come la miglior riserva di valore a nostra disposizione, detto metallo risulta estremamente scomodo da trasportare, sia per il suo importante peso specifico, sia per gli ingenti costi di sicurezza volti a garantire la tutela dei lingotti.

La risorsa deve altresì essere frazionabile o divisibile, per poter essere scambiate in quantità variabili e godere di una praticità nei pagamenti.

Chiaramente un bene rifugio necessita anche di essere universalmente riconosciuto ed accettato.

Infine, la valutazione dell'asset, non deve essere facilmente manipolabile da grossi capitali o poteri forti. Una riserva di valore in quanto tale, deve godere in una diffusione sufficiente da non subire forti sbalzi di volatilità a rialzo o a ribasso.

Nella pratica dunque, beni come l'oro, l'argento e altre risorse stabili sono stati unanimemente considerati come riserve di valore.

Ad ogni buon conto con l'avanzamento tecnologico e il maggiore utilizzo della finanza digitale e della finanza decentralizzata, il bitcoin comincia ad essere percepito da molti come un nuovo bene rifugio di tipo digitale.

Proprio come l'oro, bitcoin gode della maggior parte delle caratteristiche che rendono tale una riserva di valore.

Richiamando quanto in precedenza chiarito, la scarsità è uno dei valori intrinseci della più importante criptovaluta: non solo la sua produzione diminuisce nel tempo, ma sappiamo che il numero di BTC circolanti non supererà mai ventuno milioni di monete.

Lo Stock-to-Flow è il modello che ci permette di comprendere al meglio la natura deflazionistica di bitcoin.

Oltre a ciò la tecnologia blockchain permette un trasferimento veloce e sicuro, con bassi costi di transazione, garantito da chiavi private e transazioni crittografate.

Per quanto concerne la divisibilità, è possibile frazionare un BTC fino ad un milionesimo di unità, ciascuno dei quali prende il nome di satoshi.

Da ultimo il trasporto è equiparabile ad un bonifico pressoché istantaneo, mentre si possono detenere monete online in “hot wallet” (portafogli collegati alla rete internet) oppure offline in “cold wallet” (ledger, simili a chiavette).

Il riconoscimento sempre crescente della criptovaluta rende quest’ultima una valida candidata per ereditare il titolo di riserva di valore. Al riguardo è opportuno ricordare che in data di stesura di questa tesi, bitcoin rappresenta il nono asset mondiale per capitalizzazione, poco distante dall’argento.

Bitcoin opera, invero, su una rete decentralizzata basata su tecnologia blockchain, non fa riferimento ad una autorità che è in grado di manipolarla, come invece avviene per le valute FIAT, ed è accessibile a chiunque abbia una connessione internet in ogni parte del mondo.



	<b>Bitcoin</b>	<b>Gold</b>	<b>S&amp;P 500</b>
1 year:	+125%	+14%	+26%
2 year:	+93%	+24%	+29%
3 year:	+8%	+26%	+22%
4 year:	+576%	+35%	+77%
5 year:	+817%	+80%	+80%
6 year:	+575%	+75%	+91%
7 year:	+3,439%	+89%	+116%
8 year:	+13,577%	+83%	+150%
9 year:	+25,537%	+95%	+147%
10 year:	+14,004%	+79%	+174%
11 year:	+53,624%	+61%	+217%
12 year:	+1.3 million%	+46%	+282%
13 year:	+851,782%	+54%	+286%
14 year:	+1.4 billion%	+87%	+345%

Immagine 2.5 ROI di BTC/USD, fonte: <https://casebitcoin.com>

	<b>Bitcoin</b>	<b>Gold</b>	<b>S&amp;P 500</b>
1 year:	+125%	+14%	+26%
2 year:	+39%	+11%	+14%
3 year:	+3%	+8%	+7%
4 year:	+61%	+8%	+15%
5 year:	+56%	+12%	+13%
6 year:	+37%	+10%	+11%
7 year:	+66%	+10%	+12%
8 year:	+85%	+8%	+12%
9 year:	+85%	+8%	+11%
10 year:	+64%	+6%	+11%
11 year:	+77%	+4%	+11%
12 year:	+120%	+3%	+12%
13 year:	+101%	+3%	+11%
14 year:	+225%	+5%	+11%

Immagine 2.6 e CAGR di BTC/USD, fonte: <https://casebitcoin.com>

Nell'immagine 2.5 possiamo notare il ROI (Return on Investment) di BTC, dell'oro e dell'indice S&P500 rispetto il dollaro americano; mentre nell'immagine 2.6 vengono illustrati i tassi composti di crescita annuale (CAGR) degli asset sempre in relazione al dollaro.<sup>22</sup>

Osservando i rendimenti di bitcoin dalla sua creazione ad ora, molti esperti dei mercati tradizionale lo ritengono un asset instabile, estremamente volatile ed altamente rischioso. Queste osservazioni risultano ampiamente condivisibili all'occhio di ogni investitore, ma con l'adozione crescente e la recente approvazione di ben undici ETF (Exchange Traded Funds), si ritiene che la criptovaluta possa abbassare la sua volatilità e aspirare ad una crescita moderata e costante.

Infatti, l'ingresso di investitori istituzionali in questo progetto, porterebbe una stabilità maggiore nel prezzo di bitcoin e ridurrebbe le possibili manipolazioni che in passato hanno influenzato la price action.

Chiaramente le percentuali illustrate nelle precedenti tabelle e grafici mettono in evidenza esclusivamente il beneficio di detenere la criptovaluta, quando invece importante considerare le disastrose performance dell'asset nei periodi di ribasso.<sup>23</sup>

## 2.2 Ethereum

Ethereum è stato ideato nel 2013 dall'allora diciannovenne Vitalik Buterin, noto programmatore e scrittore canadese di origine russa, il quale si era posto l'obiettivo di

---

<sup>22</sup> *The case for Bitcoin*. (n.d.). The Case for Bitcoin. <https://casebitcoin.com/charts>

<sup>23</sup> Lielacher, A. (2023, November 27). *Bitcoin vs. Stocks, Bonds, Gold, Silver, and Oil - Brave New Coin*. Brave New Coin. <https://bravenewcoin.com/insights/bitcoin-vs-stocks-bonds-gold-silver-and-oil>

sviluppare piattaforma digitale, che permettesse di costruire una gamma di applicazioni totalmente decentralizzate.<sup>24</sup>

La sua prima versione, lanciata con il nome di Frontier, è stata rilasciata nel 2015.

Questa applicazione permetteva agli sviluppatori di imparare, sperimentare e iniziare a costruire app decentralizzate (DApps) sulla rete di Ethereum. Un anno dopo, viene introdotto Homestead.

La seconda versione del programmatore (versione beta di ethereum) includeva numerose modifiche al protocollo e aggiornamenti alla rete.

Ethereum opera come una piattaforma software open-source basata su tecnologia della blockchain, la quale è supportata da numerosi computer distribuiti globalmente, garantendo la decentralizzazione. Ogni computer partecipante detiene una copia completa della blockchain e, per ogni modifica proposta, è necessario ottenere un ampio consenso all'interno della rete.

La blockchain di Ethereum presenta numerose similitudini con quella di Bitcoin, in particolare per quanto riguarda la registrazione cronologica delle transazioni.

È innanzi tutto necessario distinguere la piattaforma Ethereum dalla sua criptovaluta Ether. Il token ETH, infatti, viene utilizzato per operare sulla rete ed usufruire dei benefici delle DApps, quali protocolli e smart contracts, oltre a NFT e molto altro.

---

<sup>24</sup> *Cosa è ethereum?* | CMC Markets. (n.d.). <https://www.cmcmarkets.com/it-it/impara-come-operare-con-criptovalute/cosa-e-ethereum>



Immagine 2.7, andamento del prezzo di Ether, fonte <https://it.tradingview.com>

Le Decentralized Applications, semplicemente DApps, sono frutto delle innovazioni della tecnologia Blockchain. Queste applicazioni, seppur simili a quelle tradizionali, si distinguono per il loro approccio affidato a reti distribuite basate su Blockchain, a differenza dei server centralizzati su cui operano le app che troviamo sul nostro smartphone.<sup>25</sup>

Un esempio eclatante di DApp sono i giochi basati su Blockchain, che consentono agli utenti non solo di divertirsi, ma anche di vendere e scambiare oggetti (NFT) guadagnati durante il gioco su mercati secondari. A differenza dei giochi tradizionali, dove gli oggetti utilizzati (nel gioco) sono limitati all'interno del loro ambiente, gli NFT grazie alla Blockchain possono trascendere i confini del gioco stesso.

Le app tradizionali dipendono fortemente da marketplace centralizzati come Google Play e Apple Store, dove gli sviluppatori sostengono costi elevati, specialmente per i pagamenti all'interno delle app.

Al contrario, le DApp utilizzano le capacità native della Blockchain per il pagamento, la custodia e lo scambio di asset, operando indipendentemente da questi marketplace.

---

<sup>25</sup> Portale, V. (2024, April 5). Cosa sono le DApp e come rivoluzioneranno il mondo delle App. *osservatori.net*. [https://blog.osservatori.net/it\\_it/dapp-blockchain-cosa-sono](https://blog.osservatori.net/it_it/dapp-blockchain-cosa-sono)

Una caratteristica distintiva delle DApp è il modo in cui gestiscono i dati: mentre una normale applicazione richiede e centralizza i dati dell'utente, le DApp permettono agli utenti di usare le proprie chiavi crittografiche tramite account Blockchain, tutelando così la privacy dei dati personali.

Le DApp offrono ulteriori agevolazioni che possono risolvere molti dei problemi delle app, essendo infatti sono resistenti a guasti centralizzati, garantiscono l'immutabilità dei dati e permettono agli utenti di mantenere la piena proprietà dei loro dati sensibili e dei loro asset.

Le potenzialità di sviluppo che queste caratteristiche offrono sono vastissime.

Possibili applicazioni includono siti non soggetti a censura, social network che preservano la proprietà dei dati personali, piattaforme per la registrazione di diritti d'autore e beni digitali, e servizi di messaggistica decentralizzata.

Ad oggi esistono oltre 15.000 DApp, molte delle quali si basano su piattaforme come Ethereum, BNB Chain e Solana, con l'emergere di nuovi ecosistemi come EOS e Tron che promuovono questo tipo di applicazioni. Le principali DApp includono, piattaforme di scambio (ad esempio SyncSwap), giochi, piattaforme di marketing e siti di scommesse su BNB Chain, Arbitrum ed Optimism.

Le DApp, oltre ai numerosi vantaggi, hanno anche alcuni limiti.

Posto che il costo per numerose operazioni risulta ancora svantaggioso rispetto a quello sostenuto nelle applicazioni tradizionali. Le Blockchain hanno tuttora dei limiti riguardanti la capacità di transazioni per quanto concerne la velocità di esecuzione. Difatti la necessaria verifica di ogni passaggio, caratteristica della Blockchain, rende il processo più lento se confrontato con le autorità centralizzate delle app tradizionali.

### 2.2.2 Le stable coin

Dopo aver esplorato il funzionamento della tecnologia blockchain e il suo utilizzo per il finanziamento aziendale, esamineremo due aspetti particolarmente interessanti: il ruolo delle stablecoin nel mercato delle criptovalute e le ripercussioni che possono avere sull'economia reale, nonché le monete digitali delle banche centrali (CBDC).

Le CBDC sono monete digitali che le banche centrali di tutto il mondo stanno sviluppando per creare una valuta virtuale emessa da un'istituzione monetaria, equiparabile alla valuta FIAT che controlla, ovvero con lo stesso impatto di politica monetaria.

Essenzialmente le CBDC sono equiparabili alle stablecoin, in quanto mantengono un valore uguale a quello della valuta fiat a cui sono legate.

È importante spiegare come il ruolo delle stablecoin sia fondamentale per ogni investitore e fruitore di criptovalute, ma diventi ancor più importante in piattaforme decentralizzate come Ethereum.

Difatti, nell'utilizzo di DApps e protocolli su rete Ethereum (o altre reti), le stablecoin fungono da riserva di valore alla volatilità dei token e permettono all'utente di utilizzare una moneta assimilabile ad una valuta FIAT.

Per iniziare, analizziamo le stablecoin emesse da aziende private, che sono attualmente molto diffuse nel mercato delle criptovalute. È interessante comprendere perché, negli ultimi anni, questo tipo di moneta ha beneficiato di tanta popolarità.










Name	Price	1h %	24h %	7d %	Market Cap	Volume(24h)	Circulating Supply
 Tether USDT	\$1.00	▼ 0.02%	▼ 0.02%	▲ 0.01%	\$114,081,728,049	\$39,086,894,385 39,074,672,293 USDT	114,039,204,814 USDT
 USDC USDC	\$0.9999	▼ 0.02%	▼ 0.02%	▲ 0.01%	\$34,088,972,151	\$3,834,284,545 3,834,669,518 USDC	34,089,751,230 USDC
 Dai DAI	\$1.00	▼ 0.00%	▼ 0.01%	▼ 0.00%	\$5,348,065,227	\$73,979,028 73,977,395 DAI	5,347,888,596 DAI
 Ethena USDe USDe	\$1.00	▼ 0.01%	▼ 0.02%	▲ 0.11%	\$3,402,977,257	\$23,011,193 22,999,685 USDe	3,401,301,910 USDe
 First Digital USD FDUSD	\$1.00	▼ 0.05%	▼ 0.07%	▼ 0.02%	\$1,989,016,979	\$2,375,958,837 2,374,716,364 FDUSD	1,988,956,599 FDUSD
 USDD USDD	\$0.9994	▼ 0.04%	▲ 0.02%	▼ 0.01%	\$739,527,576	\$5,057,613 5,057,044 USDD	739,975,587 USDD
 Frax FRAX	\$0.9977	▼ 0.02%	▲ 0.04%	▲ 0.07%	\$647,928,717	\$6,348,045 6,362,952 FRAX	649,434,271 FRAX
 TrueUSD TUSD	\$1.00	▼ 0.01%	▲ 0.04%	▲ 0.24%	\$495,732,756	\$40,097,215 40,038,095 TUSD	495,201,533 TUSD
 PayPal USD PYUSD	\$0.9996	▲ 0.10%	▲ 0.02%	▲ 0.01%	\$364,864,443	\$6,049,084 6,056,827 PYUSD	365,017,599 PYUSD

Immagine 2.8, le principali stablecoin, fonte <https://coinmarketcap.com>

Per comprendere l'importanza e l'utilità delle stablecoin nel mondo delle criptovalute, è necessario distinguerne i diversi tipi poiché non tutte hanno le stesse caratteristiche.

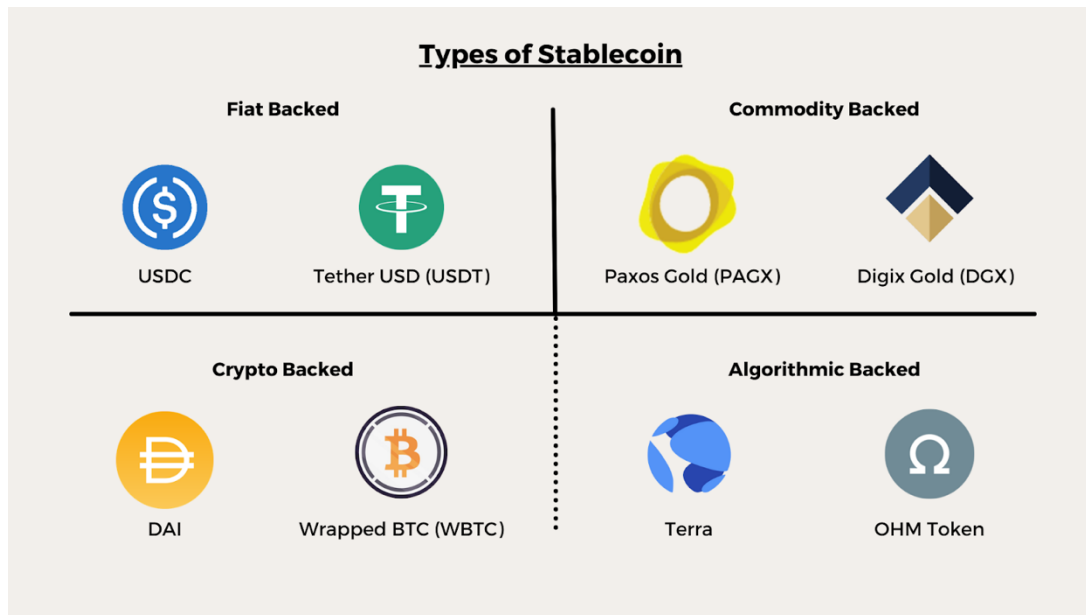


Immagine 2.9, le tipologie di stablecoin, fonte <https://www.linkedin.com>

La distinzione principale è tra stablecoin "collateralizzate", ancorate a un asset preesistente, e stablecoin algoritmiche.

Tra le stablecoin collateralizzate, possiamo ulteriormente distinguere in base al tipo di asset sottostante: ci sono monete ancorate a una valuta FIAT (come Tether<sup>26</sup> e USD Coin, che rappresentano la maggior parte del mercato e sono spesso legate al dollaro americano), a una commodity come l'oro (ad esempio, Pax Dollar e Digix Gold), o a criptovalute (come Dai, WBTC).

Le stablecoin algoritmiche, d'altro canto, non si basano su un asset sottostante, ma mantengono l'ancoraggio alla valuta FIAT tramite algoritmi che regolano l'offerta e la domanda di token per stabilizzare il prezzo. Le stablecoin algoritmiche sono state molto criticate per la loro mancanza di stabilità intrinseca, poiché mantengono l'equivalenza con

<sup>26</sup> ALESSIO IPPOLITO S.R.L. Editore. (2023, January 8). *Tether: Cos'è e come funziona - Guida Base USDT*. Criptoaluta.it®. <https://www.criptoaluta.it/tether>

la valuta fiat grazie a un altro token sulla piattaforma, che viene creato o distrutto (meccanismo chiamato mint/burn) a seconda delle necessità.

Ricordiamo il caso di Terraform Labs, quando a maggio 2022, a causa di ingenti movimenti di liquidità sul mercato, il meccanismo di mint/burn ha dichiarato il suo fallimento (e quello di tutta la compagnia).

La stablecoin della Blockchain Terra, Terra USD, allora era la stable algoritmica più utilizzata sul mercato, con una capitalizzazione intorno ai 18 miliardi.

Questa moneta basava il suo funzionamento su un sistema di arbitraggio con il token Luna (dello stesso ecosistema), quando il valore della stablecoin superava il dollaro, ogni utilizzatore del protocollo poteva coniare Terra UDS al valore di 1 dollaro e nel mentre “bruciare” Luna (scambiare il token per la stable) aumentando l’offerta di Terra USD, con conseguente decremento di prezzo della stable.

Detto meccanismo portava beneficio ai detentori del token Luna, che venendo “bruciato”, vedeva il suo valore incrementare. Nel caso di valore di UST minore di 1\$, si procedeva con meccanismo opposto.

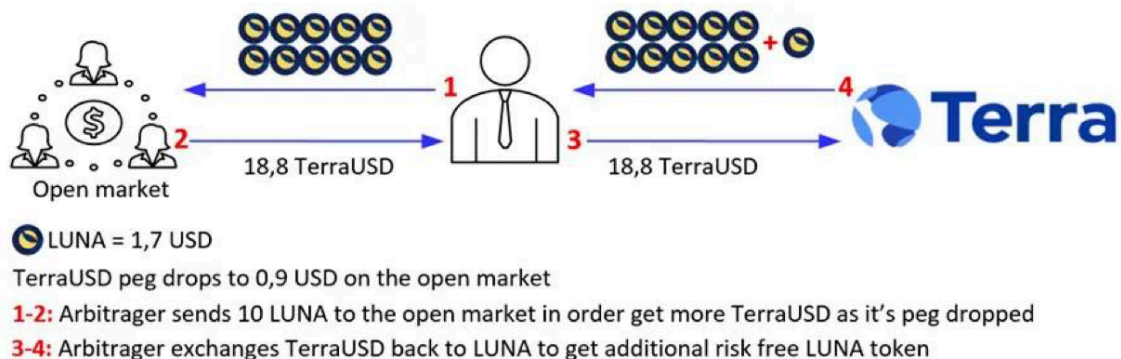


Immagine 2.10, arbitraggio di Terra USD e Luna, fonte <https://www.coinbureau.com>

Il meccanismo suindicato portava remunerazioni agli utilizzatori dell’ecosistema Terra ed è stato considerato un progetto rivoluzionario; tuttavia, ha messo in luce una criticità delle stablecoin algoritmiche che ha portato al fallimento di una compagnia e ha fatto perdere milioni di dollari agli investitori.



Le stablecoin sono state create principalmente per risolvere il problema della volatilità di Bitcoin e delle criptovalute in generale, che le rende inadatte come alternative alle valute FIAT.

Inoltre, nei primi anni di vita delle criptovalute, era molto più difficile effettuare acquisti o vendite di queste monete, mentre negli anni la situazione è progressivamente migliorata con la creazione degli Exchange.

Gli exchange e gli investitori hanno bisogno di effettuare transazioni on-chain senza essere esposti al rischio di cambio derivante dalla volatilità delle criptovalute tradizionali. Aggiungasi che per, ottenere licenze bancarie per permettere ai clienti di usare moneta a corso legale per acquistare criptovalute è complesso, mentre è più facile ottenere licenze per operare con stablecoin.

Queste piattaforme di compravendita permettono all'utente di scambiare dollari (o monete FIAT) con cripto e viceversa, oppure cripto stesse tra di loro.

Comunemente si identificano due tipologie di Exchange: i DEX (exchange decentralizzati) sono delle piattaforme che si specializzano nelle transazioni peer-to-peer e non richiedono una terza parte, per lo scambio di criptoasset.

Mentre i CEX (exchange centralizzati) sono piattaforme di società private, che permettono lo scambio di criptovalute tra gli utenti, mantenendo un order book (come una sorta di broker online).

La popolarità delle stablecoin è aumentata dalla prima emissione, con i principali attori del mercato delle criptovalute che hanno mostrato un crescente interesse per questo asset. Attualmente, USDT è seconda solo a Bitcoin ed Ethereum in termini di capitalizzazione di mercato, e ha volumi di scambio giornalieri superiori a quelli di Bitcoin.

Di recente, le stablecoin hanno guadagnato ulteriore popolarità grazie al loro utilizzo nelle piattaforme DeFi. Alcuni exchange permettono lo staking delle stablecoin offrendo rendimenti elevati sugli investimenti (ad esempio, Binance in bear market offriva un rendimento annuo di circa il 26% su Tether). Tuttavia, ciò solleva dubbi sulla sostenibilità del sistema, poiché un rendimento così alto riflette una maggiore rischiosità dell'asset.

Nonostante l'importanza crescente delle stablecoin nel mondo delle criptovalute, le ricerche sul tema sono state meno numerose rispetto ad altri token, che hanno visto un boom di interesse con l'esplosione delle ICO nel 2017. Gli studi sulle stablecoin si sono concentrati principalmente sulla loro capitalizzazione di mercato, un indicatore

dell'afflusso di capitali nel mercato delle criptovalute, data la loro rilevanza nelle operazioni di trading.

### 2.2.3 La Decentralised Finance e gli Smart Contracts

La De-Fi, abbreviativo di "finanza decentralizzata," è un termine che fa riferimento a una vasta gamma di servizi finanziari eseguiti su blockchain, principalmente su quella di Ethereum.

Con la De-Fi, è possibile svolgere la maggior parte delle attività offerte dalle banche tradizionali, come guadagnare interessi, ottenere e concedere prestiti, acquistare assicurazioni, scambiare derivati, effettuare operazioni di trading e molto altro ancora. Tali operazioni sono caratterizzate da una maggiore rapidità e non richiedono documentazione né intermediari.<sup>27</sup>

Come tutte le transazioni tra criptovalute, la De-Fi è globale, peer-to-peer (da parte a parte, senza intermediari), crittografata e accessibile a chiunque.

La De-Fi pone il suo obiettivo nell'assicurare all'utente l'utilizzo dei servizi offerti dalle banche e dagli istituti finanziari tradizionali, evitando una serie di costi di transazioni e strutturali. Difatti, grazie alla tecnologia blockchain, il fruitore dei servizi di finanza decentralizzata non dovrà sostenere costi associati alle strutture fisiche degli enti (sedi fisiche) o agli intermediari.<sup>28</sup>

---

<sup>27</sup> *Cos'è la DeFi? Guida alla finanza decentralizzata.* (n.d.). <https://n26.com/it-it/blog/cos-e-la-defi>

<sup>28</sup> *Cos'è la finanza decentralizzata (DeFi)?* (n.d.). Coinbase. <https://www.coinbase.com/it/learn/crypto-basics/what-is-defi>

## Finance: Centralized vs. Decentralized (DeFi)

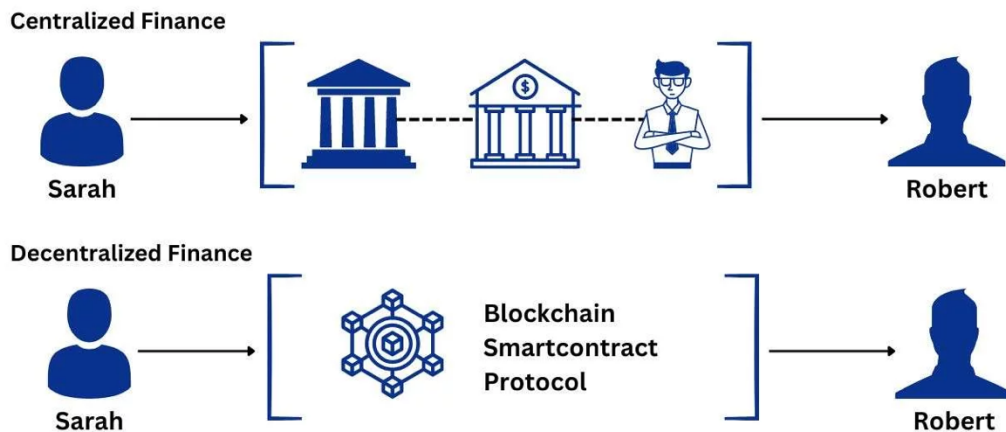


Immagine 2.11, Ce-Fi versus De-Fi <https://sdlccorp.com/post/decentralized>

I vantaggi di questo sistema includono un grande facilità di accesso agli strumenti proposti all'utente, che non ha bisogno di aprire conti collegati o sottoscrivere contratti, limitandosi a connettere il proprio portafoglio e godere dei servizi offerti.

L'anonimato è garantito dal sistema, il quale non richiede dati sensibili o informazioni personali.

La rapidità della De-Fi è associata ad una grande flessibilità: l'utente non è vincolato ad una piattaforma ed è in grado di trasferire i propri asset altrove senza la necessità di autorizzazioni o lunghe procedure burocratiche.

In aggiunta a ciò, il sistema garantisce la maggior trasparenza possibile, dato che l'utente è sempre in grado di monitorare l'insieme delle transazioni effettuate dal mercato.

Nonostante i numerosi lati positivi, sorgono alcuni svantaggi nell'utilizzo di questo sistema.

Innanzitutto, utilizzando prevalentemente la rete Ethereum, i costi di transazioni legati all'utilizzo della blockchain possono essere elevati e scoraggiare l'utente.

Inoltre, essendo un sistema ancora molto innovativo, soprattutto su DApps poco utilizzate, l'utente potrebbe trovarsi di fronte a problemi di liquidità. Questo potrebbe causare una elevata volatilità oppure la difficoltà di vendere i propri asset.

Infine, soprattutto in Europa, questa tecnologia non è ben regolamentata dagli istituti tributari, il che responsabilizza l'utente all'onere di conservare la documentazione necessaria a fini fiscali per moltissimo tempo.

Il funzionamento del sistema De-Fi è strettamente collegato al concetto di DApps. Infatti, le applicazioni decentralizzate che troviamo maggiormente su rete Ethereum, garantiscono l'efficienza e la buona riuscita dei servizi proposti. Nel caso di Ethereum, la sua blockchain traccia la cronologia delle transazioni e lo stato dei conti, mentre Ether e altre criptovalute fungono da asset. Le DApp utilizzano smart contract, che vengono continuamente sostituiti con versioni sempre più avanzate. Essendo la De-Fi un movimento open source, i suoi protocolli e applicazioni sono largamente accessibili. Ethereum è rinomata per la sua flessibilità, il che permette agli sviluppatori di creare applicazioni con facilità. Grazie a questa caratteristica, esistono già soluzioni DeFi per molti dei servizi finanziari tradizionali, con la possibilità di sviluppare continuamente nuovi servizi innovativi. Poiché molte applicazioni De-Fi sono costruite sulla piattaforma Ethereum, c'è una forte interoperabilità tra questi prodotti.

Al centro del sistema De-Fi, ci sono gli smart contracts, ovvero contratti di applicazione immediata basati su tecnologia blockchain.

Ogni parte coinvolta definisce delle condizioni che permettono l'esecuzione del contratto senza la necessità di un'autorità centrale. Questo tipo di contratti impiega numerosi "if... then..." nella programmazione che permettono l'efficienza dello strumento. Quando le condizioni stabilite vengono soddisfatte da una o entrambe le parti, gli smart contracts si attivano automaticamente. I loro campi di applicazioni sono estremamente vasti, ma in ambito De-Fi, vengono spesso utilizzati per compiti come il trasferimento di fondi a uno specifico conto in una data prestabilita.

## CAPITOLO III

### 3.1 La Tokenizzazione

Definizione:

*“Processo di assegnazione di un token a un dato bene, che comporta la rappresentazione digitale di asset fisici su un registro distribuito oppure l'emissione di classi di asset tradizionali sotto forma di token”*<sup>29</sup>

Convertire un asset in un token consente di archiviarlo, scambiarlo, trasferirlo o venderlo attraverso la Blockchain, utilizzando registri distribuiti. Il bene viene digitalizzato e registrato nella Blockchain, dove le informazioni riguardanti il proprietario del token, quali la data di registrazione e il contenuto dell'asset sono rese trasparenti e immutabili. La tokenizzazione, inoltre, può essere eseguita a costi ridotti tramite le molte piattaforme disponibili, permettendo di collegare un asset a un codice informatico che diventa la rappresentazione digitale.<sup>30</sup>

In pratica, la proprietà e il valore, come nel caso di un terreno o di un altro asset fisico o cartaceo, sono registrati su un database decentralizzato e distribuito (DLT o Blockchain) piuttosto che su un archivio tradizionale.

In aggiunta, i token servono a tracciare l'autenticità e lo storico delle transazioni di un asset; in tal caso sono generalmente noti come Real World Asset o security token.

Oltre a quanto sopra esposto, la tokenizzazione permette di associare un bene a un token, consentendo così di suddividerlo in quote. Ne consegue che, la frazionabilità, difficilmente applicabile con gli strumenti tradizionali, consente anche a chi ha budget ridotti di accedere a diversi asset reali o strumenti finanziari.

---

<sup>29</sup> tokenizzazione - Parole nuove - Accademia della Crusca. (n.d.).

<https://accademiadellacrusca.it/parole-nuove/tokenizzazione/23537>

<sup>30</sup> Il blog di Opstart. (2024, April 19). Il Blog Di Opstart.

<https://www.opstart.it/it/blog/tokenizzazione-di-che-cosa-si-tratta-e-come-si-utilizza>

Proprio per questa ragione, le criptovalute sono l'esempio cardine di frazionabilità.

Per esempio un Bitcoin, con un valore vicino ai \$60.000, risulta difficilmente acquistabile come unità singola; pur non essendo tecnicamente definibile token, possiede comunque la caratteristica della suddivisibilità: la minor quantità minima acquistabile di Bitcoin è un Satoshi, ovvero un centomillesimo di Bitcoin.<sup>31</sup>

### 3.1.1 Che cosa è un token

Un token è un frammento di dati con lo scopo principale di sostituirne altri.

Di per sé, non possiede alcun valore intrinseco e senza il riferimento ai dati originali perde la sua utilità.

I token, in senso lato, vengono utilizzati per rappresentare dati estremamente sensibili, come numeri di carte di credito o identificativi personali.<sup>32</sup>

Il termine token, tuttavia, viene spesso usato come sinonimo di criptovaluta o criptoasset. Inizialmente il termine è stato impiegato per indicare tutte le criptovalute diverse da Bitcoin ed Ethereum, che, nonostante ciò, per comodità vengono considerati token. Successivamente, token è stato utilizzato per identificare determinati asset digitali gestiti attraverso altre blockchain di criptovalute, come ad esempio le criptovalute che, nella finanza decentralizzata, vengono usate come cartamoneta. In questo ambito i token offrono una vasta gamma di opportunità, tra cui la possibilità di effettuare scambi decentralizzati e di vendere oggetti rari nei videogiochi. Allo stesso tempo, possono essere trattati e conservati come qualsiasi altra criptovaluta, ovvero a scopo speculativo.

A differenza di criptovalute come Bitcoin, che hanno una blockchain dedicata, i token DeFi, come Chainlink e Aave, si basano solitamente sulla blockchain di Ethereum.

---

<sup>31</sup> Team, Y. (2023, June 28). *Tokenizzazione: significato del termine e casi d'uso*. Young Platform. <https://youngplatform.com/blog/news/tokenizzazione-significato-cos-e-casi-d-uso/>

<sup>32</sup> Pagel, G. (2024, April 18). *Tokenizzazione: Tutto quello che c'è da sapere*. Planet. <https://www.weareplanet.com/it/blog/che-cos-e-la-tokenizzazione>

I token di questa seconda categoria sono utilizzati nella DeFi per una moltitudine di operazioni, che vedremo con maggiore dettaglio nelle applicazioni del settore dei Real World Assets.<sup>33</sup>

### 3.1.2 Vantaggi e svantaggi della Tokenizzazione

Come ogni nuovo strumento, la tokenizzazione porta con sé innovazione e vantaggi.

Il primo aspetto positivo si può ravvisare nella maggiore difficoltà di accesso ai dati sensibili, rendendo più difficile l'accesso degli hacker. Anche qual ora il sistema venisse violato, i dati risulterebbero privi di significato a colui che cerchi di decifrarli.

Al contrario della protezione crittografica, la quale può necessitare di un perpetuo aggiornamento e di un costante controllo dei sistemi, la tokenizzazione richiede esclusivamente una verifica periodica.

Sempre prendendo ad esempio la crittografia, la tokenizzazione risulta molto meno dispendiosa in termini economici e di risorse.

È, inoltre, in grado di offrire nuove opportunità per migliorare l'efficienza del settore finanziario, in quanto supporta servizi che possono essere pagati tramite “un clic”, consentendo in ogni caso alle aziende di soddisfare gli standard PCI DSS.<sup>34</sup>

Oltre a ciò, permette di risolvere i contratti digitali in modo alternativo al sistema tradizionale. Un esempio è la sottoscrizione di contratti tramite il protocollo Monero che garantisce privacy e anonimato.<sup>32, 35</sup>

---

<sup>33</sup> *Cos'è un token?* (n.d.). Coinbase. <https://www.coinbase.com/it/learn/crypto-basics/what-is-a-token>

<sup>34</sup> *PCI-DSS su Axerve Ecommerce Solutions.* (n.d.). Axerve. <https://docs.axerve.com/it/prevenzione-frodi/sicurezza/PCI-DSS/>

<sup>35</sup> Team, I. (2024, July 6). *Monero: What it means, how it works, and features.* Investopedia. <https://www.investopedia.com/terms/m/monero.asp>

Possiamo dunque riassumere i principali vantaggi della tokenizzazione in:

- **TRASPARENZA E TRACCIABILITÀ:** tutti le parti interessate nella compravendita di un prodotto hanno la possibilità di visionare i documenti costantemente aggiornati.  
Grazie alla blockchain, si è in grado di risalire a ciascuna transazione, quale la cessione di un contratto di debito, un passaggio di proprietà, ecc.
- **SICUREZZA:** detta innovazione gode delle caratteristiche solide della tecnologia Blockchain e cioè impossibilità di modificare o eliminare un contratto o certificato.
- **EFFICIENZA E DECENTRALIZZAZIONE:** l'utilizzo di token da un lato massimizza l'efficienza e minimizza i costi; dall'altro la decentralizzazione, consente di diminuire il personale di controllo e gestione.
- **CONDIVISIONE:** essendo il token uno strumento accessibile da ogni computer del mondo, una gran parte della popolazione sarà potenzialmente in grado di fruirne. Infatti, la semplicità nell'acquisto dei token, riduce le barriere all'ingresso, note della finanza tradizionale, e accresce il mercato di riferimento.<sup>31</sup>

D'altro canto, anche la tokenizzazione, come ogni nuova tecnologia, porta con sé svantaggi e complicazioni.

Allo stato il principale aspetto negativo è la carenza di una regolamentazione completa e intellegibile. Ad oggi, in vero non esistono normative che disciplinino in modo organico questo strumento.

Ciò complica ovviamente l'attività dell'investitore retail, che dovrà essere estremamente attento nel rendicontare ogni movimento di capitale, per non incappare in possibili sanzioni.

Coloro che potrebbero essere ancora più svantaggiati da questa mancanza di disposizioni, sono proprio le società.

Prendiamo l'esempio di una compagnia che si occupa di distribuire prodotti finanziari: potrebbe decidere di investire nello sviluppo di prodotti finanziari tokenizzabili per anticipare il mercato e godere di maggiori ricavi e riconoscimenti.

Nel caso però in cui, successivamente, vengano emesse leggi che disciplinano, più o meno rigorosamente tale tecnologia, potrebbe sopportare eccessivi costi e subire rilevanti



perdite sull'investimento iniziale. Difatti si vedrebbe costretta a dover azzerare il suo processo di tokenizzazione e/o la distribuzione e nel caso peggiore, decidere di cessare l'investimento della compravendita di token.

Ulteriore profilo negativo consiste nel sostenere ulteriori spese per assumere risorse umane esperte nel settore, trattandosi di una tecnologia molto recente; ed in ogni caso vi è il rischio che anche il personale competente, già in forza all'azienda, incorra in difficoltà di comprensione della struttura IT.

Altra criticità, è ravvisabile nella particolare attenzione che le aziende devono prestare nella scelta dei soggetti terzi cui affidare i servizi inerenti la gestione dei dati sensibili.

Infine, le aziende potrebbero incorrere in costi aggiuntivi nella scelta dei processori di pagamento che supportano la tokenizzazione, essendocene, allo stato, pochi.<sup>32</sup>

### 3.1.3 Le tipologie di token

Dopo aver definito la funzione e alcuni casi d'uso dei token ed aver analizzato vantaggi e svantaggi degli stessi, andremo a soffermarci sulle diverse tipologie esistenti.

In difetto di una regolamentazione sul punto come sopra chiarito, la legislazione non ci aiuta a distinguere i diversi token, di conseguenza la classificazione seguente si baserà sui casi d'uso degli stessi.

I più noti sono i token di pagamento, quelli utilizzati per la compravendita di oggetti o per il trasferimento di valore.

Un esempio può essere Ether, token nativo della Blockchain Ethereum; viene adoperato per trasferire denaro da un utente ad un altro o per acquistare prodotti sulla rete di riferimento.

Come si è già accennato precedentemente nell'elaborato, in questa tipologia di token si identificano tutte le criptovalute; in alcuni casi correttamente, in altri impropriamente (ad esempio Bitcoin).

Il trasferimento di denaro (o altre attività finanziarie) con questa tecnologia non è ancora puntualmente normato ed è facile imbattersi in una zona oscura in ambito fiscale.

Gli NFT o token non fungibili (dall'inglese Non Fungible Token) vengono definiti come dei certificati digitali che attestano la proprietà di un bene.

Il bene in questione può essere di natura reale o digitale e può spaziare da uno screenshot di una semplice immagine all'opera d'arte di un artista.

La loro caratteristica precipua è quella di attribuire in modo univoco la proprietà del bene al loro legittimo proprietario, godendo dei benefici di immutabilità della Blockchain.

Il mercato dei token non fungibili ha raggiunto il suo massimo tra il 2021 ed il 2022 (in piena bull-run) arrivando a scambiare delle opere d'arte (così definite dai venditori) a decine di milioni di dollari. La più costosa è stata battuta all'asta nel dicembre 2021, con un valore di circa 91,8 milioni di dollari.<sup>36</sup>

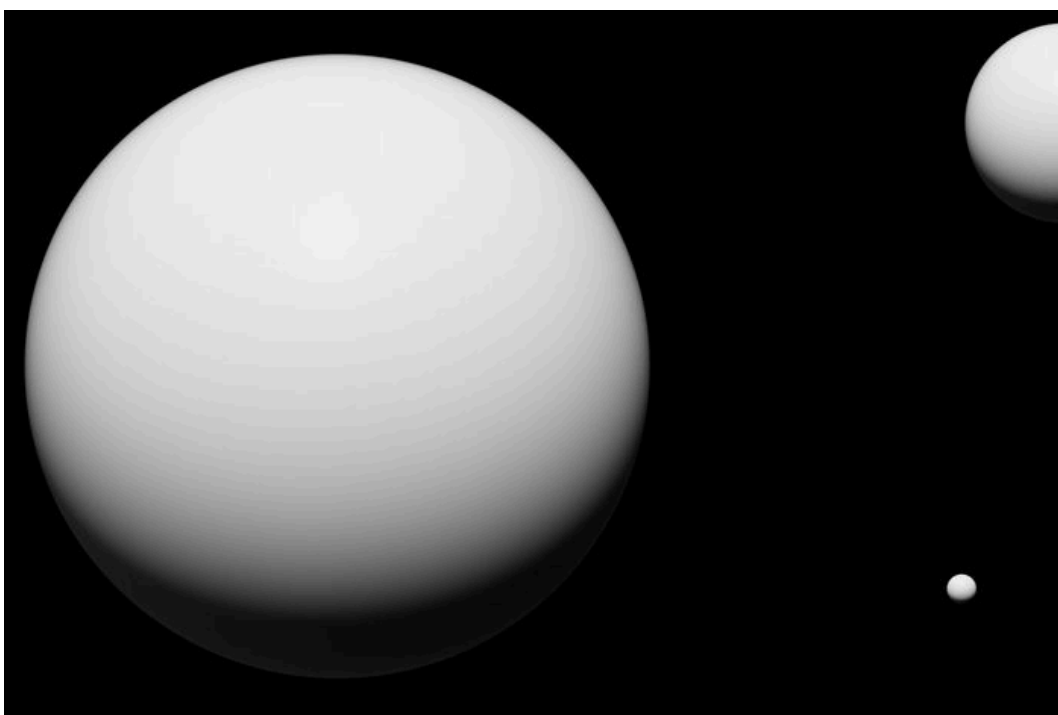


Immagine 3.1, "Fusione" di Pak, fonte: <https://crypto.com>

La bolla degli NFT, dopo poco tempo, è scoppiata ed il valore degli asset scambiati è crollato.

---

<sup>36</sup> Crypto.com. (n.d.). *Gli NFT più costosi mai venduti* | Crypto.com.

<https://crypto.com/university/it/most-expensive-nfts>

Bisogna comunque riconoscere il grande valore che questi token potranno avere in futuro, nonostante molti investitori siano rimasti abbagliati da questa opportunità e abbiano accusato ingenti perdite di capitale.

In aggiunta, nel campo dei videogiochi, gli NFT possono rappresentare articoli rari o pregiati, come un terreno virtuale, la “skin” (il costume) del personaggio e molto altro ancora.

I token De-Fi, invenzione degli ultimi anni, ha consentito a numerosi investitori del mondo cripto di beneficiare di alcuni strumenti tipici del mercato finanziario tradizionale. I protocolli emettono token che vengono utilizzati dall’utente per fruire dei servizi della piattaforma: prestiti, assicurazioni, scambi di stable-coin e altro ancora.

Detti token si comportano come una normale criptovaluta, e per tanto hanno un valore che oscilla sull’equilibrio di domanda-offerta, potendo essere scambiati per trasferire denaro digitalmente.

Sono i protagonisti principali della finanza decentralizzata, in quanto permettono all’utente di fruire dei servizi presenti sulla blockchain di riferimento.

Esempi di token De-Fi sono Avalanche con il suo token AVAX oppure Uniswap con il token UNI.<sup>37</sup>

Gli utility token differiscono sia dai token di pagamento che dai token De-Fi, ma sono simili a questi ultimi: hanno un valore, ma possono deprezzarsi da un momento all’altro. Circolano su Blockchain e rappresentano su di essa un prodotto o un servizio spendibile dal detentore. Non sono regolamentati nel maggior numero dei paesi del mondo.

L’utility token, in conclusione, attribuisce al proprietario di godere di un beneficio come uno sconto su un determinato prodotto o un diritto di prelazione.

I token di governance sono un’altra classe di strumenti che conferiscono a un soggetto la facoltà di prendere decisioni riguardo ad un protocollo o ad una applicazione decentralizzata.

---

<sup>37</sup> Grossi, G. (2024, May 31). *DeFi: Cos’è e come funziona la Finanza Decentralizzata*.

Criptovaluta.it®. <https://www.criptovaluta.it/12906/defi>

Vengono usati nella finanza decentralizzata; un esempio è il protocollo di Compound con il suo token COMP, che attribuisce a ciascun detentore il diritto di voto proporzionato alla quantità di token che possiede.

Infine i security token si configurano come una nuova asset class che si pone l'obiettivo di rispecchiare l'equivalente dei prodotti finanziari come titoli ed obbligazioni nel mercato cripto.

Vengono impiegati per la vendita di azioni, frazionabili grazie alle caratteristiche del token o per la distribuzione di quote di asset reali (come nel mercato immobiliare).

I security token danno accesso a strumenti di credito assai simili alle obbligazioni, garantendo rendimenti sicuri e standardizzati.

Si differenziano in asset-backed se si riferiscono a beni reali ed in equity token se si riferiscono ai titoli.

## 3.2 I Real World Assets

### 3.2.1 Introduzione ai Real World Assets

Il settore dei Real World Assets si pone l'obiettivo di commercializzare beni tangibili (ad esempio gli immobili) e non tangibili (ad esempio azioni, obbligazioni e titoli di stato) rappresentandoli sulla blockchain attraverso il processo di tokenizzazione.

Il fulcro del processo risiede nel trasferimento di questi asset "on chain" (letteralmente "sulla catena", la catena di blocchi) come token, sfruttando gli innumerevoli vantaggi della tecnologia blockchain.

Si ipotizza che un qualsiasi asset di valore possa essere tokenizzato e utilizzato in transazioni on-chain.

Tra i numerosi vantaggi, la tokenizzazione dei Real World asset permette da un lato di aumentare l'efficienza, la trasparenza e dall'altro di limitare gli errori umani, attraverso la tracciabilità degli asset conservati on-chain.<sup>38</sup>

---

<sup>38</sup> Sacchi, D. (2024, August 23). *Real World Asset (RWA) Tokenization: il prossimo trend delle crypto*. WebEconomia. <https://www.webeconomia.it/real-world-asset/>

La tokenizzazione permette, poi, di rappresentare dei Real World Asset custoditi e distribuiti off-chain (fuori dalla blockchain, cioè sui mercati tradizionali) oppure emettere gli stessi asset direttamente sulla blockchain.

Il settore degli RWA si pone in diretta concorrenza con il mondo della De-Fi, poiché offre rendimenti simili su asset tradizionali. Di conseguenza l'investitore potrà trarre profitto dai rendimenti di obbligazioni, azioni, titoli di stato e altro, direttamente su blockchain.

Al contrario dei prodotti della De-Fi, gli RWA offrono strumenti ugualmente favorevoli, ma maggiormente sicuri, poiché nativi di un settore ampiamente regolamentato ed estremamente liquido.

La finanza tradizionale, quindi, si trova di fronte un potenziale concorrente travestito da alleato. Poiché l'incessante avanzamento tecnologico porta innovazione, ci si aspetta che le criptovalute guadagnino in futuro un'ulteriore fetta di mercato, con verosimile crescita del settore dei Real World Assets.

### 3.2.2 I vantaggi del settore RWA

La tokenizzazione abilita casi d'uso fino ad ora impensabili nella finanza tradizionale, aprendo le porte a opportunità nuove per investitori ed aziende.

In primo luogo, offre una maggiore liquidità perché i token sono scambiabili sui mercati 24 ore su 24, accrescendo quindi la liquidità per asset notoriamente illiquidi.

In secondo luogo, offre una riduzione delle spese. Possiamo difatti osservare come la disintermediazione ed automazione delle transazioni on-chain permettano di abbattere i costi operativi.

Oltre a ciò, gli RWA garantiscono superiore sicurezza e trasparenza in virtù dei vantaggi caratteristici della tecnologia blockchain. I token rappresentati on-chain permettono sempre di tracciare l'asset sottostante e grazie all'efficienza degli smart contracts, vengono minimizzati i rischi operativi, imputabili di norma all'errore umano.<sup>38</sup>

Inoltre, i Real World Asset sfruttano la componibilità dei sistemi integrati nell'ecosistema De-Fi. Abilitando nuovi prodotti finanziari composti e automatizzati, si è in grado di creare nuove applicazioni ed aumentare il numero di casi d'uso.

Da ultimo, come già enunciato nel paragrafo riguardante la tokenizzazione, questo strumento velocizza le transazioni effettuate on-chain (che si completano nel giro di pochi

secondi senza intermediari), e offre la possibilità di frazionare un asset, dando così la possibilità a più persone di investire in un determinato strumento.

In qualche modo gli RWA (proprio come la Blockchain) mantengono una certa democraticità ed apertura a tutti i soggetti interessati. L'accessibilità che questo settore garantisce permette anche agli investitori retail di usufruire ed accedere ad asset riservati esclusivamente ad investitori istituzionali.

### 3.2.3 Come avviene il processo di Tokenizzazione

Ricordando quanto sopra enunciato, la tokenizzazione di asset digitali è il processo attraverso il quale i diritti di proprietà di un asset (qualsiasi oggetto, di valore sia fisico che digitale) vengono rappresentati come token e memorizzati sulla blockchain.

I token possono essere detenuti dai proprietari sui rispettivi Wallet crittografici.

Il processo di tokenizzazione inizia dalla selezione dell'asset. Una volta identificato, l'asset reale che si vuole portare on chain, occorre seguire una serie di passaggi:

1. **TIPOLOGIA DI TOKEN SCELTO:** nella seguente fase si determinano la tipologia e le caratteristiche del token digitale, tra cui figurano lo standard tecnico (es. un RC20 o un RC721), il numero di token da emettere, le regole di conio, la loro divisione e la distribuzione preferita.
2. **SCELTA DELLA BLOCKCHAIN DI RIFERIMENTO:** è importante scegliere su quale blockchain pubblica o piattaforma emettere i token. La scelta della piattaforma risulta determinante poiché questa fornirà l'infrastruttura tecnologica necessaria per creare, emettere e gestire i token. È comunque molto importante individuare una piattaforma che sia conforme alle normative, ove presenti, sia in ambito di regolamentazione, che in ambito di sicurezza.
3. **VERIFICA DELL'ASSET SOTTOSTANTE:** nel caso di asset finanziari garantiti da un collaterale reale, un revisore terzo si occuperà di verificare che il valore sia

detenuto off-chain. Questo solitamente avviene tramite tecnologie come la proof of Reserve.<sup>39</sup>

4. **SCRITTURA DEGLI SMART CONTRACTS:** in questa fase vengono stabilite le funzionalità dei contratti smart, con le relative modalità di emissione, politiche di trasferimento e, nei casi previsti, gli eventuali burns dei token.

Con burn si intende il processo di “bruciare”, quindi di cancellare uno o più token, solitamente a seguito di una transazione o di un utilizzo del token. Ciò serve per ridurre la liquidità del token sul mercato di riferimento, per mantenere l’ancoraggio nel caso di stablecoin, e altro ancora.<sup>40</sup>

5. **CREAZIONE DEL TOKEN:** una volta progettate ed ultimate tutte le fasi precedenti, il token è pronto per essere creato. Il conio su blockchain avviene tramite l’uso di smart contracts, i quali disciplinano le regole di scambio, trasferimento e riscatto.
6. **DISTRIBUZIONE:** a questo punto il token è pronto per essere distribuito. Le modalità possono variare; la vendita diretta e l’asta sono i metodi più utilizzati. Arrivati a questa fase è fondamentale che siano state definite a livello legale le azioni per l’azienda in fase di commercializzazione.
7. **GESTIONE DEL CICLO DI VITA:** infine, è fondamentale che venga mantenuto un controllo periodico all’asset sottostante. Suddetto processo di monitoraggio è volto a assicurare l’efficienza del sistema nel lungo termine e la tempestiva individuazione di problemi.

### 3.2.4 Fornitori di infrastruttura ed asset provider

L’ecosistema RWA si divide in due categorie: da una parte troviamo i fornitori di infrastruttura, ovvero quell’insieme di protocolli che consentono di definire la base operativa e tecnologica per il trasferimento di questi asset sulla blockchain. All’interno di

---

<sup>39</sup> Chainlink. (n.d.). *What are proof of reserves?* <https://chain.link/education-hub/proof-of-reserves>

<sup>40</sup> Stentella, G. (2022, September 30). Token burning: cos’è e quali effetti ha sulle crypto. *Money.it*. <https://www.money.it/Token-burning-cos-e-e-quali-effetti-ha-sulle-crypto>

questa categoria rientrano i servizi di compliance, custodia e i servizi per tokenizzare gli asset, oltre che fornire la blockchain di riferimento.

Dall'altra parte, invece, abbiamo i cosiddetti fornitori di asset, ovvero coloro che si occupano effettivamente della tokenizzazione e della domanda di Real World Asset.

I fornitori di infrastruttura, quindi, si occupano di offrire le fondamenta tecnologiche ed operative necessarie per trasferire dal mondo reale gli asset on-chain.

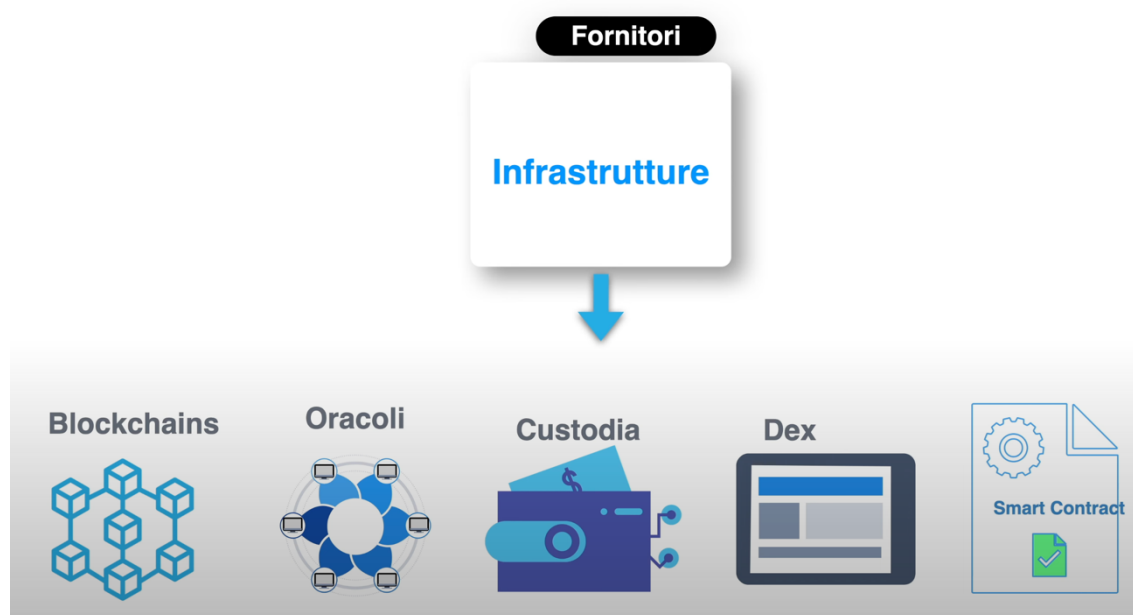


Immagine 3.2, Tipologie di fornitori di infrastrutture, fonte <https://www.webeconomia>

Tra le principali tipologie di infrastrutture esistenti troviamo:

1. Le Blockchain, che distinguiamo in permissionless o permissioned (le prime caratterizzate da partecipazione aperta, le seconde caratterizzate da partecipazione selezionata in base a certi criteri)<sup>41</sup> e sono studiate e modellate appositamente per il settore dei RWA.
2. I servizi di tokenizzazione, cioè quei servizi che rendono possibile il processo di rappresentazione digitale dell'asset reale, come i token.
3. I servizi di custodia che si incaricano della gestione sicura degli RWA tokenizzati.

<sup>41</sup> Serraino, I. (2022, June 27). Blockchain: Permissionless vs Permissioned - ICT Security Magazine. ICT Security Magazine. <https://www.ictsecuritymagazine.com/articoli/blockchain-permissionless-vs-permissioned/>



4. I servizi di compliance, volti a garantire la conformità normativa di emittenti e investitori.
5. Gli oracoli: collegano la Blockchain a sistemi esterni, consentendo in questo modo la lettura di dati provenienti dal cloud e la valutazione di queste informazioni tramite smart contracts.<sup>42</sup> Un provider di questo servizio è Chainlink, progetto estremamente interessante ed utile nel settore degli RWA.

I fornitori di asset si incaricano della creazione della domanda collaborando con l'infrastruttura Blockchain per diffondere il settore RWA in ulteriori classi di asset, perseguendo l'obiettivo di attirare nuovi capitali.

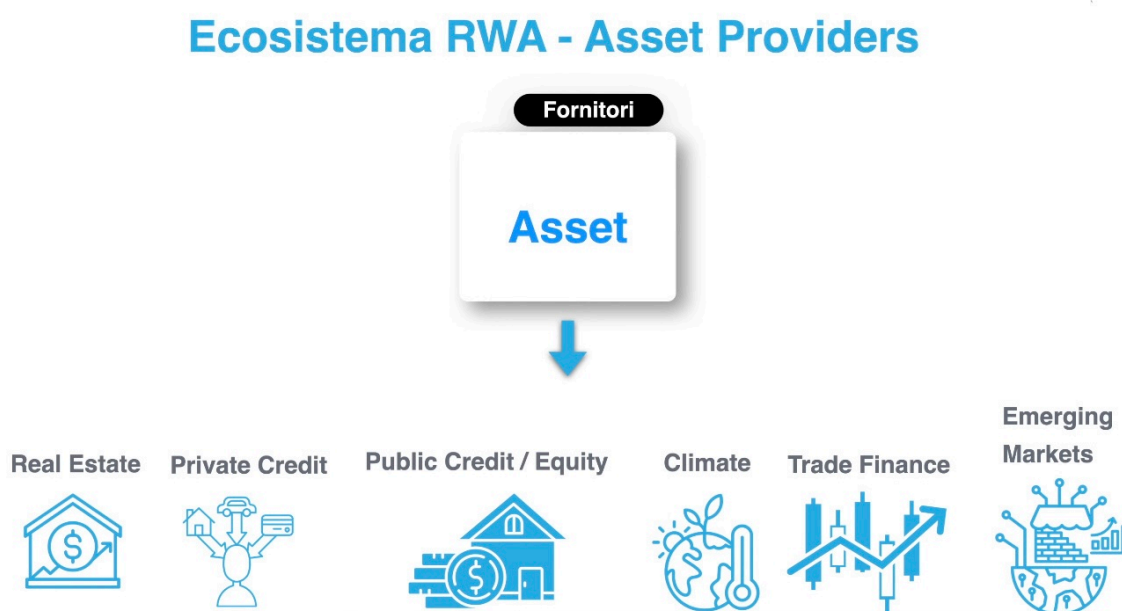


Immagine 3.3, diverse tipologie di asset providers, fonte: <https://www.webeconomia>

Tra i principali asset provider possiamo identificare:

1. Il settore del Real Estate, quelle aziende che si occupano di rappresentare on-chain, asset immobiliari, siti residenziali o commerciali.

<sup>42</sup> Cerini, P., (2023, November 28). *Blockchain: cosa sono gli oracoli e perché saranno sempre più importanti*. ZeroUno. <https://www.zerounoweb.it/cio-innovation/blockchain-cosa-sono-gli-oracoli-e-perche-saranno-sempre-piu-importanti/>

2. Il settore del credito privato, dove le istituzioni finanziarie emettono token corrispondenti a strumenti di finanziamento privati.
3. Il settore del public credit to equity: in questo caso troviamo società bancarie o finanziarie che si occupano di tokenizzare titoli di stato e obbligazioni pubbliche.
4. Il settore del climate che si occupa di rappresentare on-chain progetti finanziati sull'ambiente come carbon credits ed energie rinnovabili.
5. Il settore del trade finance dove vengono trasferite su blockchain attività finanziarie legate al trading.
6. Il comparto dei mercati emergenti rappresenta nuove possibilità di tokenizzazione per mercati non ancora affermati. I fornitori di asset collaborano con l'infrastruttura per espandere la disponibilità di RWA in varie classi, attirando così nuovi capitali ed investitori.

La sinergia tra questi progetti risulta dunque fondamentale per costruire un solido ponte che unisca il mondo della finanza tradizionale a quello della finanza decentralizzata.

### 3.2.5 Le tipologie di asset RWA

I Real World Asset coprono un'ampia gamma di asset sia tangibili che intangibili. Approfondendo ulteriormente le diverse categorie sopra elencate, passiamo ad elencare tutte le tipologie di token RWA circolanti nel mercato odierno.

1. **IMMOBILI:** i token RWA rappresentano on-chain proprietà immobiliari di ogni destinazione. Il settore del Real Estate offre all'investitore di beneficiare di rendite sulla compravendita di immobili o di godere di rendite passive nel caso di contratti di locazione.
2. **EQUITY E DEBITO:** la tokenizzazione di titoli di stato, corporate bond ed obbligazioni offre all'investitore strumenti finanziari affermati e sicuri. Alcuni progetti promotori di questo settore sono Maple Finance e Centrifuge.
3. **MONEY MARKET:** gli strumenti del mercato monetario come la cessione del credito, i prestiti ed i certificati di deposito tokenizzati offrono un'alternativa on-chain ad aziende e investitori retail che possono prendere a prestito capitali in De-Fi. Polytrade, ad esempio, è un protocollo che si sta facendo strada in questo specifico settore.

4. **AZIONI:** in questo caso la tokenizzazione di titoli azionari permette una più ampia liquidità e la possibilità di frazionare un'azione, pur esistendo broker come Etoro che offrono già questa opzione. Si può quindi concludere che nel caso del mercato azionario i vantaggi della tokenizzazione, oltre a quelli già elencati, sono identificabili anche nella possibilità di accedere al mercato azionario rimanendo on-chain.
5. **MATERIE PRIME:** la tokenizzazione di metalli preziosi, petrolio ed altre commodity offre all'investitore on-chain un'ulteriore alternativa alle crypto. Un protocollo attivo in questo settore è Pax Gold, token della società Paxos.
6. **PRIVATE EQUITY, PRIVATE DEBT E REAL ESTATE FUNDS:** questi settori, noti per essere tradizionalmente illiquidi, possono godere della tokenizzazione in questa chiave, raggiungendo più capitali con la caratteristica della frazionabilità.
7. **NFT:** permettono di rappresentare su Blockchain opere d'arte; il che li rende maggiormente liquidi e frazionabili.
8. **CARBON CREDITS:** sono candidati perfetti per la tokenizzazione. Gli investimenti ESG richiedono emissioni vicine allo zero e questo è possibile grazie a blockchain carbon neutral (completamente efficienti) e grazie all'impiego dei cosiddetti carbon credits (che puntano a compensare le emissioni del network).
9. **ROYALTIES:** la tokenizzazione delle royalties da proprietà intellettuale e licenze faciliterebbe i meccanismi di ricompensa nei confronti dell'autore.

### 3.2.6 Correlazione tra Real World Asset e aumento dei tassi di interesse

Nell'ultimo anno i Real World Asset hanno attirato l'interesse dei grandi fondi di investimento (BlackRock su tutti) e degli investitori privati. Questa considerazione trova spiegazione andando nella correlazione tra gli aumenti dei tassi di interesse (prendiamo a riferimento il mercato americano) ed i rendimenti dei titoli di stato americani.

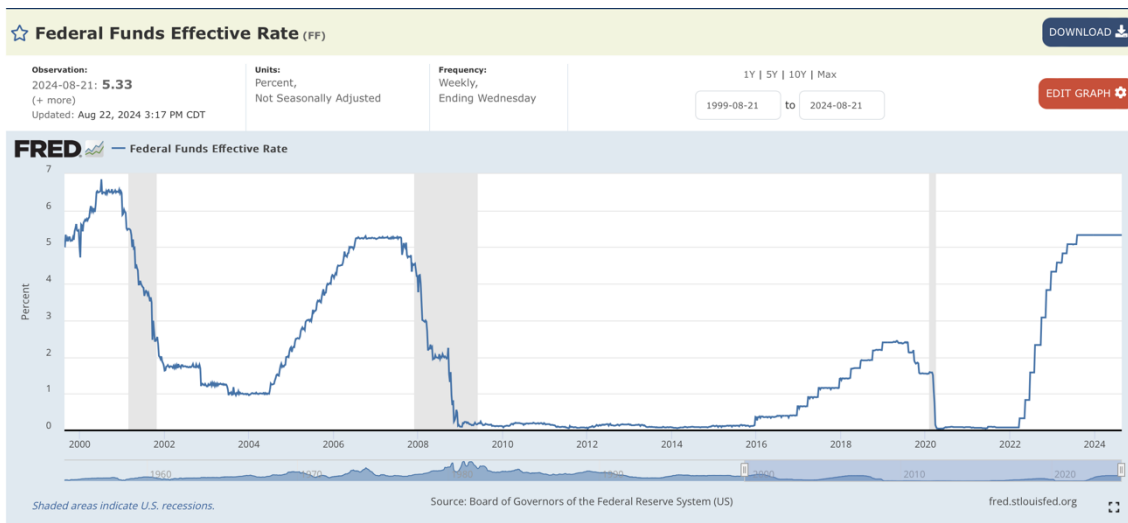


Immagine 3.4, tassi di interesse americani 1999-2024, fonte: <https://fred.stlouisfed>

Come si evince dall'immagine soprastante, l'inflazione crescente post covid ha richiesto l'attuazione di una politica monetaria restrittiva da parte della Federal Reserve. Invero si nota come, dal 2022 ad oggi, la curva dei tassi di interesse sia cresciuta fino al 5,33%.<sup>43</sup> Questo aumento dei tassi ha conseguentemente causato una crescita nei rendimenti promessi dai titoli di stato americani.

<sup>43</sup> *Federal funds effective rate.* (2024, August 22). FRED | St. Louis Fed. <https://fred.stlouisfed.org/graph/?id=FF>,

About the Fed		News & Events		Monetary Policy		Supervision & Regulation		Financial Stability		Payment Systems		Economic Research		Data		Consumers & Communities	
Current Release		About		Announcements		Technical Q&As											
Instruments		2024 Aug 21	2024 Aug 22	2024 Aug 23	2024 Aug 26	2024 Aug 27											
Bank prime loan 2 3 7		8.50	8.50	8.50	8.50	8.50											
Discount window primary credit 2 8		5.50	5.50	5.50	5.50	5.50											
U.S. government securities																	
Treasury bills (secondary market) 3 4																	
4-week		5.21	5.24	5.25	5.24	5.24											
3-month		5.02	5.04	5.01	4.98	4.98											
6-month		4.70	4.74	4.71	4.69	4.67											
1-year		4.19	4.26	4.19	4.22	4.19											
Treasury constant maturities																	
Nominal 9																	
1-month		5.45	5.51	5.51	5.49	5.49											
3-month		5.26	5.28	5.25	5.24	5.23											
6-month		4.92	4.96	4.92	4.91	4.89											
1-year		4.36	4.43	4.36	4.38	4.34											
2-year		3.92	3.99	3.90	3.91	3.83											
3-year		3.74	3.82	3.73	3.74	3.72											
5-year		3.64	3.72	3.65	3.66	3.66											
7-year		3.69	3.77	3.71	3.72	3.73											
10-year		3.79	3.86	3.81	3.82	3.83											
20-year		4.15	4.21	4.18	4.19	4.21											
30-year		4.06	4.13	4.10	4.11	4.13											

Immagine 3.5, rendimenti dei titoli del tesoro, fonte: <https://www.federalreserve>.

Nell'immagine 3.5 si possono, invece, osservare i rendimenti annualizzati dei *treasury constant maturity* ovvero delle obbligazioni strutturate indicizzate a medio-lungo termine.

Come si può notare, i rendimenti degli yield a scadenza di uno o due anni sono particolarmente alti, poiché in un periodo di incertezza economico-sociale con una inflazione galoppante, il mercato teme l'incertezza del medio-breve termine, premiandola con rendimenti maggiori.

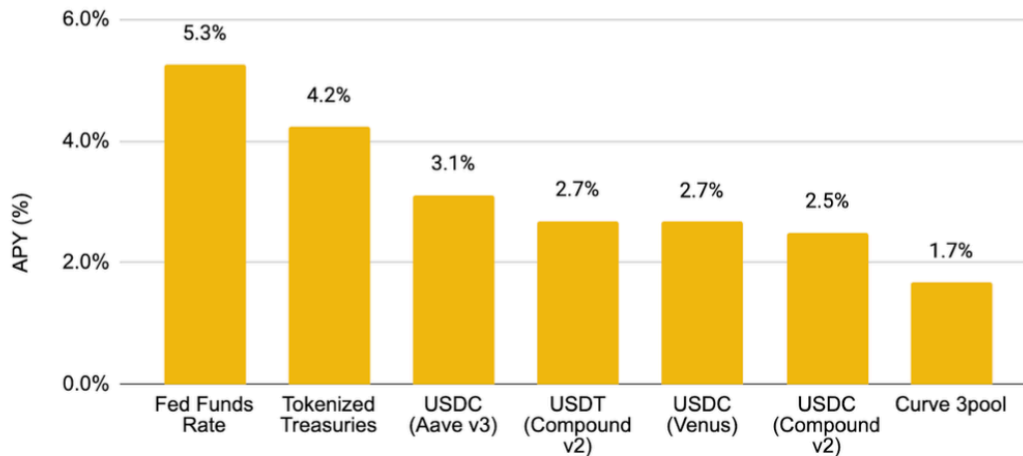
Stabilita dunque, la correlazione tra l'aumento dei tassi di interesse e l'incremento dei rendimenti dei titoli di stato, per quale ragione il mercato RWA ha guadagnato l'attenzione degli investitori?

Ciò in quanto, essendo un settore che pone la sua attenzione nei prodotti finanziari tradizionali ed essendo questi asset molto promettenti in termine di rendimento, le obbligazioni ed i titoli di stato tokenizzati offrono remunerazioni superiori rispetto ai prestiti di stablecoin nella finanza decentralizzata. Ne consegue che, l'investitore crypto con capitali in prestiti De-Fi, ha potuto e può godere dei benefici dei prodotti finanziari tradizionali rimanendo on-chain.

Vediamo quindi la differenza remunerativa in percentuale annua tra yield di landing in De-Fi e rendimenti dei titoli di stato.

Per farlo, richiamiamo i dati di una ricerca di Binance (il più grande exchange di criptovalute al mondo) che nel luglio 2023 ha analizzato il settore dei Real World Assets.

**Figure 6: Treasury yields exceed DeFi stablecoin yields**



Source: rwa.xyz, Aave, Compound, Venus, Curve, Binance Research, as of Jul 18, 2023

Immagine 3.6 Rendimenti dei treasury e dei lending in De-Fi, fonte: Binance Research

Il seguente istogramma mette a confronto i treasury americani tokenizzati con i più importanti protocolli di rendita su stablecoin.

Si nota chiaramente a causa dei tassi di interesse elevati i rendimenti annui dei titoli del tesoro crescono, che risultano pertanto più convenienti di qualsiasi assicurazione in De-Fi.

Quanto detto, però, non vale esclusivamente per le obbligazioni. Infatti, in situazioni di grande incertezza del mercato (proprio come è avvenuto recentemente) altri asset vengono favoriti da questa situazione, quali per esempio le materie prime.

In conclusione, possiamo affermare che i Real World Assets vengono incontro all'investitore con strumenti finanziari tradizionali, permettendogli di rimanere on-chain e offrendogli le più disparate alternative per diversificare e tutelare il suo portafoglio, soprattutto in periodi di crisi.

### 3.2.7 Panoramica del settore RWA

Dopo aver spiegato il funzionamento del processo di tokenizzazione, individuati gli asset tokenizzabili, i fornitori di asset e di servizi del settore e, analizzata la correlazione con i trend inflattivi, passiamo ad osservare la panoramica del mercato RWA.

In questa parte dell'elaborato, ci si soffermerà sull'analisi di grafici e tabelle fornite dal paper di Binance Research, da una piattaforma di monitoraggio dei settori in De-Fi, quale defillama.com e da RWA.xyz, principale sito di tracciamento dei Real World Assets.

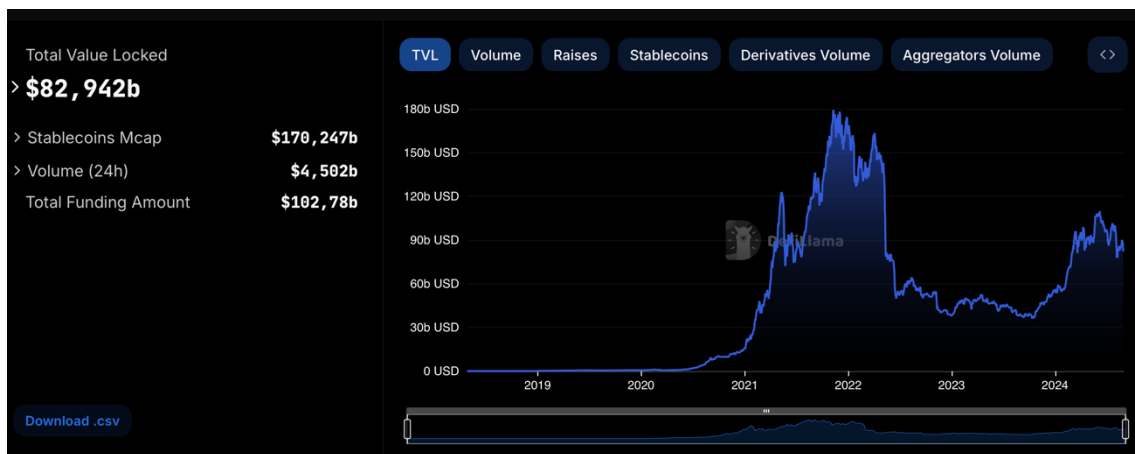


Immagine 3.7 Total Value Locked in De-Fi protocols, fonte: <https://defillama.com>

Category	Protocols	Combined TVL	Description
1 Liquid Staking	185	\$41,391b	Protocols that enable you to earn staking rewards on your tokens while also providing a tradeable and
2 Lending	444	\$31,357b	Protocols that allow users to borrow and lend assets
3 Bridge	88	\$27,861b	Protocols that bridge tokens from one network to another
4 Dexes	1415	\$16,866b	Protocols where you can swap/trade cryptocurrency
5 Restaking	10	\$14,677b	Protocols that allow you to stake the same ETH natively and in others protocols
6 Liquid Restaking	24	\$10,863b	Protocols that create a liquid token for restaking
7 CDP	152	\$7,713b	Protocols that mint its own stablecoin using collateralized lending
8 RWA	63	\$6,476b	Protocols that involve Real World Assets, such as house tokenization
9 Yield	511	\$5,668b	Protocols that pay you a reward for your staking/LP on their platform
10 Derivatives	266	\$3,646b	Protocols for betting with leverage

Immagine 3.8 Top 10 protocols in De-Fi, fonte: <https://defillama.com/categories>

La prima immagine ci mostra il valore totale bloccato in protocolli De-Fi, ad oggi prossimo agli 83 miliardi di dollari, mentre nella seguente possiamo studiare la classifica dei settori in base alla loro TVL.

I Real World Assets occupano l'ottava posizione, con ben sei miliardi e mezzo di valore bloccato sulla piattaforma.



Immagine 3.9 Panoramica del mercato RWA, fonte: <https://app.rwa.xyz>

Servendoci di RWA.xyz, prendiamo in esame ulteriori dati legati al mercato.

I Real World Assets circolanti su blockchain hanno raggiunto una capitalizzazione di quasi 12 miliardi di dollari.

Si evince dal grafico che la maggior parte degli investitori sceglie il settore del credito privato, con un valore di \$8,94 billions a copertura di circa il 75% dell'intero mercato.



Active Loans Value <sup>?</sup>	Total Loans Value <sup>?</sup>	Current Avg. APR <sup>?</sup>	Total Loans <sup>?</sup>
<b>\$8.94B</b>	<b>\$14.19B</b>	<b>9.02%</b>	<b>1.895</b>

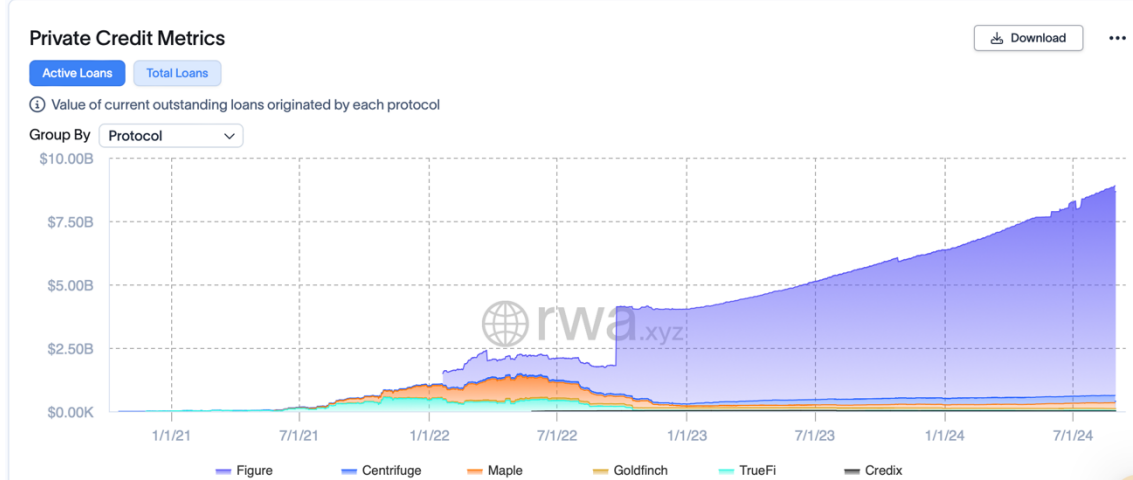


Immagine 3.10 I protocolli utilizzati nel credito privato tokenizzato, fonte: [private credit](#)

Figure traina il settore con ben il 97% della quota di mercato; si può notare dal grafico come si sia imposto, fin dal suo avvento nel febbraio 2022, sottraendo quasi la totalità delle quote a Maple Finance ed al precursore TrueFi.

L'unico network che da spazio al private credit è Ethereum, la cui blockchain ospita tutti i progetti di questo settore.

Con una capitalizzazione pari a \$2,07 billions, corrispondente al 16,7% del totale, seguono i titoli di stato americani.

Total Value <sup>?</sup>	Avg. Yield to Maturity <sup>?</sup>	Weighted Average Maturity <sup>?</sup>	Holders <sup>?</sup>
<b>\$2.07B</b> ▲ +1.79% from 7d ago	<b>4.94%</b>	<b>0,109 yrs</b>	<b>9.899</b> ▼ 43.36% from 7d ago

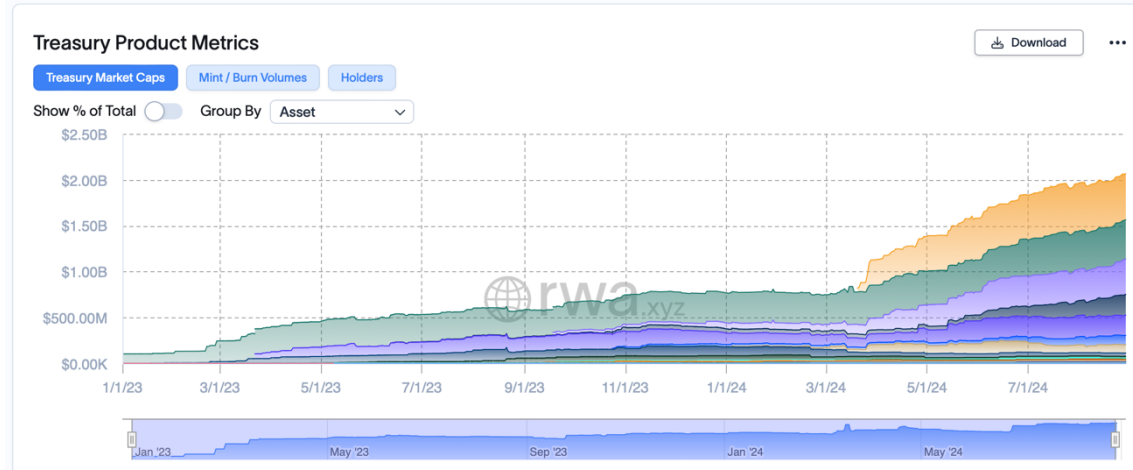


Immagine 3.11, buoni del tesoro americani tokenizzati, fonte: [app.rwa.xyz/treasuries](https://app.rwa.xyz/treasuries)

A differenza del credito privato dove emerge una sorta di monopolio, in questo settore si ravvisano diversi provider che si ripartiscono la tokenizzazione dei bond.



Immagine 3.12 e 3.13, % della market cap di protocollo e di network, fonte: [treasuries](https://treasuries)

Ondo Finance, Securitize e Franklin Tempeton Benji Investments si dividono più o meno equamente i tre quarti del mercato; al contrario Hashnote, Open Eden e Superstate completano il diagramma insieme ad altri protocolli minori.

Il network prevalente è Ethereum, Stellar offre servizi per un restante quarto, infine in misura minore figurano Solana, Mantle ed Arbitrum.

Il principale emittente di buoni del tesoro americani tokenizzati è BlackRock Financial Managment Inc., nonché fondo di investimento più grande del mondo, con un capitale gestito corrispondente ad un terzo della ricchezza globale.

Le commodities, ovvero i beni primari, valgono poco meno di un miliardo di dollari in token RWA, circa l'8% del mercato; nonostante ciò, risulta uno dei comparti più interessanti del mondo RWA.

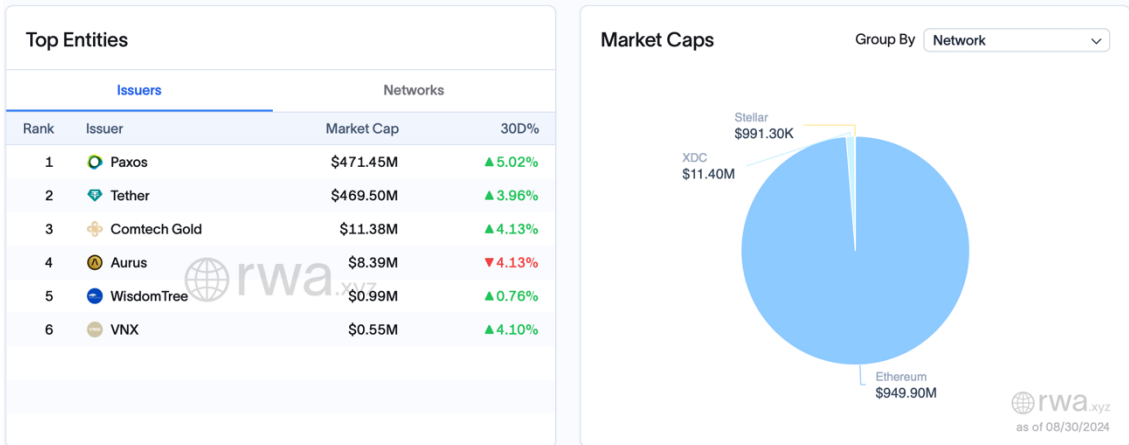


Immagine 3.14, protocolli e networks di commodities tokenizzate, fonte: [commodities](#)

Nel caso delle materie prime, Ethereum domina, imponendo il suo monopolio di network. I due principali provider di asset tokenizzati sono Paxos con il suo token PaxGold e Tether, il quale è recentemente uscito alla scoperta con il suo nuovo token collateralizzato all'oro TetherGold.

Name	Ticker	Networks	Pegged Commodity	Market Cap	Price
Paxos Gold Paxos	\$PAXG	Ethereum	Gold (ounces)	\$471.446.061 ▲	\$2.510 ▲
Tether Gold Tether	\$XAUT	Ethereum	Gold (ounces)	\$469.498.151 ▲	\$2.517 ▲
Comtech Gold Comtech Gold	\$CGO	XDC	Gold (grams)	\$11.377.669 ▲	\$81 ▲
tGold Aurus	\$TXAU	Ethereum	Gold (grams)	\$6.366.791 ▼	\$68 ▼
tSilver Aurus	\$TXAG	Ethereum	Silver (grams)	\$1.666.760 ▼	\$0.8420 ▲
WisdomTree Go... WisdomTree	\$WTGOLD	Stellar	Gold (ounces)	\$991.267 ▲	▲ \$2.400
VNX Gold VNX	\$VNXAU	Ethereum	Gold (grams)	\$550.948 ▲	\$81 ▲
tPlatinum Aurus	\$TXPT	Ethereum	Platinum (grams)	\$352.982 ▲	\$21

Immagine 3.15, tipologie di commodities tokenizzate, fonte: [rwa.xyz/commodities](#)

Per quanto concerne le tipologie di commodities tokenizzati, l'oro prevale con il 99,8% dei prodotti digitali; invece prova a farsi spazio l'argento (tSilver), seguito dal platino (tPlatinum), entrambi del protocollo Aurus.

La restante fetta riguarda le azioni, il debito governativo non statunitense e le obbligazioni corporate, il tutto per una misura inferiore all'0,3%. ?integrare

Da ultimo, le stablecoin, con un valore pari a 171,1 miliardi di dollari, permettono agli investitori di RWA di detenere liquidità e ottonere ricompense. Theter guida il mercato con la stable USDT, seguita da USDC e DAI.

Per quanto riguarda il network, prevale sempre Ethereum, seguito da Tron, Binance Smart Chain ed Arbitrum.

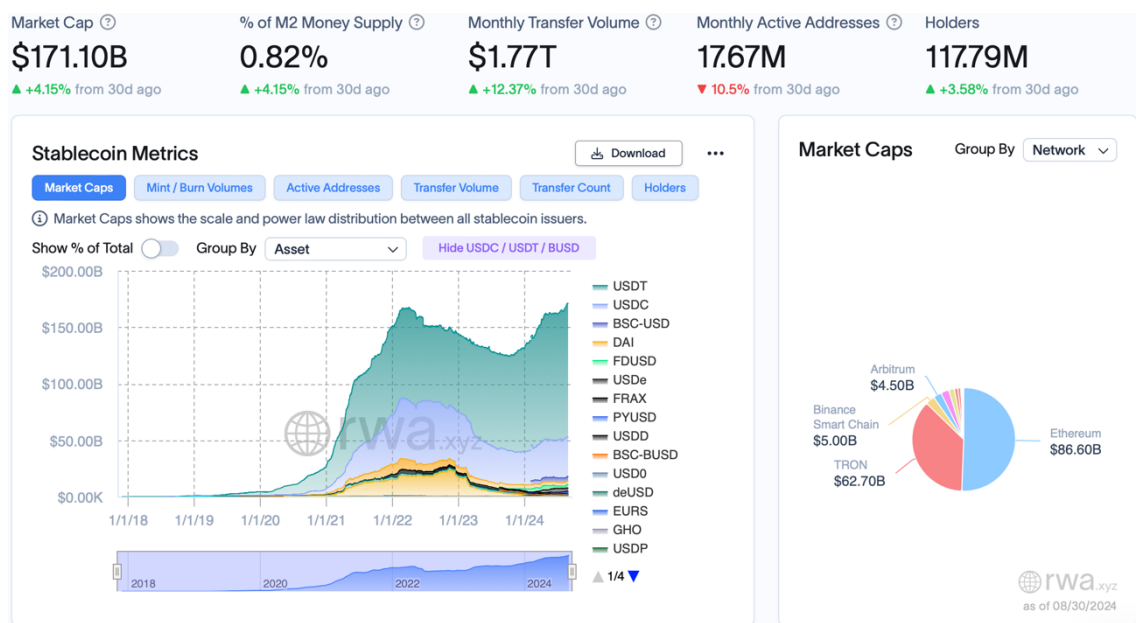


Immagine 3.16, market cap delle stablecoin, fonte: <https://app.rwa.xyz/stablecoins>

## CONCLUSIONI

Nel corso del presente elaborato, il candidato ha esplorato il tema della tokenizzazione degli asset reali e il suo impatto sulla finanza tradizionale, cercando di chiarire come questa tecnologia possa rappresentare un cambiamento ed un'innovazione per il panorama economico-finanziario.

L'evolversi della tecnologia alla base, la Blockchain, nata come registro distribuito ed attualmente impiegata per svariate funzioni, ha posto le radici per la creazione di un nuovo approccio alla finanza, dove la decentralizzazione e l'automazione giocano un ruolo da protagoniste.

La tokenizzazione dei Real World Assets rappresenta una delle applicazioni più interessanti di questa tecnologia, un'innovazione che può fungere da ponte tra i vecchi sistemi e quelli più recenti, abbattendo le barriere tra finanza decentralizzata e finanza tradizionale.

La possibilità di frazionare un bene fisico o cartaceo, in diverse quote rappresentate digitalmente, offre una interessante possibilità per migliaia di investitori propensi ad un'ampia diversificazione.

Oltre a ciò, questa tecnologia permette ad asset solitamente illiquidi o difficilmente commerciabili, come il debito privato e le opere d'arte, di poter attirare una quantità sempre maggiore di soggetti interessati, accrescendo il mercato di riferimento.

È opportuno evidenziare, però, che nonostante le svariate utilità offerte, la tokenizzazione comporta delle sfide e pertanto l'investitore deve essere messo nelle condizioni di poter conoscere i rischi che corre nell'utilizzo della stessa.

Allo stato attuale, la difficoltà maggiore è rappresentata dalla mancanza di una adeguata regolamentazione, che garantirebbe norme chiare in ambito fiscale ed una precisa tutela per la persona fisica ed il proprio capitale.

In tutto ciò, ci si augura che la finanza tradizionale apra le porte all'innovazione e lasci da parte lo scetticismo che ha sempre espresso verso il mondo delle criptovalute.

Tale atteggiamento permetterebbe di arrivare ad una velocità ed ad un controllo di sicurezza maggiore sulle operazioni effettuate dagli utenti, in grado di usufruire di asset finanziari ampiamente regolamentati on-chain.

Inoltre è importante ricordare come il recente investimento di svariate decine di milioni di dollari, da parte del fondo di asset management, BlackRock, faccia ben sperare in una ottica futura. Invero, se il fondo più grande del mondo decide di avventurarsi in un nuovo settore, difficilmente sbaglia; questo non perché Larry Fink ed il suo team hanno la sfera di cristallo, semplicemente poiché il colosso traina il mercato, BlackRock è partito e tanti altri lo seguiranno.

In definitiva, mi sento di poter affermare che la tokenizzazione degli asset reali sarà destinata a svolgere un ruolo sempre più importante nella finanza.

Verosimilmente non adesso, il mercato non è ancora pronto per un cambio di paradigma; ma gli ETF spot su Bitcoin ed Ethereum stanno facendo strada e, a mano a mano, diventeranno sempre più mainstream.

## FONTI E BIBLIOGRAFIA

### CAPITOLO I

1. Addona, C. (2018, March 28). *La crisi finanziaria del 2008, da cosa è stata scatenata?* Ius in Itinere. <https://www.iusinitinere.it/la-crisi-finanziaria-del-2008-da-cosa-e-stata-scatenata-9025#:~:text=La%20cartolarizzazione%20permetteva%20agli%20istituti,al%20termine%20dei%20mutui%20stessi>
2. Borsa Italiana. (n.d.). *Collateralized Debt Obligation - Glossario finanziario - Borsa Italiana*. <https://www.borsaitaliana.it/borsa/glossario/collateralized-debt-obligation.html>
3. Nakamoto, S., *Bitcoin Whitepaper*, (2008 October 31). [https://bitcoin.org/files/bitcoin-paper/bitcoin\\_it.pdf](https://bitcoin.org/files/bitcoin-paper/bitcoin_it.pdf)
4. *Blockchain spiegata in maniera semplice: cos'è e applicazioni*. (n.d.). [https://blog.osservatori.net/it\\_it/blockchain-spiegazione-significato-applicazioni](https://blog.osservatori.net/it_it/blockchain-spiegazione-significato-applicazioni)

5. Vergine, Salvatore e Bortolotti, Alessandro. 2021. “Blockchain, il futuro in blocchi”. *Economia Comportamentale*.
6. Rizzi, F. (2024, February 20). *Qual è la differenza tra Blockchain privata, pubblica e ibrida?* Rankia: Comunità Finanziaria. <https://rankia.it/qual-e-la-differenza-tra-blockchain-privata-pubblica-e-ibrida/>
7. Barney, N., Troy, S., & Pratt, M. K. (2023, September 7). *distributed ledger technology (DLT)*. CIO. <https://www.techtarjet.com/searchcio/definizione/distributed-ledger>
8. Distributed DBMS - Distributed Databases. (n.d.). [https://www.tutorialspoint.com/distributed\\_dbms/distributed\\_dbms\\_databases.htm](https://www.tutorialspoint.com/distributed_dbms/distributed_dbms_databases.htm)
9. Getblock. (2024, May 22). *What is a Blockchain Node and How Does it Work?* GetBlock.io. <https://getblock.io/blog/what-is-a-blockchain-node-and-how-does-it-work/>
10. Englelisabeth. (2024, March 20). *Che cos'è un nodo Bitcoin?* Bitpanda. <https://www.bitpanda.com/academy/it/lezioni/che-cose-un-nodo-bitcoin/>
11. Gatti, M. (2019, August 2). *Il problema dei generali Bizantini e la soluzione di Bitcoin*. The Cryptonomist. <https://cryptonomist.ch/2019/08/04/problema-general-bizantini-soluzione-bitcoin/>
12. Englelisabeth. (2024, February 8). *Che cos'è la doppia spesa e perché è un problema?* Bitpanda. <https://www.bitpanda.com/academy/it/lezioni/che-cos-e-la-doppia-spesa-e-perche-e-un-problema/>

## CAPITOLO II

1. Nakamoto, S., *Bitcoin Whitepaper*, (2008 October 31). [https://bitcoin.org/files/bitcoin-paper/bitcoin\\_it.pdf](https://bitcoin.org/files/bitcoin-paper/bitcoin_it.pdf)
2. Englelisabeth. (2024, June 10). *Il whitepaper di Bitcoin spiegato in maniera semplice*. Bitpanda. <https://www.bitpanda.com/academy/it/lezioni/il-whitepaper-di-bitcoin-spiegato-in-maniera-semplce/>
3. Kriptomat. (n.d.). *Breve storia delle criptovalute che tutti dovrebbero leggere*. <https://kriptomat.io/it/criptovalute/breve-storia-delle-criptovalute/>



4. Oxfloww. (2023, November 26). *Rollups Optimistic e Zero Knowledge, sai qual'è la differenza?* Crypto Bernardo Mascellani. <https://crypto.bernardomascellani.com/rollups-optimistic-e-zero-knowledge-sai-qual-e-la-differenza/>
5. Englelisabeth. (2024, June 24). *Che cos'è il "mining di Bitcoin" e come funziona il mining?* Bitpanda. <https://www.bitpanda.com/academy/it/lezioni/che-cose-il-mining-di-bitcoin-e-come-funziona-il-mining/>
6. Oxfloww. (2023, November 26). *Rollups Optimistic e Zero Knowledge, sai qual'è la differenza?* Crypto Bernardo Mascellani. <https://crypto.bernardomascellani.com/rollups-optimistic-e-zero-knowledge-sai-qual-e-la-differenza/>
7. Wikipedia. (2024, April 5). *Capitalizzazione azionaria*. Wikipedia. [https://it.wikipedia.org/wiki/Capitalizzazione\\_azionaria](https://it.wikipedia.org/wiki/Capitalizzazione_azionaria)
8. Jk-Homepages. (2024, May 20). *Rapporto Stock-to-Flow*. Swiss Gold Safe. <https://swissgolddsafe.ch/it/ulteriori-informazioni/fondamenti-metalli-preziosi/modello-stock-to-flow/>
9. *Bitcoin Stock to Flow Model - S2F Live Chart (PlanB)*. (n.d.). <https://charts.bitbo.io/stock-to-flow/>
10. *The case for Bitcoin*. (n.d.). The Case for Bitcoin. <https://casebitcoin.com/charts>
11. Lielacher, A. (2023, November 27). *Bitcoin vs. Stocks, Bonds, Gold, Silver, and Oil - Brave New Coin*. Brave New Coin. <https://bravenewcoin.com/insights/bitcoin-vs-stocks-bonds-gold-silver-and-oil>
12. *Cosa è ethereum? | CMC Markets*. (n.d.). <https://www.cmcmarkets.com/it-it/impara-come-operare-con-cryptovalute/cosa-e-ethereum>
13. Portale, V. (2024, April 5). *Cosa sono le DApp e come rivoluzioneranno il mondo delle App*. *osservatori.net*. [https://blog.osservatori.net/it\\_it/dapp-blockchain-cosa-sono](https://blog.osservatori.net/it_it/dapp-blockchain-cosa-sono)
14. ALESSIO IPPOLITO S.R.L. Editore. (2023, January 8). *Tether: Cos'è e come funziona - Guida Base USDT*. Criptovaluta.it®. <https://www.criptovaluta.it/tether>
15. *Cos'è la DeFi? Guida alla finanza decentralizzata*. (n.d.). <https://n26.com/it-it/blog/cos-e-la-defi>

16. *Cos'è la finanza decentralizzata (DeFi)?* (n.d.). Coinbase. <https://www.coinbase.com/it/learn/crypto-basics/what-is-defi>

## CAPITOLO III

1. *tokenizzazione - Parole nuove - Accademia della Crusca.* (n.d.). <https://accademiadellacrusca.it/parole-nuove/tokenizzazione/23537>
2. *Il blog di Opstart.* (2024, April 19). Il Blog Di Opstart. <https://www.opstart.it/it/blog/tokenizzazione-di-che-cosa-si-tratta-e-come-si-utilizza>
3. Team, Y. (2023, June 28). *Tokenizzazione: significato del termine e casi d'uso.* Young Platform. <https://youngplatform.com/blog/news/tokenizzazione-significato-cos-e-casi-d-uso/>
4. Pagel, G. (2024, April 18). *Tokenizzazione: Tutto quello che c'è da sapere.* Planet. <https://www.weareplanet.com/it/blog/che-cos-e-la-tokenizzazione>
5. *Cos'è un token?* (n.d.). Coinbase. <https://www.coinbase.com/it/learn/crypto-basics/what-is-a-token>
6. *PCI-DSS su Axerve Ecommerce Solutions.* (n.d.). Axerve. <https://docs.axerve.com/it/prevenzione-frodi/sicurezza/PCI-DSS/>
7. Team, I. (2024, July 6). *Monero: What it means, how it works, and features.* Investopedia. <https://www.investopedia.com/terms/m/monero.asp>
8. Crypto.com. (n.d.). *Gli NFT più costosi mai venduti | Crypto.com.* <https://crypto.com/university/it/most-expensive-nfts>
9. Grossi, G. (2024, May 31). *DeFi: Cos'è e come funziona la Finanza Decentralizzata.* Criptovaluta.it®. <https://www.criptovaluta.it/12906/defi>
10. Sacchi, D. (2024, August 23). *Real World Asset (RWA) Tokenization: il prossimo trend delle crypto.* WebEconomia. <https://www.webeconomia.it/real-world-asset/>
11. Chainlink. (n.d.). *What are proof of reserves?* <https://chain.link/education-hub/proof-of-reserves>
12. Stentella, G. (2022, September 30). *Token burning: cos'è e quali effetti ha sulle crypto.* Money.it. <https://www.money.it/Token-burning-cos-e-e-quali-effetti-ha-sulle-crypto>

13. Serraino, I. (2022, June 27). Blockchain: Permissionless vs Permissioned - ICT Security Magazine. ICT Security Magazine. <https://www.ictsecuritymagazine.com/articoli/blockchain-permissionless-vs-permissioned/>
14. Cerini, P., (2023, November 28). *Blockchain: cosa sono gli oracoli e perché saranno sempre più importanti*. ZeroUno. <https://www.zerounoweb.it/cio-innovation/blockchain-cosa-sono-gli-oracoli-e-perche-saranno-sempre-piu-importanti/>
15. *Federal funds effective rate*. (2024, August 22). FRED | St. Louis Fed. <https://fred.stlouisfed.org/graph/?id=FF>,
16. *Federal Reserve Board - H.15 - Selected Interest Rates (Daily) - August 29, 2024*. (n.d.). <https://www.federalreserve.gov/releases/h15/>
17. *DefiLlama*. (n.d.). DefiLlama. <https://defillama.com/categories>
18. *RWA.xyz | Analytics on Tokenized Real-World Assets*. (n.d.). RWA.xyz. <https://app.rwa.xyz/>
19. *Real world assets: state of the market*. (2023). In <https://research.binance.com>. Retrieved August 30, 2024, from <https://research.binance.com/static/pdf/real-world-assets-state-of-the-market.pdf>
20. Thorn, A., & Parker, G. (n.d.). *Top stories of the week - 9/1*. Galaxy. <https://www.galaxy.com/insights/research/top-stories-of-the-week-9-1/>