

Dipartimento di Impresa e Management

Cattedra di Finanza Aziendale

EFFICIENZA INFORMATIVA DEL MERCATO

DEI BITCOIN

Relatore

Prof. Gianluca Mattarocci

Candidato

Flavio Grasso

Matricola 233301

ANNO ACCADEMICO 2020-2021

INDICE

<i>Capitolo 1: Efficienza informatica del mercato</i>	5
1.1) Introduzione.....	5
1.2) Tipi di efficienza	5
1.3) Approfondimento efficienza informativa.....	8
1.4) Legge di Fama.....	10
1.5) Finanza comportamentale	15
1.7) Conclusione	21
<i>Capitolo 2: Bitcoin</i>	22
2.1) Introduzione	22
2.2) Presentazione Bitcoin e monete elettroniche	23
2.3) Storia	27
2.4) Caratteristiche.....	34
2.5) Successo	38
2.6) Bolla.....	42
2.7) Conclusione	44
<i>Capitolo 3: Studio empirico sull'efficienza informativa del mercato dei bitcoin</i>	46
3.1) Introduzione	46
3.2) Metodologia di analisi dell'efficienza dei mercati	46
3.3) Verifiche sull'efficienza dei mercati per le criptovalute.....	53
3.4) Conclusione	61
<i>Conclusione</i>	62

Introduzione

L'efficienza informativa di mercato è una dei principali studi condotti e affrontati nella letteratura economica. In particolare, il fattore che rende efficiente o meno un mercato è chiamato efficienza informativa. Il presente elaborato si propone di trattare in maniera minuziosa l'argomento citato, introducendo la teoria di cui si compone. Nel primo capitolo, verranno trattati i vari tipi di efficienza, rispettivamente l'efficienza allocativa, operativa, valutativa e informativa. Quest'ultimo tipo di efficienza sarà approfondita, spiegando di cosa essa si compone. Successivamente, verrà presentato e introdotto il celebre economista Eugene Fama, ideatore dell'ipotesi di efficienza informativa. Esso, suddivide l'efficienza di mercati in tre tipi: debole, semi forte, forte. Ognuna di questa tipologia ha una propria caratteristica nel mercato e ad esse verranno apportati alcuni studi in merito per provare effettivamente se il mercato è efficiente. Le critiche a questa teoria non mancano, dove le più forti vengono individuate nella branca della finanza che prende il nome di finanza comportamentale. Questa branca della finanza verrà definita, presentando i principali Bias presenti negli investitori, che minerebbero l'efficienza stessa del mercato.

In seguito, nel secondo capitolo sarà introdotta una nuova forma di "scambio", Bitcoin, definita anche come moneta digitale. Bitcoin, anche se esso ha una vita relativamente breve, è caratterizzato da numerosi eventi e oscillamenti di prezzo che ne hanno conseguito sia la sua alta volatilità, sia il suo sempre maggiore interesse da parte degli investitori e degli istituzionali. La storia di Bitcoin sarà raccontata dal suo inizio, quindi dal momento in cui il suo creatore, Satoshi Nakamoto, rilascerà il suo white paper. Si seguirà passo passo, includendo gli avvenimenti più importanti della criptovaluta, le variazioni e gli scostamenti di prezzo, includendo la sua elevata volatilità arricchita da picchi

e cadute nel corso degli anni fino ad arrivare al momento in cui questa elaborato viene steso. Il motivo per cui Bitcoin è considerata da molti come una rivoluzione economica è dato dalla tecnologia alla base. Essa verrà approfondita minuziosamente, dando particolare importanza alla tecnologia Blockchain e alla creazione e validazione dei blocchi.

Le visioni e i pareri verso la moneta digitale divergono enormemente. Verranno portate le ragioni principali per cui Bitcoin sta riscontrando così tanto successo, portando esempi di istituzioni economiche importanti che hanno deciso di aprirsi a questa nuova tecnologia. Come detto precedentemente, i pareri divergono enormemente. Molti sono gli studiosi ed economisti di spicco che criticano Bitcoin, considerandola come una bolla senza nessun valore fondamentale sotto, apportando anche studi in merito all'argomento.

L'ultima parte dell'elaborato, che coincide con l'obiettivo di questa tesi, sarà quello di individuare in letteratura gli strumenti e i test condotti per verificare l'efficienza di mercato. Verrà approfondito nuovamente Eugene Fama, e il suo scritto "The behavior of stock-market prices" e i vari studi in merito alla random walk e alle tre forme di efficienza. Successivamente, le basi derivate dagli studi letterari riguardo al tema verranno applicate alle criptovalute, in particolare Bitcoin, al fine di verificare definitivamente l'efficienza o meno del mercato delle monete digitali, dando anche una previsione di come e quando esso possa diventare ancora più efficiente.

Capitolo 1: Efficienza informatica del mercato

1.1) Introduzione

Nel primo paragrafo si individueranno i diversi tipi di efficienza, più in particolare, efficienza valutativa, efficienza allocativa e tecno-operativa evidenziando l'importanza che hanno nel rendere un mercato efficiente. Nel secondo paragrafo si approfondirà l'efficienza informativa, presentando alcuni dei principali studi condotti in letteratura. Nel terzo paragrafo si vedrà l'esistenza dei tre tipi di efficienza informativa, con il supporto di studi condotti dal celebre Eugene Fama, notando inoltre come l'esistenza di questo tipo di efficienza influisce sui movimenti di prezzo e sul mercato finanziario. Nel quarto paragrafo verranno apportate le teorie che trattano la finanza comportamentale, e di come esse possano rendere inefficiente il mercato andando contro le teorie accademiche vigenti nel passato.

1.2) Tipi di efficienza

Un mercato, per funzionare al meglio e per sfruttare al massimo le risorse potenziali, deve essere efficiente. **“Il concetto di efficienza dei mercati gioca un ruolo fondamentale nelle teorie che cercano di spiegare il meccanismo di formazione dei prezzi degli strumenti scambiati, e di conseguenza anche sui modelli quantitativi di selezione di portafoglio” (Fieni D. 2020).** “Lo studio dell'efficienza dei mercati si focalizza sui meccanismi di formazione dei prezzi delle attività finanziarie, cioè sulla velocità e sulla precisione con cui le informazioni influiscono sugli strumenti finanziari.

Vi sono diversi tipi di efficienze: efficienza valutativa, efficienza allocativa, efficienza tecnico-operativa ed efficienza informativa.

L'efficienza valutativa consiste nella capacità del mercato di valutare correttamente un'impresa, utilizzando tutte le informazioni prospettiche traducendole nel prezzo che dovrebbe avere quella società.

Uno dei modelli utilizzati al fine di determinare l'ipotetico valore d'impresa da confrontare con il prezzo di mercato, si riferiscono alla formula dei dividendi

in crescita costante: $P_0 = \frac{D_1}{r-g} (1)$.¹

La verifica dell'efficienza valutativa è stata elaborata in due modi: in primo luogo con una stima econometrica dell'equazione (1), con l'utilizzo di opportuna variabili che identificavano i valori attesi dei dividendi e del rendimento di equilibrio. In secondo luogo verificando se la volatilità del prezzo sia compatibile con la volatilità delle sue determinanti. Nel primo caso l'efficienza valutativa sarebbe confermata dalla validità dell'equazione stimata, cioè dall'alta percentuale della varianza spiegata, dalla significatività dei parametri e dalla correttezza dei segni. Nel secondo caso, l'efficienza è confermata se la volatilità del prezzo è inferiore alla volatilità massima stimata in base ai valori effettivi dei dividendi e del tasso di sconto.

L'efficienza allocativa è uno degli elementi necessario affinché si raggiunga l'ottimo sociale. In tal senso, essa riguarda il trasferimento di risorse da soggetti in surplus a soggetti in deficit. Si realizzerebbe se tutti gli operatori fossero razionali, investendo le risorse in eccesso per i soggetti in surplus e richiedendo i finanziamenti per i soggetti in deficit. Si raggiungerebbe l'ottimo paretiano (quindi l'ottimo sociale) quando l'allocazione delle risorse è tale che un miglioramento delle condizioni di un soggetto avverrebbe a discapito di un altro². Tuttavia, il Nobel per l'economia K.J. Arrow nel 1951 dimostrò che

¹ Rozeff M, S (1974), "Money and stock prices", in Journal of financial economics, Vol 1, p 245-302.

² Faucci, Riccardo, Vilfredo, Pareto (2009), "Verso una teoria integrata dei fenomeni economico-sociali?", SPE, Storia del pensiero economico. Fascicolo 1

l'ottimo paretiano non potrebbe esistere, e se esistesse verrebbero meno diritti come la libertà individuale.

L'efficienza tecnico-operativa del mercato si raggiunge quando, per gli operatori, gli scambi sono agevolati e i costi di transazione sono bassi. Quindi un mercato è efficiente dal punto di vista tecnico-operativo quando gli operatori sono liberi di fare scambi quando ne hanno bisogno, al prezzo che preferiscono e alle quantità richieste. Queste necessità sono misurate da alcuni parametri:

Immediatezza: Possibilità di raggiungere un certo scambio ad un certo costo di una determinata quantità, nel momento in cui l'operatore vuole farlo. È un concetto simile a quello della liquidità, cioè la possibilità di un operatore di monetizzare i propri asset.

Ampiezza: Indica quanti scambi avvengono nel mercato ad un certo prezzo. Più scambi sono presenti, più è facile per l'operatore liquidare o acquistare asset.

Elasticità: al variare della quantità richiesta o dalla quantità ceduta il mercato si deve adeguare. Se vi è una domanda in crescita dello strumento finanziario, l'operatore razionale dovrebbe reagire comprando ad un prezzo più un po' più alto, se effettivamente fosse sottovalutato.

L'efficienza informativa di mercato si raggiunge quando in ogni momento i prezzi dei titoli riflettono pienamente ed in modo corretto tutte le informazioni disponibili (Fama E(1970), *Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work*, Journal of Finance). È uno dei fattori fondamentali affinché vi sia un efficiente scambio di risorse finanziarie. Questo specifico tipo di efficienza verrà analizzato più approfonditamente nel prossimo paragrafo.

1.3) Approfondimento efficienza informativa

Fin da quando i mercati finanziari sono diventati oggetto di studio dell'economia, l'efficienza informativa dei mercati è stata uno degli argomenti più dibattuti e discussi.

Se un mercato funziona ed è efficiente, nessuno è in grado di battere di mercato, gli investitori otterranno un rendimento normale e non avranno extra-rendimenti o extra-perdite. L'implicazione che ne deriva è la seguente: Acquistando un titolo, non è possibile conseguire un rendimento anomalo, ciò implica che non si può battere il mercato. Sono stati condotti molti studi in merito alle performance dei fondi comuni di investimento. Con l'ipotesi di mercato efficiente si è osservato che non solo in media non fanno meglio del mercato, ma quelli che hanno avuto buoni risultati nel primo periodo non hanno fatto meglio del mercato nel secondo. La conclusione degli studi di performance dei fondi di investimento e di altri agenti finanziari è la seguente: **“Il fatto che un consulente o un fondo abbia ottenuto buone performance in passato non implica che sarà in grado di ottenere risultati altrettanto buoni in futuro”** (Mshkin, Eaksin, Beccalli (2019), Istituzioni e mercati finanziari, p.447).

Riguardo ai prezzi, se vi è efficienza informativa essi si aggiustano immediatamente all'arrivo di nuove informazioni e raggiungono sempre l'equilibrio. I cambiamenti dei prezzi sono dovuti al giungere di nuove informazioni nel mercato. La formula che sintetizza quanto detto è la seguente:

$$E^*(r_t/I_t) = r_t' = [E(r_t)] \quad ^3 (2)$$

Dove:

³ Vaciago G, Verga G (1995), Efficienza e stabilità dei mercati finanziari, Il Mulino.

r_{it} = rendimento effettivo del titolo i tra t e $t+1$ I_t = informazione disponibile al tempo t $E(r_{it}/I_t)$ = valore atteso del rendimento date le informazioni I_t disponibili all'inizio del periodo r_{it}' = rendimento atteso di equilibrio

Questo significa che i prezzi di mercato devono avere un rendimento atteso pari esattamente al rendimento di equilibrio; tale rendimento comprende il costo per l'acquisizione di informazioni.⁴

Dopo il lavoro di Fama, nel capire e dare la definizione di efficienza informativa, molti altri economisti provarono a dare una definizione più precisa della natura di tale efficienza. Uno di questi lavori sfociò in questo nuovo concetto: un mercato è considerato efficiente se le informazioni diventano pubbliche e non cambiano né i prezzi, né i titoli né i portafogli individuali⁵. Questa è una delle nuove definizioni che si è provato a dare, ma non sembrano abbastanza forti da sostituire la definizione data da Fama, il suo studio resta il punto di riferimento.

Gli studi empirici a favore dell'efficienza di mercato hanno esaminato le performance dei consulenti finanziari e dei fondi comuni di investimento.

La ratio dietro l'ipotesi di efficienza informativa è che non è possibile conseguire rendimenti anomali, cioè superiori al rendimento di equilibrio.

Una verifica comune consisteva nel prendere raccomandazioni di acquisto e di vendita di un gruppo di consulenti finanziari o di fondi comuni di investimento e confrontare le performance delle azioni selezionate con il resto del mercato. A volte le scelte dei consulenti venivano confrontate con azioni scelte casualmente. È stato visto che le scelte casuali equivalevano come rendimento le scelte compiute dai consulenti finanziari. Ed inoltre è stato verificato che, i

⁴ Fama E (1991), "Efficient Capital Markets: a Review of Theory and Empirical Work II", in Journal of Finance.

⁵ Latham M (1986), "Information efficiency and Information Subsets", in Journal of Finance.

consulenti che in passato sono riusciti a prevedere correttamente l'andamento del mercato, non riuscivano a fare meglio del rendimento dei titoli scelti a caso⁶.

1.4) Legge di Fama

Nello studio sull'effettiva esistenza di un'efficienza informativa dei mercati si unì pure un noto economista e accademico statunitense, Eugene Francis Fama. Più in particolare, egli parla di questo argomento in un suo celebre lavoro⁷. Nel lavoro presentato nel 1970 da Eugene Fama vengono individuate le condizioni sufficienti riguardo l'esistenza di un mercato di capitali efficiente. Secondo l'economista, si consideri un mercato in cui (i) non vi sono costi di transazione sostenuti nello scambio dei titoli, (ii) tutte le informazioni sono disponibili e prive di costo per ciascun partecipante al mercato, e (iii) tutti gli investitori razionali concordano sulle implicazioni delle informazioni correnti dei prezzi di mercato e sulla distribuzione dei prezzi futuri di ogni titolo. In un mercato del genere, il prezzo corrente di un titolo "riflette completamente" tutte le informazioni disponibili. Tali ipotesi, seppur introducendo perfettamente il modello, sono sufficienti ma non necessarie. Ad esempio:

fintanto che tutti gli investitori sono a conoscenza delle informazioni presenti sul mercato, anche elevati costi di transazione che inibiscono le transazioni stesse non implicano che, nel momento in cui vi sono scambi finanziari, i prezzi non riflettano completamente le informazioni disponibili. Allo stesso modo, il mercato può essere definito efficiente se un numero sufficiente di investitori ha accesso alle informazioni presenti. Eventuali disaccordi tra gli investitori riguardo le teorie sulle informazioni ricevute non ne segue una conseguente inefficienza del mercato finché vi sono agenti economici in grado di effettuare

⁶ Mshkin, Eaksin (1986), Istituzioni e mercati finanziari, Beccalli, p.477.

⁷ Fama E (1970), "Efficient capital markets: A review of the theory and empirical work" in Journal of finance.

una corretta valutazione ed analisi rispetto alle informazioni implicitamente contenute nei prezzi di mercato.

Riguardo alle evidenze empiriche, egli enunciò l'esistenza di tre tipi di efficienza, in base al grado di informazione riflessa nei prezzi dei titoli: efficienza debole, semi-forte, forte.

-Efficienza debole: Se i mercati sono efficienti in senso debole, è impossibile realizzare profitti sistematici attraverso l'analisi dei rendimenti passati, perché i prezzi osservati sul mercato riflettono tutta l'informazione contenuta nelle serie storiche. Tale definizione di efficienza suggerisce che soggetti, capaci di leggere e interpretare le informazioni pubbliche, come investitori professionali, possedendo informazioni private, possono realizzare extra profitti. Questo tipo di efficienza esiste in tutti i mercati finanziari, sviluppati e sottosviluppati.

-Efficienza semi-forte: se i mercati sono efficiente in senso semi-forte, i prezzi si aggiusteranno immediatamente al giungere di nuove informazioni pubbliche come, ad esempio, annunci di emissioni azionarie, fusioni, stacco dei dividendi. Tale efficienza presuppone l'esistenza dell'efficienza in senso debole, quindi il prezzo sconta sia le informazioni pubbliche che le serie storiche. Essa è presente nei mercati finanziari sviluppati, come quello europeo e americano, assente nei mercati non totalmente sviluppati.

-Efficienza forte: Se i mercati sono efficienti in senso forte, essi non solo riflettono nel prezzo le informazioni pubbliche, ma anche quelle informazioni in possesso dei privati, i cosiddetti insider, soggetti che possiedono informazioni maggiori rispetto al mercato. Gli insider vengono solitamente identificati nel management della società o per lo meno chiunque gestisca e segua le decisioni della società al suo interno. Questa efficienza presuppone l'esistenza sia di quella debole sia di quella semi-forte. Ma, mentre per primi due tipi l'esistenza sembra dimostrabile, questa terza forma sembra irraggiungibile nella realtà. Leggi che limitano l'insider trading o impongono

l'obbligo di fornire informazioni sensibili al pubblico possono far avvicinare il mercato a questo tipo di efficienza.

Numerosi studi sono stati attuati per verificare se il mercato è veramente efficiente. La forma debole di efficienza è stata analizzata verificando la redditività delle più comuni strategie di trading, per vedere effettivamente la capacità di generare extra-profitti basandosi sugli andamenti storici dei prezzi. Emerge che non ci siano andamenti particolari nei rendimenti giornalieri conseguiti. Per spiegare questa forma di efficienza possiamo prendere ad esempio l'effetto week-end analizzato da Cross ⁸ e French ⁹, i quali notarono la presenza di rendimenti costantemente negativi nel momento in cui venivano acquistati titoli il venerdì nell'ottica di dismetterli il lunedì all'apertura dei mercati.

Per verificare l'efficienza semi-forte, i ricercatori hanno misurato la velocità con cui i prezzi si adeguano alle notizie che sopraggiungono nel mercato, quali ad esempio distribuzione dei dividendi, acquisizioni o fusioni, nuove strategie per il breve termine. È stato dimostrato come l'aggiustamento del prezzo avviene istantaneamente nel momento in cui l'informazione, ad esempio di una possibile acquisizione di un'azienda da parte di un'altra azienda, viene resa pubblica. Keown e Pinkerton videro che anche nei giorni precedenti l'annuncio delle operazioni il prezzo dei titoli tende a rivalutarsi, suggerendo l'esistenza di una fuga di notizie precedenti la diffusione dell'informazione¹⁰.

Per quanto riguarda l'efficienza forte, gli studi hanno dimostrato che gli insider riescono ad ottenere extra profitti sfruttando le informazioni private. Uno di questi studi fu condotto nel 1974 da Jeffrey, F., Jaffe. Il test fu condotto utilizzando le informazioni contenute nel Official Summary of Securities Transactions and Holdings, un registro che riporta le operazioni riguardanti i

⁸ Cross F (1973), "The behaviour of stock prices on Friday and Monday", in Financial analysis journal.

⁹ French K (1980), "Stock returns and week-end effect", in Journal of financial economics.

¹⁰ Keown A, Pinkerton J (1981). "Merger announcements and insider trading activity", in Journal of Finance.

titoli della società per cui gli insider sono tenuti a dare informazione alla Security Exchange Commission entro dieci giorni successivi al mese in cui l'operazione è avvenuta. La strategia consisteva nell'individuare i titoli vi erano più investimenti da parte degli insider, rilevando molto facilmente che gli insider riuscirono ad avere extra profitti positivi¹¹.

Critiche e riflessioni inerenti a questa teoria sono state apportate nel corso degli anni. Tra i primi ad individuare delle irregolarità nei titoli furono Fama¹² e Osborne¹³. Notarono infatti che fosse più probabile che un'azione che per due giorni fosse andata al rialzo, il terzo giorno seguisse il trend, mentre fosse meno probabile il contrario. Questa osservazione minerebbe per l'appunto l'ipotesi di indipendenza dei prezzi dei titoli, senza minare quella dell'efficacia del mercato. Fama ipotizza che questo avvenga per la velocità con la quale le informazioni vengono “assorbite dal mercato” ossia, dovendo rispondere alle informazioni, gli specialisti potrebbero sotto o sopra valutarle, con conseguente dilatazione dei tempi di crescita o decrescita del prezzo.

Un altro problema riguardo agli eventuali scostamenti di prezzo dal loro valore fondamentale secondo Fama verrebbe risolto dagli arbitraggisti. Sharpe e Alexander (1990) definiscono il termine arbitraggio come “il simultaneo acquisto e vendita dello stesso titolo, o di un titolo simile, in differenti mercati con prezzi vantaggiosi”. Fama (1970) sostiene che gli investitori pienamente razionali sono in grado di mettere in pratica operazioni di arbitraggio ripristinando tempestivamente l'inefficienza informativa causata da agenti irrazionali e riportare il prezzo dei titoli al suo valore fondamentale. L'evidenza empirica, però, ha evidenziato diverse difficoltà nel sostenere posizioni di

¹¹ Jaffe J.F (1974), “Special Information and Insider Trading”, in *Journal of Business*, Vol 47, p 410-428.

¹² Fama. (1965), “The behavior of stock market prices”, in *The Journal of Business*, Vol 38, p 34-105

¹³ Osborne M.F (1962), “Periodic structure in the Brownian motion of stock prices”.

arbitraggio e questi limiti sono stati affrontati da A. Shleifer e L. H. Summers.¹⁴ Due tipi di rischio limitano la possibilità di arbitraggio. Il primo è il rischio fondamentale. Nel caso in cui i prezzi dei titoli sia superiore al suo valore fondamentale, ovvero risulti maggiore del valore atteso dei futuri dividendi. In questo caso l'arbitraggista potrà sfruttare la possibilità di arbitraggio vendendo i titoli allo scoperto. L'arbitraggista sostiene il rischio che i dividendi realizzati, o nuove informazioni su di essi, possano essere migliori delle aspettative di mercato, negandogli un potenziale guadagno. Vendere azioni sopravvalutate è rischioso poiché vi è la possibilità che il mercato possa deviare dalle aspettative degli investitori. Questo rischio limita la posizione iniziale degli agenti razionali mantenendo i prezzi lontani dai loro valori intrinseci.

La seconda fonte di rischio che limita le operazioni di arbitraggio deriva dall'imprevedibilità e dall'incertezza relativa ai futuri prezzi di rivendita dei titoli. Si supponga ancora una volta che le azioni siano sopravvalutate e vi sia quindi una vendita allo scoperto. L'agente razionale liquiderà la sua posizione in un futuro in cui i prezzi dei titoli saranno diminuiti tanto da raggiungere il valore fondamentale. L'investitore si trova ad affrontare il rischio che i prezzi siano addirittura maggiori rispetto al periodo in cui l'operazione di arbitraggio ha avuto inizio. La paura che il divario tra il valore intrinseco del titolo ed il suo prezzo effettivo di mercato sia sempre maggiore porta l'investitore a rivedere l'operazione e lo espone ad un rischio potenzialmente infinito. Anche questo impedisce di riportare efficienza nel mercato.

Molti investitori, a seguito di studi che dimostrano la non possibilità di battere il mercato, si sono preoccupati solamente di replicare un indice diversificando il proprio portafoglio. Ma, se tutti gli investitori detenessero fondi legati esclusivamente agli indici azionari, nessuno raccoglierebbe informazioni e i

¹⁴ Shleifer A, Summers H.L (1990), "The noise trader approach to finance", in Journal of Economic Perspectives.

prezzi risulterebbero insensibili a qualunque notizia proveniente dal mercato. Un mercato efficiente ha bisogno di investitori che applicano le loro competenze nell'identificare le informazioni più importanti e cercare di trarne un guadagno. Acquisire informazioni ha un costo, ed è per questo che deve esistere qualche possibilità di trarre vantaggio dalle informazioni. Inoltre, se la teoria di Fama fosse assolutamente vera, non avrebbero giustificazioni le anomalie che compaiono frequentemente nel mercato. La ragione di ciò può essere intravista nella non massima razionalità degli agenti e, in special modo, le risposte potrebbero essere trovate negli studi della finanza comportamentale.

1.5) Finanza comportamentale

La Finanza Comportamentale è un approccio alla finanza sviluppatosi dopo gli anni '70 del Novecento. È una corrente di pensiero, nota anche con il nome di finanza cognitiva, che attribuisce alla psicologia e alle emozioni un ruolo chiave nelle decisioni degli operatori economici e finanziari e ne studia gli effetti sull'andamento dei mercati ¹⁵. Questa teoria si basa sullo studio dei comportamenti degli investitori in situazioni di incertezza che inducono il soggetto a compiere delle scelte non corrette e non sempre razionali ¹⁶

Alcuni studiosi ritengono che uno dei motivi per cui i prezzi si allontanano dai loro valori fondamentali dovrebbe essere ricercato nella **finanza comportamentale**. Gli individui non sono sempre e perfettamente razionali. Ciò emerge principalmente nell'atteggiamento dell'investitore verso il rischio e nel valutare le probabilità. Questa branca della finanza cerca di individuare modelli per spiegare e comprendere il processo emozionale e decisivo degli agenti. Si possono individuare due assunti in controtendenza con quanto detto

¹⁵ <https://www.treccani.it/enciclopedia/economia-comportamentale>

¹⁶ Associazione nazionale enciclopedia della banca e della borsa.

in precedenza della perfetta efficienza dei mercati: i) In un mercato esistono agenti razionali ed irrazionali, ed anche questi ultimi influiscono sull'andamento del prezzo; ii) la natura umana è limitatamente razionale e gli individui errano in maniera sistematica e prevedibile.

Negli studi condotti sul comportamento degli investitori, ed in generale sulla psiche umana, si nota che gli esseri umani prendono decisioni veloci usando limitate risorse cognitive e scorciatoie. L'euristica è la branca della logica che studia i metodi e le leggi che conducono l'individuo verso la scoperta e l'invenzione (Simon 1956; Kahneman, Slovic & Tversky 1982). Il termine euristica comprende innati ed automatici processi che velocizzano il processo di acquisizione di informazioni, e da qui partirono i primi studi sul comportamento irrazionale degli investitori. In tal senso, tra gli anni 60 e 70, gli psicologi Amos Tversky e Daniel Kahneman furono i promotori e, grazie anche alle loro ricerche, vennero messe in discussione le allora vigenti teorie sul giudizio umano.

La loro prima rilevante pubblicazione riguardo la logica degli individui è stata "Judgment under uncertainty: heuristics and biases", pubblicata in Science nel 1974.

Un esempio di ragionamento euristico portato dai due psicologi è la **rappresentatività**. Tale euristica viene utilizzata per dare giudizi sulla probabilità che un determinato evento si avveri o no. Gli individui ordinano e selezionano i risultati in base al grado di similarità con le proprie concezioni. Quando similarità e frequenza divergono, si va incontro ad un bias cognitivo sistematico.

Un altro esempio riscontrato è l'euristica della **disponibilità**. In questo caso, le persone emettono giudizi sul possibile accadimento di determinati eventi futuri, per capire la frequenza o la probabilità che un evento si avveri. Per far ciò si fa affidamento sulla facilità con cui un evento viene ricordato senza tenere

conto del contesto. In tale contesto gli eventi più vividi e facilmente ricordabili sembrano più probabili. Questo bias è dovuto in special modo da come la mente e la memoria non utilizzano principi statistici.

L'ultimo esempio è riscontrabile nell'euristica dell'ancoraggio. Il concetto di **ancoraggio** si riferisce alla tendenza nel collegare o ancorare i pensieri ad un punto di riferimento, anche se questo può non avere alcuna rilevanza logica in merito al processo decisionale.

Al riguardo l'atteggiamento verso il rischio, alcune delle risposte alle domande sui comportamenti degli individui possono essere individuate nella **Prospect theory**¹⁷. Essa afferma che il valore che gli investitori danno ad un risultato è determinato dai guadagni o dalle perdite che hanno realizzato da quando il titolo è posseduto oppure dall'andamento nell'ultimo periodo; Inoltre, gli investitori sono particolarmente avversi al rischio di incorrere in perdite anche molto piccole e richiedono perciò un rendimento relativo più alto al fine di compensare tale rischio. La maggior o minor percezione del rischio dipende anche dall'esperienza passata dell'investitore; se già precedentemente gli investitori hanno subito delle perdite saranno molto più preoccupati nel non incorre in un'ulteriore perdita. Al contrario, se gli investitori hanno realizzato un profitto saranno più propensi al rischio avendo maggiore fiducia.

Nella determinazione delle probabilità, è molto probabile che gli investitori commettano errori sistematici nello stimare le probabilità di eventi futuri incerti. Gli psicologi hanno scoperto che, quando prevedono i possibili risultati futuri gli individui tendono a basarsi su quanto è già accaduto in circostanze analoghe, di conseguenza sono portati a dare troppo peso a una sequenza limitata di eventi certi. Si può intravedere questo modo di operare anche in

¹⁷ Kahnem D. e Tversky A (1979), "Prospect theory: an anlysis of decision under risk", in *Econometrica*. Vol 47, p 263-292

alcune strategie dell'analisi tecnica. Quasi tutti gli individui sono inoltre troppo conservativi, ovvero troppo lenti ad aggiornare le proprie convinzioni di fronte a nuove evidenze. Anche quando tendono a correggere le credenze personali, lo fanno con un cambiamento minore rispetto a quanto richiede il principio di razionalità.

I fenomeni di distorsione dalla razionalità possono essere raggruppati nei cosiddetti **Bias cognitivi**. Un bias cognitivo nasce come conseguenza di un inefficace costrutto mentale, che porta a percezioni sbagliate e pregiudizi fuorvianti. L'origine del termine "Bias Cognitivo" si può far risalire come nelle precedenti teorie descritte alle ricerche degli psicologi Amos Tversky e Daniel Kahneman. Il sistema di scorciatoie dell'uomo precede in questi casi il sistema razionale, condizionando le sue scelte di investimento. Di seguito vi saranno presentati alcuni bias studiati in letteratura scientifica e che impattano in special modo nella valutazione degli investimenti e delle scelte nell'ambito finanziario.

Ottimismo ed eccesso di fiducia: Questo bias cognitivo può essere riassunto con l'affermazione che la maggioranza delle persone pensa di star compiendo operazioni migliori della media¹⁸. Inoltre, studi empirici dimostrano come gli individui spesso siano troppo ottimisti riguardo ad alcuni eventi, o certi riguardo eventi casuali. Inerente all'eccesso di fiducia, questo bias fa sì che l'investitore sovrastimi le proprie abilità ed il modo in cui appare agli occhi degli altri. Una definizione data da Taylor e Brown (1988) sostiene che un individuo eccessivamente fiducioso si ritenga mediamente migliore dei suoi pari, deviando l'analisi necessaria da adottare in una decisione.

Confirmation bias: Esso è un bias cognitivo; In tal senso, vi è la preferenza di informazioni che confermano la previsione e il pensiero creati precedentemente di un determinato avvenimento o fatto. I bias di conferma influiscono sul modo

¹⁸ Kahneman D (2011), "Thinking fast and slow", New York.

in si raccolgono le informazioni, ma influenzano anche il modo in cui si interpretano e si ricordano. Ad esempio, le persone che sostengono o si oppongono a un particolare problema non solo cercheranno informazioni per sostenerlo, ma interpreteranno anche le notizie in modo da sostenere le loro idee esistenti, ricordano meglio i dettagli favorevoli.

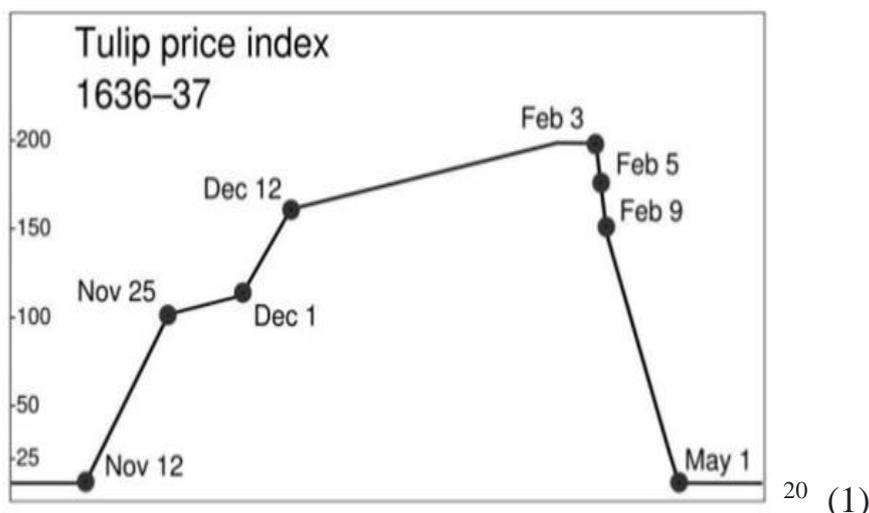
Mentalità del gregge: Nella finanza comportamentale, la mentalità del gregge si riferisce alla tendenza degli investitori a seguire e copiare ciò che fanno gli altri investitori. Sono in gran parte influenzati dalle emozioni e dall'istinto, piuttosto che dalla loro analisi indipendente. Ciò avviene sia perché si ha paura di perdere l'occasione di fare profitto, sia perché andare contro il pensiero dominante crea inconsciamente sentimenti avversi. Esempi più comuni possono essere riscontrati nell'investimento in società di poco valore, o in criptovalute senza nessun valore intrinseco.

Per molti anni, come si è detto anche in precedenza, la teoria dei mercati efficienti ha governato l'agire degli investitori. Ma ricerche empiriche successive hanno dimostrato che essa ha delle falle, dovute da anomalie non spiegabili da modelli standard di rendimento atteso. Tra i fenomeni nella storia che più hanno impattato questa idea vengono riscontrate nelle **bolle speculative**. Tali fenomeni, che si connettono pienamente con la finanza comportamentale, vennero introdotti per la prima volta dal Nobel per l'economia Robert Shiller. Tra i suoi scritti più importanti al riguardo vi è "Esuberanza irrazionale", in cui spiega come si formano le Bolle speculative come quella di Internet scoppiata nel marzo 2000, proprio pochi giorni dopo la sua pubblicazione. Per studiare il fenomeno delle bolle speculative, il punto di partenza è la determinazione del comportamento degli agenti economici privi di informazioni riguardo i valori fondamentali. Nel giustificare le proprie azioni, gli investitori cercano i dati che confermano la propria visione, apparentemente razionale, ma soggetta ai Bias considerati precedentemente,

come il bias del gregge. La conferma delle proprie azioni avviene attraverso l'osservazione delle azioni degli altri agenti, credendo che essi abbiano migliori informazioni riguardo lo sviluppo futuro del sottostante. Una spiegazione sociologica viene fornita da Robert Shiller, con la sua teoria chiamata herd behavior. Secondo l'economista, il motivo che porta gli agenti economici a seguire gli altri investitori sta nella pressione provata, seguita dall'esigenza di omologazione. L'azione iniziata da alcuni investitori definiti "ottimisti" si propaga, causando un aumento del prezzo ingiustificato e ad una esuberanza irrazionale, come descritto dallo stesso libro di Robert Shiller "Irrational exuberance".

La prima bolla in assoluto nella storia fu la cosiddetta "tulipanomania" in Olanda, nel 1635; si assistette ad una corsa all'acquisto di tulipani, considerati beni pregiati, consapevoli che il loro prezzo sarebbe sempre salito. Il prezzo dei bulbi crebbe enormemente, 40 bulbi valevano 100,000 fiorini, che, al tempo, otto tonnellate di burro costavano 100 fiorini. Vennero ideati pure i futures, dove i commercianti vendevano bulbi che avevano appena iniziato a piantare. Finché, nel febbraio del 1637, i commercianti iniziarono a vendere perché non credevano più nell'aumento del prezzo dei tulipani. Questo pensiero si diffuse, e la bolla scoppiò. Persone molto benestanti, terrieri, altri commercianti e chiunque avesse trovato in quel momento nei tulipani una forma facile di guadagno andò in rovina.¹⁹

¹⁹ Mike Dash (2013), La febbre dei tulipani, BUR, Milano.



Altri esempi di bolle nella storia si trovano nella bolla del Mississippi del 1718-1720, la bolla dei mari del Sud del 1720, la bolla giapponese del 1985.

1.7) Conclusione

Nel primo paragrafo sono state presentate tre delle efficienze di mercato, efficienza valutativa, allocativa e tecnico-operativa e le caratteristiche che le contraddistinguono. Nel secondo paragrafo è stata presentata e focalizzata l'efficienza informativa. Si è visto che, se un mercato è efficiente dal punto di vista informativo, è impossibile avere rendimenti anomali, perché il prezzo sconta il mercato. Nel terzo paragrafo si è introdotta la celebre legge di Fama, presentando i tre tipi di efficienza informativa, debole, semi-forte e forte, introducendo in seguito anomalie che potevano far dubitare dell'assolutezza delle tesi apportate. Nel quarto paragrafo l'impatto della finanza comportamentale sull'efficienza reale del mercato, presentando alcuni dei principali studi condotti al riguardo, dall'euristica, alla prospect theory ai

²⁰ Grafico ricavato da <https://www.consob.it/web/investor-education/la-bolla-dei-tulipani>

diversi bias cognitivi che minano la stabilità del mercato finanziario ed infine i fenomeni di bolle speculative apparse nella storia economica.

Capitolo 2: Bitcoin

2.1) Introduzione

In questo capitolo, nel primo paragrafo si presenteranno le monete elettroniche, in particolare Bitcoin, una breve introduzione della tecnologia alla base e come i vari stati e Banche Centrali si stanno muovendo in questo settore. Nel secondo paragrafo si approfondirà la storia della criptovaluta Bitcoin, dalle sue origini, alle prime speculazioni dietro sull'anonimo fondatore, i primi utilizzi e la sua ascesa fino ai giorni nostri. Nel terzo paragrafo sarà spiegata la tecnologia di Bitcoin, le sue caratteristiche come la trasparenza e l'immutabilità, il motivo del perché la Blockchain è un sistema sicuro per eseguire transazioni e come viene tenuta la sicurezza contemporaneamente alla creazione di nuovi Bitcoin. Nel quarto paragrafo si porterà alcuni nei motivi principali per cui Bitcoin è cresciuto così tanto nel corso degli anni, di come le società e gli stati si stiano interessando al sempre più utilizzo sia della criptovaluta sia della tecnologia Blockchain, dallo sviluppo nel settore dell'e-commerce a quello della finanza. Nel quinto ed ultimo paragrafo, si riporteranno degli studi sui dati che porterebbero a pensare che Bitcoin sia una bolla speculativa.

2.2) Presentazione Bitcoin e monete elettroniche

Nella storia umana, il ruolo che ebbe la moneta negli scambi fu essenziale per lo sviluppo della società. Però, prima dell'introduzione della moneta e l'evoluzione degli scambi, le risorse venivano commerciate attraverso il baratto. Esso consiste nello scambio di beni con altri beni. Questa forma di transazione però mostrava fin da subito gravi problematiche; Il baratto comporta molti limiti. Se i beni da barattare sono deperibili, ad esempio, l'operazione di scambio dovrà avvenire appena dopo la produzione e i beni così acquisiti dovranno essere consumati in breve tempo. Si pensi a chi produce uva e quindi si trova in possesso di una gran quantità di questa frutta da poter scambiare in ottobre; il problema è che per sopravvivere ha bisogno di poter acquistare altri beni in altri mesi dell'anno.²¹

In tal senso, vi era bisogno di un mezzo che possedesse un valore intrinseco, e con la scoperta dei metalli preziosi nacque la prima forma di moneta metallica in Asia minore nel VII circa. Da allora, nel corso dei secoli, con l'evoluzione degli scambi, della tecnologia e delle interazioni umane si è arrivati dalla moneta metallica, a quella cartacea, ai depositi bancari, raggiungendo infine quelle che vengono definite monete elettroniche. Bisogna fare però una distinzione; Nel mercato delle monete, il valore della moneta elettroniche è l'equivalente del valore della moneta reale, come può essere un conto corrente. Le monete digitali, o criptovalute, sono una vera e propria forma di scambio e di pagamento, un sostituto della moneta fisica, dove gli scambi avvengono attraverso l'uso di internet.

Le criptovalute sono un'invenzione relativamente nuova. La prima e la più famosa criptovaluta è certamente Bitcoin, nata nel 2008 dallo sviluppatore Satoshi Nakamoto, ma, in generale, tutte le criptovalute comprese quelle

²¹ <https://www.consob.it/web/investor-education/il-baratto>

definite di nuova generazione, si caratterizzano per la stessa tecnologia di base, definita come Blockchain. Una Blockchain può essere definita come una tecnologia rivoluzionaria, in cui esiste un database di transazioni condiviso tra più nodi di una rete, validato dalla rete stessa e strutturato a blocchi; le principali caratteristiche del database sono: tracciabilità possibile tra tutti i partecipanti della rete, immutabilità e sicurezza attraverso sistemi crittografici.²² La peculiarità della tecnologia di Bitcoin, che verrà approfondita nei paragrafi successivi, è la creazione stessa della moneta cui vi partecipa la comunità, in quanto creare Bitcoin, di per sé di un numero limitato, significa al tempo stesso contribuire alla sicurezza del sistema. Inoltre, non vi è nessun soggetto o ente centrale che controlla l'emissione, essendo una moneta basata sul principio della decentralizzazione. In mancanza di un soggetto singolo con diritti di gestione della moneta, è dunque il solo algoritmo che determina le caratteristiche e i limiti di emissione²³. Un altro fattore rivoluzionario della tecnologia delle monete virtuali, ed in primis dei Bitcoin, è il sistema dei controlli. Esso consiste in un sistema distribuito, dove i controllori non sono noti ex ante. La fiducia viene garantita dalla complessità degli algoritmi su cui si basa la dimostrazione della prova di lavoro, che deve essere aggiunta al termine della validazione contabile²⁴. Il processo con la quale vengono validate le transazioni viene chiamato "mining" e i validatori, coloro che gareggiano nell'effettuare controlli e risolvere l'enigma crittografico per la creazione di nuova moneta virtuale, vengono chiamati miners. Sono loro i soggetti che rendono sicuro l'intero sistema della Blockchain, e la sua provata efficienza ha attratto le attenzioni delle istituzioni finanziarie e non, verso questa nuova forma di sicurezza informatica.

²² Garavaglia R (2018), Tutto su Blockchain, capire la tecnologia e le nuove opportunità, in Hoepli Editore, p 58.

²³ Lemme G, Peluso S (2016), Criptomoneta e distacco dalla moneta legale: il caso bitcoin, in Rivista in diritto bancario.

²⁴ Garavaglia R (2018), Tutto su Blockchain, capire la tecnologia e le nuove opportunità, in Hoepli Editore.

Con l'evoluzione del fenomeno delle criptovalute, le varie istituzioni hanno cominciato a studiarne la tecnologia e la fattibilità dell'introduzione nell'economia reale. La regolamentazione e la propensione variano da stato a stato. Vi sono stati in cui l'introduzione delle criptovalute, anche proprie, è molto accettata come nei casi di Venezuela, Argentina ed El Salvador, casi in cui le cripto vengono viste con sospetto, come nello stato della Cina, timorosi che le transazioni dei propri cittadini possano sfuggire al proprio controllo.

Nella comunità europea si è discusso molto riguardo a questo nuovo tipo di tecnologia. La BCE definisce la valuta virtuale come segue: «una rappresentazione di valore digitale che non è né emessa da una banca centrale o da un ente pubblico né è necessariamente legata a una valuta legale, ma è accettata da persone fisiche e giuridiche come mezzo di pagamento e può essere trasferita, memorizzata o scambiata elettronicamente»

Si nota come, attraverso la direttiva del 2009/110/CE²⁵, la Banca Centrale Europea non fa rientrare le monete digitali nella nozione di moneta a corso legale e non la definisce neanche valuta per differenti motivi:

- i. Non sono garantite da nessun soggetto; Non sono emessi da un'autorità pubblica centrale. E non godono della stessa fiducia riposta in una moneta ufficiale come l'euro, che è garantito dalle banche centrali dei paesi dell'area dell'euro.
- ii. Non costituiscono una forma di pagamento generalmente accettata; Se i bitcoin fossero una valuta, l'aspettativa sarebbe di poterne fare ampio uso, ma di fatto sono molto limitati gli ambiti in cui puoi effettuare pagamenti in bitcoin. Inoltre, anche laddove possibile, le operazioni sono lente e costose.
- iii. Gli utenti non sono tutelati.

²⁵ <https://d.docs.live.net/0ebedf220e759c18/Desktop/2009110CE.pdf>

- iv. Il loro valore è estremamente volatile; Una valuta è una riserva di valore affidabile: con il denaro di cui si dispone, si ha la certezza che domani o fra un anno è possibile ottenere praticamente la stessa quantità di beni e servizi acquistabili oggi²⁶.

Tuttavia, il crescente interessamento degli agenti economici verso tale tecnologia ha portato l'intero Eurosistema ad interrogarsi su una fattibile creazione di una propria moneta digitale. L'euro digitale può essere inteso come moneta di una banca centrale in forma digitale che cittadini e imprese utilizzerebbero per i pagamenti al dettaglio. Amplierebbe l'offerta attuale di contante e depositi all'ingrosso di banca centrale.²⁷ Ma, per garantire la completa sicurezza di un eventuale moneta digitale europea, devono essere risolti problemi come quelli legali, di sicurezza e tecnologici. Nel 2020 la Task force dell'Eurosistema ha avviato un lavoro sperimentale su un eventuale euro digitale al fine di valutare e approfondire ulteriormente la fattibilità tecnologica delle scelte progettuali individuate nella Relazione sull'euro digitale. Esperti delle banche centrali nazionali dell'area euro e della BCE hanno partecipato agli esperimenti, che sono stati raggruppati in quattro flussi di lavoro. In questo studio vennero valutate quattro aree principali: il libro mastro digitale, privacy e antiriciclaggio (AML), limiti all'euro digitale in circolazione e accesso dell'utente finale. Questi test vennero compiuti per provare la possibilità delle tesi del rapporto europeo in termini tecnici e di fattibilità. Gli esperimenti sono stati condotti in un ambiente multidisciplinare e ha coinvolto anche partecipanti del mondo accademico e del settore privato, senza avallare alcuna soluzione specifica. I test vennero compiuti su diversi flussi di lavoro, che andavano dall'uso della piattaforma, all'emissione di token con valore fisso, al rendere centralizzata o meno l'emissione del token, come deve essere assicurata la privacy al consumatore, l'impatto ecologico che avrebbe l'emissione e il

²⁶ <https://www.ecb.europa.eu/explainers/tell-me/html/what-is-bitcoin.it.html>

²⁷ https://www.ecb.europa.eu/paym/digital_euro/report/html/index.it.html

mining di tale moneta. Le conclusioni derivate dagli esperimenti portano a pensare che la tecnologia a disposizione possa rendere fattibile la creazione di una moneta digitale europea. Tali risultati devono essere sottoposti ad una serie di aree correlate che vanno dalla politica al diritto, dalla convenienza dei costi, affidabilità, velocità, sicurezza²⁸.

2.3) Storia

La criptovaluta Bitcoin ha una storia ed una nascita relativamente recente. La prima notizia riguardo a questo nuovo tipo di tecnologia risale al 31 ottobre 2008 su The Cryptography Mailing list sul sito “metzdowd.com”. In questo sito chiunque poteva scambiarsi e-mail su argomenti che riguardavano la crittografia. Il 31 ottobre del 2008 nel sito apparì un paper di Satoshi Nakamoto, introducendo un nuovo tipo di tecnologia, presentandola in questo modo: “Una versione puramente peer-to-peer di denaro elettronico permetterebbe di spedire direttamente pagamenti online da un'entità ad un'altra senza passare tramite un'istituzione finanziaria. Le firme digitali offrono una soluzione parziale al problema, ma i benefici principali sono persi se una terza persona di fiducia è ancora richiesta per prevenire la doppia spesa. Proponiamo una soluzione al problema della doppia spesa mediante l'utilizzo di una rete peer-to-peer”²⁹. Nel paper si nota che Satoshi iniziò a spiegare in maniera sommaria il funzionamento del sistema Bitcoin, dei problemi che si voleva risolvere nelle transazioni tra gli agenti economici facendo a meno di un intermediario, della soluzione alla mancanza di fiducia nelle transazioni, la rete peer-to-peer e i nodi usati per eseguire le transazioni ed in particolare l'utilità dell'algoritmo proof-of-work della Blockchain. Nel 2009 distribuì la prima versione del software client e successivamente contribuì anonimamente al progetto per poi lasciare la

²⁸ https://www.ecb.europa.eu/paym/digital_euro/report/html/index.it.html

²⁹ <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>

comunità Bitcoin nel 2010. L'ultimo contatto di Satoshi Nakamoto si ebbe nel 2011. Da allora furono molte le ricerche finalizzate a scoprire chi fosse l'inventore di Bitcoin. Uno degli indiziati fu Dorian Nakamoto, laureato in fisica al politecnico della California. È di origine giapponese-americana. In un'intervista disse "di non far più parte del progetto Bitcoin" sollevando ipotesi sul suo reale ruolo come creatore della criptovaluta. In seguito, lui smentì di aver dichiarato quelle parole, capendo che la domanda si riferisse al suo precedente lavoro con Citibank. Nonostante la smentita, la comunità Bitcoin ha voluto ringraziare il potenziale creatore donando in suo favore un importo pari a 67 Bitcoin³⁰.

Negli anni iniziali di Bitcoin era molto facile generare questa moneta, potendone ottenere grandi quantità. Il valore di BTC³¹ tuttavia era ancora molto basso, e non esistevano nemmeno piattaforme, in seguito chiamate exchange, dove poter scambiare BTC con monete quali euro o dollari.

Le tappe importanti di BTC furono numerose, caratterizzate dalle prime transazioni, alle falle, all'ascesa verso un milione di capitalizzazione in dollari, la consacrazione caratterizzata da un'elevata volatilità. Dal 2008, una delle tappe più importanti di Bitcoin fu certamente il 18 agosto, giorno in cui è stato registrato il dominio Bitcoin.org. Successivamente, come già riportato, il 31 ottobre dello stesso anno Satoshi Nakamoto rese pubblico il white paper di Bitcoin. Il 3 gennaio del 2009 vide la luce il primo blocco Bitcoin, definito anche "genesis block" dove nella validazione della prima transazione vennero creati 50 Bitcoin con un valore molto basso. Qualche giorno dopo, il 9 gennaio del 2009, arriva la versione del software Bitcoin 0.1 includendo un sistema di generazione che prevedeva una creazione di totale di 21 milioni di Bitcoin entro l'anno 2040. Il 12 gennaio avvenne invece la prima transazione di bitcoin, da

³⁰ Pedale C, Breve storia delle criptovalute, dalla nascita di una idea ai giorni nostri, p 20.

³¹ Sigla usata per definire Bitcoin

Satoshi Nakamoto ad un indirizzo di Hal Finney, venendo trasferiti un totale di 50 BTC³²; New Liberty Standard ipotizza che 1,3 bitcoin vennero scambiato col cambio di 1 dollaro. All'epoca le fee³³ erano nulle e si potevano effettuare transazioni senza problemi, da allora l'indirizzo primario non venne più utilizzato, trovando solo transazioni in entrata e nessuna in uscita³⁴. Da quel momento iniziò l'ascesa di Bitcoin, con la sempre più diffusione nel pubblico e la creazione del forum Bitcoin.org³⁵ ad opera di Satoshi Nakamoto, pubblicando il suo primo post. Nello stesso anno uscì Bitcoin 0.2.

Nell'ascesa di Bitcoin, nel corso negli anni, oltre alla sua sempre più popolarità si ebbero anche dei problemi di sicurezza del sistema. Nel 2013 la piattaforma giapponese Mt. Gox, nata nel luglio del 2010, annunciò di aver subito un attacco informatico con una perdita di 850 mila Bitcoin; essa gestiva oltre il 70% di tutte le transazioni in Bitcoin del mondo ed il presunto valore derubato dagli hacker all'epoca era pari a circa 450 milioni di dollari. Il CEO di Mt. Gox, Mark Karpèles, il 23 febbraio 2014 si dimise dal consiglio di amministrazione ed il giorno dopo il sito chiuse le transazioni, annunciando che vennero persi 850 mila Bitcoin e che i problemi tecnici avevano aperto la strada a prelievi fraudolenti. In seguito alla notizia, BTC scese del 36% e fu uno degli eventi che fecero intuire l'elevato rischio intrinseco di Bitcoin, dovuto dalla mancanza di un ente centrale e una garanzia per i consumatori³⁶.

Gli anni che seguono, dal 2011 al 2014, si caratterizzano per una oscillazione del prezzo, con una quotazione in crescita costante con alti e bassi. La quotazione a 31 dollari del 2013 e un incremento del mining fa sì che la

³²<https://www.blockchain.com/btc/tx/4a5e1e4baab89f3a32518a88c31bc87f618f76673e2cc77ab2127b7afdeda33b>

³³ La transaction fee, o commissione di transazione, è il costo del servizio che gli utenti pagano per l'utilizzo della potenza di rete.

³⁴ <https://cryptonomist.ch/2021/01/11/bitcoin-anniversario-prima-transazione/>

³⁵ <https://bitcoin.org/it/comunità>

³⁶ Pedale C, Breve storia delle Criptovalute, dalla nascita di una idea ai giorni nostri, p 47,48,49.

capitalizzazione di bitcoin superi il miliardo di dollari. Il 1° aprile del 2013 bitcoin supera i 100 dollari di quotazione. Sempre nello stesso anno, l'FBI chiude il mercato della droga online di Silk Road. Il sito era facilitato da un amministratore di terza parte che si appropriava di una percentuale di ogni vendita effettuata. Le transazioni erano completate utilizzando Bitcoin e i beni acquistati venivano registrati direttamente dal venditore all'indirizzo di un destinatario. Acquirenti, venditori e facilitatori non dovevano mai rivelare la loro verità identità, incontrarsi faccia a faccia e nemmeno essere nello stesso paese. Questo tipo di piattaforma di scambio viene chiamato comunemente dagli hacker criptomercato. "Il cybercrime si evolve ad una velocità talmente elevata, che la legge non riesce a tenere il suo passo", dichiarava McNiven, consulente del governo americano per il cybercrime, durante un convegno sulla sicurezza informatica nel settore bancario tenuto a Riyadh, Arabia Saudita nel 2005. Il mercato della droga di Silk Road era un esempio di cybercrime ed esso alimentò le accuse su Bitcoin come uno strumento utile ai criminali per via della segretezza che si mantiene nelle transazioni. Dopo la notizia il prezzo crollò da 139 a 109 dollari in meno di 3 ore, ma bastò poco più di un mese per raggiungere nuovi record; infatti, il 29 novembre raggiunge la quotazione di 1206 dollari per poi ricadere a 1000 dollari in pochi giorni per un intervento nel governo cinese contro bitcoin.

Uno degli anni d'oro di BTC fu sicuramente il 2017. Il primo agosto bitcoin si divide in due valute digitali: Bitcoin classico (BTC), e Bitcoin cash (BCH). Alla base della scissione di Bitcoin vi fu la crescita della criptomoneta stessa, registrando un successo superiore alle attese mostrando i limiti di un sistema senza autorità di controllo. La catena di certificazione decentralizzata delle transazioni e il limite della capacità dei blocchi portò, con l'incremento delle operazioni, a tempi lunghi per la gestione delle operazioni e ad un aumento delle commissioni, elementi che limitano l'utilizzo di Bitcoin. La creazione di

Bitcoin cash è nata dall'esigenza di accrescere le dimensioni dei blocchi, così da poterne aumentare l'efficienza³⁷. Nel dicembre dello stesso anno la quotazione di BTC raggiunge la cifra record intorno ai 19,500 dollari³⁸, per poi chiudere l'anno con una quotazione di 14,000 dollari.

Se il 2017 fu uno degli anni d'oro di BTC, lo stesso non si può dire per l'anno 2018. Il 5 gennaio bitcoin valeva circa 17,000 dollari³⁹, facendo credere che potesse salire fino alla quota 20,000. Ma, non appena un mese, il suo valore iniziò a crollare e, per l'intero anno si aggirò sui 6,000 e 8,000 dollari; chiuse l'anno 2018 con una quotazione di circa 3,700 dollari. Il crollo, per molti, fu dovuto ad un euforismo precedente degli investitori e dei curiosi, che ha portato la criptovaluta ad un valore troppo elevato e fisiologicamente il prezzo doveva crollare, oltre ad una maggiore restrizioni di stati come Corea del sud dopo attacchi hacker ricevuti, Giappone e India, con l'obiettivo di combattere il riciclaggio di denaro.



³⁷ Amato M, Fantacci L, Per un pugno di Bitcoin, rischi e opportunità delle monete virtuali, Egea, Milano, p

³⁸ <https://coinmarketcap.com/currencies/bitcoin/>

³⁹ <https://coinmarketcap.com/it/currencies/bitcoin/>

⁴⁰ Grafico ricavato da <https://coinmarketcap.com/it/currencies/bitcoin/>

Il triennio del 2019, 2020 e 2021 può essere definito come la consacrazione di Bitcoin. L'anno 2019 fu un anno relativamente tranquillo. La quotazione a gennaio era inferiore ai 4,000 dollari e nel corso dell'anno la volatilità fu molto contenuta. Si raggiunse un picco di circa 13,000 dollari nel mese di giugno per poi scendere di nuovo e accostarsi a fine anno sui valori di 7,000 dollari. Andy Bromberg, presidente di CoinList, una startup che si occupa di raccolte fondi in criptovalute, in quel periodo spiegò a Quartz la sua tesi per cui il movimento di BTC nel 2019 fosse così piatto: «in generale il mercato delle criptovalute ha la tendenza a essere guidato dalle cose che succedono, e negli ultimi mesi non ci sono state notizie tali da smuovere significativamente i prezzi».

Ad inizio 2020, Bitcoin veniva scambiato ad un prezzo che oscillava dagli 8,000 dollari a gennaio ai 10,000 dollari nel mese di febbraio, per poi ripiombare ad una quotazione al di sotto dei 4,000 nel mese di marzo⁴¹. Il periodo del Covid 19 fu una sorta di test per Bitcoin per capire se potesse effettivamente avere un ruolo come bene rifugio. Studi dimostrano che, con un mercato dell'S&P 500 ribassista, BTC non funge da bene rifugio e, al contrario, avendo una forte correlazione con i mercati finanziari, esso aumenta la rischiosità nel portafoglio durante un mercato ribassista⁴².

Ma si nota che, dopo il mese di marzo, Bitcoin ricomincia a crescere, accompagnato dalle dichiarazioni in suo favore di importanti società. BTC chiuderà l'anno del 2020 con un trend rialzista fino ad arrivare ad una quota di 29,000 dollari. L'anno 2021 è stato ed è ancora uno degli anni più importanti di Bitcoin, caratterizzato dal raggiungimento dei massimi storici, da una ancora più forte volatilità e dall'entusiasmo crescente degli investitori. Il 19 gennaio 2021, Elon Musk, famoso Ceo di Space Exploration Technologies, Tesla e

⁴¹ <https://coinmarketcap.com/it/currencies/bitcoin/>

⁴² Thomas Conlon, Richard McGee (2020), "Safe haven or risky hazard? Bitcoin during the Covid-19 bear market".

Neuralink, twittò a favore di Bitcoin, scrivendo “In retrospettiva, era inevitabile⁴³”, facendo aumentare il prezzo di 5000 dollari in un’ora al prezzo di 37,299 dollari. Nei mesi successivi, un nuovo massimo si riscontrò il 13 marzo, superando per la prima volta quota 60,000 dollari e la quotazione massima mai avvenuta nella storia di Bitcoin avvenne il 13 aprile dello stesso anno, superando i 63,000 dollari con una capitalizzazione maggiore di 1,150 miliardi di dollari. Da allora, però, il trend del prezzo di Bitcoin cominciò ad invertirsi, arrivando a dimezzarsi nel mese di luglio, scendendo anche al di sotto dei 30,000 dollari. Il motivo del crollo viene dato dagli esperti come conseguenza delle politiche cinesi anti criptovalute, bloccando il mining degli operatori cinesi; si stima che già a luglio il mining in Cina si sia ridotto del 90% ed avendo più del 74% della potenza hash di Bitcoin questo causò una forte tendenza di prezzo verso il basso⁴⁴.

Nel momento in cui si sta riportando, il prezzo di bitcoin ha avuto una discreta inversione di tendenza dal crollo di luglio, piazzandosi sul prezzo di 48,000 dollari con una capitalizzazione maggiore di mille miliardi di dollari.



⁴³ <https://twitter.com/elonmusk/status>

⁴⁴ Kaiser B, Jurado M, Ledger A (2018), “The Looming Threat of China: An Analysis of Chinese Influence on Bitcoin”.

⁴⁵ <https://coinmarketcap.com/currencies/bitcoin/>

2.4) Caratteristiche

Il funzionamento di Bitcoin è relativamente semplice quanto rivoluzionario. Chiunque può dotarsi dello specifico software, senza alcun costo e direttamente da internet, dato che esso è open source. In tal modo, ciascun client del sistema bitcoin può comunicare e scambiare con qualsiasi altro utente del network. Scaricato il software, verrà generato il primo indirizzo Bitcoin e da qui sarà possibile in seguito creare più indirizzi per avere più garanzie sull'anonimato, potendo usare chiavi diverse per diverse transazioni. Un indirizzo Bitcoin è un elemento identificativo che inizia con cifre 1 o 3 e contiene 27-34 caratteri latini alfanumerici; il codice si basa su un sistema esadecimale, utilizzando 16 simboli invece dei dieci del sistema numerico decimale tradizionale. L'indirizzo può essere rappresentato come codice QR, è anonimo e non contiene informazioni sul proprietario. Un esempio di indirizzo Bitcoin può essere il seguente:

```
14qViLJfdGaP4EeHnDyJbEGQysnCpwn1gd46
```

I Bitcoin vengono tenuti in un particolare portafoglio digitale, definito wallet. Un portafoglio di criptovalute è definito come un dispositivo, un supporto fisico, programma o un servizio che memorizza le chiavi pubbliche e private. In tal senso, la crittografia Bitcoin viene chiamata “asimmetrica”, in quanto utilizza due chiavi interdipendenti, una per cifrare i dati, e l'altra per decifrarli. Le chiavi pubblica costituiscono l'identificativo degli utenti di Bitcoin e, in generale, delle altre criptovalute; esse sono dei nodi di trasmissione e ricezione per tutte le transazioni, coincidono con l'indirizzo Bitcoin e non contengono nessuna informazione personale; se l'utente segue determinate precauzioni,

⁴⁶ https://it.bitcoinwiki.org/wiki/Indirizzo_Bitcoin

Bitcoin preserva l'anonimato⁴⁷. Le chiavi private sono chiavi crittografiche, sono composte da una stringa di numeri che dimostrano il diritto di poter trasferire Bitcoin. Ogni indirizzo Bitcoin possiede una chiave privata ed essa non deve essere mai rivelata o persa. In tal modo si ottengono tutti gli elementi per poter compiere le transazioni.

Esse, in seguito all'installazione del programma, vengono raggruppate in un database, in modo che tutti possano attingere all'intero archivio e vi si può accedere a ritroso fino al punto in cui quei Bitcoin sono stati creati. Il registro dove vengono contenute tutte le transazioni viene chiamato Blockchain, sul quale si fonda l'intero sistema Bitcoin. Una Blockchain può essere definita come una tecnologia in cui esiste un database di transazioni condiviso tra più nodi di una rete, validato dalla stessa rete con una struttura a blocchi⁴⁸. Un blocco è un raggruppamento di transazioni verificate durante il periodo di generazione del blocco stesso; mediamente ogni dieci minuti viene generato un nuovo blocco e aggiunto cronologicamente alla catena di blocchi.

Nonostante la sua dimensione cresca con il passare del tempo essa rimane immutabile perché non è possibile eliminare il contenuto dopo averlo scritto o eliminarlo senza invalidare l'intera struttura. Le caratteristiche fondamentali che rendono la tecnologia blockchain attraente agli investitori sono l'immutabilità delle transazioni, che rendono il sistema sicuro da eventuali attacchi hacker e furti; trasparenza, perché le transazioni sono visibili a tutti senza limiti di tempo e di quantità; decentralizzazione, in quanto le transazioni non vengono validate da un ente centrale, come una Banca Centrale nel caso delle valute, ma dai miners. Essi vengono definiti in tal modo perché attuano l'operazione del mining, un processo di consenso distribuito che permette di

⁴⁷ Luther J.W, Olson J (2013), "Bitcoin is memory", in Consumer Law eJournal.

⁴⁸ Gravaglia R (2018), Tutto su blockchain, capire la tecnologia e le nuove opportunità, pg 58.

validare le transazioni. Lo scopo dei validatori è quello di creare ed estrarre Bitcoin, attraverso la validazione dei blocchi; in media, ogni dieci minuti un blocco viene convalidato. Inizialmente, il premio per la validazione di un blocco era di 50 BTC e ogni 4 anni (più precisamente ogni 210,000 blocchi) la produzione viene dimezzata⁴⁹ ⁵⁰. Ad oggi, ogni blocco risolto da un premio o “reward” di 6,5 Bitcoin e, affinché un miner guadagni, è necessario che siano verificate transazioni della quantità di almeno 1 Megabyte e che sia risolto il problema computazionale; la risoluzione del problema viene definita “proof - of- work”⁵¹. La proof che i nodi⁵² devono presentare al fine di ottenere la ricompensa consiste nel risolvere un puzzle crittografico molto complesso, lungo e costoso in termini di energia elettrica che deve essere continuamente erogata per supportare i server. Ciò che svolgono i computer dei miners è quello di provare a trovare una serie numerica chiamata “Hash” che, obbligatoriamente, presenti una specifica serie di valori. Una delle funzioni più importanti dell’hash è quella di definire l’intero stato della Blockchain tramite una stringa di lunghezza definita. Nei nuovi blocchi generati, l’hash corrispondente al vecchio blocco viene inserito nell’input del nuovo blocco. Grazie a questa funzione la Blockchain ha il pregio di essere immutabile; se qualcuno provasse a cancellare, modificare o aggiungere qualcosa al blocco passato andrebbe a cambiare l’hash del blocco e di conseguenza anche l’hash di tutti i blocchi successivi⁵³.

L’evidenza empirica dimostra che i minatori si comportano in modo strategico. È comune, infatti, usare una mining pool dove una collettività di macchine

⁴⁹ Grunspan C, Ricardo Pérez-Marco (2020), “The mathematics of Bitcoin”.

⁵⁰ Il processo di dimezzamento del premio viene definito halving event

⁵¹ Spera G (2020), “All’interno della blockchain”.

⁵² I partecipanti alla Blockchain vengono chiamati “nodi” e sono costituiti fisicamente da server mediante il quale vengono gestite le transazioni.

⁵³ Satoshi Nakamoto, “Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System”.

computazionali collaborano tra di loro per validare i blocchi e, poiché i premi sono distribuiti a intervalli casuali e non frequenti, i minatori formano pool minerari al fine di ridurre la varianza del loro reddito; il reward, in caso di validazione, viene suddiviso in maniera proporzionale al contributo svolto⁵⁴, e per rendere più efficiente la computazione delle formule, è conveniente per i validatori usare un'architettura simile a quelle delle schede grafiche. Il mining però è limitato; La rete di Bitcoin è preimpostata per mantenere il tasso medio di creazione di blocchi a sei all'ora. Pertanto, per garantire che il tasso di creazione di blocchi rimanga invariato nonostante la creazione di potenti macchine, la rete aumenta periodicamente la difficoltà. Satoshi Nakamoto decise che il numero massimo di Bitcoin minabili dovevano essere 21 milioni. Ad oggi, i Bitcoin minati sono all'incirca 19 milioni, e più ci si avvicina alla quota finale, più è complesso validare blocchi e quindi creare più Bitcoin. Una riflessione che sorge spontanea è se questo comporterà una perdita di interesse per i miners, data la mancanza di incentivi nel momento in cui i Bitcoin finiranno. Esiste un altro sistema di incentivi per Bitcoin, le fee. Esse vengono pagate quando si effettuano transazioni su BTC. Esse permetteranno di mandare avanti l'ecosistema, dato che, una volta minato l'ultimo Bitcoin, aumenteranno di valore, remunerando e incentivando i validatori.

⁵⁴ Ittay Eyal , Emin G`un Sirer (2013), "Majority is not Enough: Bitcoin Mining is Vulnerable".

2.5) Successo

Bitcoin nel corso degli anni, nonostante la sua enorme volatilità, è cresciuto esponenzialmente di valore. Per la maggior parte della sua vita Bitcoin ha avuto interessi di comunità distinte: piccoli investitori curiosi delle nuove possibilità del mercato, nicchie di esperti informatici che hanno intravisto l'innovazione della tecnologia di Bitcoin ed infine speculatori. I motivi per cui BTC è diventata così attraente agli occhi degli investitori risiedono nella tecnologia che sta alla base. Questo potenziale è dovuto dal fatto che la blockchain ha dei requisiti che includono la gestione decentralizzata, anonimato, immutabilità, resistenza alla contraffazione e prevenzione del problema della doppia spesa⁵⁵. La struttura della blockchain ha la capacità di fornire interfacce utenti affidabili ai consumatori. Un individuo può fornire e controllare i propri dati, quindi identità, cittadinanza, documenti finanziari. Altre possibilità che la tecnologia di Bitcoin può dare sono pagamenti istantanei con bassi costi di transazione, tempi di completamento delle transazioni rapide e riduzione dei problemi di coordinamento, pagamento istantaneo delle merci. Per le aziende, inoltre, Blockchain potrebbe essere utile per la conservazione dei dati, proteggerli da eventuali attacchi di hacker e facilitare il monitoraggio e la tracciabilità dei beni.⁵⁶

Per la maggior parte della sua vita BTC è stato concepito ed utilizzato come un investimento. Con la creazione di numerosi Exchange e siti trading che permettono di acquistare o vendere Bitcoin, nella mente degli investitori vi è il doppio pensiero di Bitcoin come moneta virtuale e come strumento finanziario. D'altronde, la forte volatilità e il divario di prezzo sempre più largo nel tempo hanno concesso molte opportunità di grande guadagno, ma naturalmente, anche di grandi perdite. Negli ultimi anni, Bitcoin ha attirato le attenzioni di

⁵⁵ M. Macdonald, L. Liu-Thorold, R. Julien The Blockchain (2017), "A Comparison of Platforms and Their Uses Beyond Bitcoin".

⁵⁶ Grover P, Kar P.A, Ilavarasan V (2018), "Blockchain for Businesses: A Systematic Literature Review"

investitori istituzionali e delle grandi società sia nell'economia reale che nel settore finanziario. Aumentano sempre di più le società che accettano Bitcoin, un esempio viene riscontrato in PayPal; Nel novembre 2020, negli Stati Uniti, PayPal annunciò che era possibile acquistare, vendere e trattenere bitcoin dal proprio account⁵⁷; questo servizio è stato esteso pure nel Regno Unito. Anche Starbucks si sta introducendo nel mondo delle criptovalute, in quanto in una conferenza stampa tenutasi a gennaio 2018 il presidente, Howard Schultz, ha dichiarato che la catena di caffè più famosa al mondo prevede di incorporare la tecnologia Blockchain e le valute digitali nelle sue strategie di pagamento a lungo termine nella speranza di “espandere le relazioni con i clienti digitali “⁵⁸.

Un problema legato all'e-commerce nell'utilizzo di Bitcoin risiede nella sua ambiguità; infatti, molti consumatori sono spaventati dalla mancanza di familiarità con la criptovaluta, preferendo pagamenti più tradizionali, ad esempio, in euro o in dollari. Un altro dilemma che sorge tra i consumatori è l'assenza di una vera e propria tutela verso eventuali frodi. Tuttavia, la crescente domanda di Bitcoin, l'aumento continuo del numero di possessori, del valore del suo mercato, e delle transazioni che vengono eseguite, ha fatto sì che sempre più siti specializzati nell'e-commerce, fondazioni, forum online accettassero questa nuova moneta come mezzo di pagamento.

Anche alcune società nella finanza hanno già adottato misure per l'utilizzo della tecnologia Blockchain. Adesso è teoricamente possibile per le aziende emettere direttamente le azioni tramite la Blockchain. Un esempio di società che sta intraprendendo l'uso di questa tecnologia è NASDAQ. Essa ha annunciato che lancerà una tecnologia di registro digitale in stile Blockchain

⁵⁷<https://www.paypal.com/us/smarthelp/article/cryptocurrency-on-paypal-faq-faq4398?app=searchAutoComplete>

⁵⁸ Pedale C, Breve storia delle criptovalute, dalla nascita ai giorni nostri. Pg 63,64.

per gestire le azioni con la sua piattaforma NASDAQ Private Market⁵⁹; inoltre, ha stretto un accordo con una startup con sede a San Francisco di nome Chain per implementare lo scambio di private equity in un sistema Blockchain⁶⁰. Società e banche di investimento come Blackrock e Goldman Sachs, dopo iniziali titubanze, hanno cominciato ad offrire ai propri clienti prodotti in criptovalute e molti analisti ritengono Bitcoin come “l’oro digitale”, uno strumento finanziario perfetto per combattere l’inflazione. Un team di Goldman Sachs, inoltre, nel 2018 cercò di capire come ottenere le approvazioni normative necessarie valutando i rischi associati alla detenzione di valuta virtuale⁶¹.

Anche il famoso imprenditore Elon Musk, Il 29 gennaio 2021, all'epoca la persona più ricca del mondo, si è espressa favorevole nei confronti di Bitcoin, cambiando inaspettatamente la bio del suo account Twitter in #bitcoin. Il prezzo di Bitcoin è aumentato da circa \$ 32.000 a oltre \$ 38.000 in poche ore, aumentando la sua capitalizzazione di mercato di 111 miliardi di dollari e per dare prova di ciò comprò come riserva per la sua società 1,5 miliardi di Bitcoin⁶². Lo stesso, però, fece un passo indietro quattro mesi dopo il primo annuncio, twittando che Tesla avrebbe smesso di accettare Bitcoin dovuto all’alto tasso di inquinamento che causa il mining, e che accetterà di nuovo pagamenti in criptomoneta dopo che i problemi legati all’ambiente verranno risolti, causando un forte crollo della quotazione di BTC.

La tecnologia Bitcoin non è solo pensata nell’ambito economico finanziario. Essa comincia a essere pensata ed utilizzata per costruire sistemi di comunicazione e di file sharing a prova di censura, sistemi decentrati di

⁵⁹ Luther J.W (2016), “Bitcoin and the Future of Digital Payments”.

⁶⁰ Crosby M, Nachiappan, Pattanayak P, Verma S, Kalyanaraman V (2016), “BlockChain Technology: Beyond Bitcoin”.

⁶¹ Pedale C, Breve storia delle criptovalute, dalla nascita di una idea ai giorni nostri. Pg 63.

⁶² Lennant A (2021), “How Elon Musk’s Twitter activity moves cryptocurrency markets.”

gestione dei domini Internet, piattaforme di voto digitali a prova di frode (Rosenberg, 2015). Il sistema Blockchain consentirebbe di riavere una propria privacy nelle transazioni e negli scambi digitali, fungendo pure da mezzo di remunerazione per chi contribuisce ad arricchire i contenuti sulla rete. La rete Blockchain potrebbe essere applicata anche nel sistema di votazione dei cittadini in maniera sicura e decentralizzata, dato che il voto espresso in forma digitale potrebbe essere facilmente hackerato, e grazie al sistema di blocchi i votati sono sicuri che il loro voto non sia manomesso, agevolando la partecipazione di un numero sempre più grande di cittadini nell'organizzazione di eventi e nei processi decisionali⁶³.

Il prezzo di Bitcoin dipende dalla domanda e dalla offerta che ha il mercato, più la domanda è alta più il prezzo cresce. Inoltre, essendo decentralizzata, nessun ente centrale può emettere nuova criptomoneta nel mercato, saranno appunto i miners a farlo. Come già detto prima, il numero di Bitcoin estraibili ha un numero finito, 21 milioni, il che non la rende soggetta ad inflazione come nel caso di una valuta, essendo quest'ultima stampabile all'infinito ed è un ente centrale a deciderne la quantità. Per queste ragioni, molti investitori identificano BTC come una riserva di valore al pari dell'oro. Vi è molto dibattito se effettivamente BTC possa essere considerata una riserva di valore o meno, dovuta alla sua alta volatilità, alla concentrazione dei proprietari (l'oro è un bene raro però diffuso in tutto il mondo e i proprietari sono molto meno concentrati) e al movimento del prezzo che è fortemente correlato con le notizie che giungono dai vari stati o società nel mondo. Il dibattito su quale sarà il ruolo effettivo della prima criptovaluta è ancora estremamente dibattuto tra economisti, informatici, accademici ed è difficile dare un'effettiva risposta, ma

⁶³ Amato M, Fantacci L (2016). Per un pugno di Bitcoin, rischi e opportunità delle monete virtuali, Egea, Milano, p 138,139,140.

molte istituzioni, società, investitori ed anche stati, come nel caso dell'El Salvador, hanno iniziato a guardare con fiducia questa nuova forma di tecnologia, non solo dal punto di vista speculativo.

2.6) Bolla

Uno studio pubblicato nel 2018 dimostra la presenza di bolle multiple nella storia di Bitcoin, evidenziando una forte correlazione con i due mercati più importanti di BTC, Cina e Stati Uniti e una forte reazione agli eventi economici nel mondo come la crisi di Cipro. Due bolle vengono individuate nel 2013, la prima ha origine il 7 febbraio e scoppia il 2 maggio, durando 3 mesi. Il secondo avviene il 24 ottobre, crollato il 12 dicembre. È stato dimostrato che un errore tecnico nel software BTC aumenta temporaneamente i prezzi durante la bolla BTC nel marzo 2013. Inoltre, l'impennata dei prezzi può essere attribuita alla crisi economica in Spagna e Cipro, in particolare, il rating creditizio delle due nazioni è crollato allo status di “non investment grade”. Con la crescente incertezza sul futuro delle banche di Cipro, gli investitori speravano di evitare le tasse e trovare altri paradisi per i loro beni, scambiare le loro valute garantite dal governo con BTC, spingendo i volumi di scambio e i valori ai massimi storici. Le prossime quattro bolle temporali si trovano tra il 2015 e il 2017, che durano periodi relativamente brevi. In particolare, si verifica una bolla alla fine di ottobre 2015. Il prezzo di BTC continua a salire, riconducibile al deprezzamento della moneta cinese. La banca centrale cinese ha implementato la riforma del meccanismo di parità centrale del tasso di cambio RMB ad agosto, deprezzando il RMB. Di conseguenza, la riforma del cambio ha colpito il mercato azionario. Gli investitori sfruttarono il BTC come un mezzo di speculazione per trasformare gli asset ed evitare rischi. In risposta alla forte

fluttuazione dei mercati economici, la banca centrale cinese stabilì politiche per ricordare agli investitori di prendere precauzioni contro i rischi di BTC, rompendo la bolla. Nel 2016, la quarta bolla ha avuto origine il 22 dicembre. Il prezzo di BTC continuò a salire nel 2016 perché gli investitori ampliarono le loro posizioni su BTC a causa delle loro aspettative di inflazione e delle politiche di deprezzamento della valuta cinese. Questa bolla durò circa due settimane, scoppiando il 5 gennaio 2017. Poiché la Banca popolare cinese definì BTC una particolare merce virtuale che non può essere utilizzata come circolazione di valuta, i prezzi di BTC crollarono di oltre il 10%. Da lì la quinta bolla iniziò l'11 maggio 2017 e crollò il 29 giugno. Dall'analisi condotta dallo studio, la maggior parte delle bolle di Bitcoin hanno una breve durata. Le prime due bolle sembrano risalire alla crisi di Spagna e Cipro (2013) e le altre 4 bolle a breve termine possono essere riassunte nelle componenti domestiche cinesi, dove il deprezzamento della valuta cinese è la motivazione principale. Gli investitori detengono BTC perché ritengono che il suo valore aumenterà mentre si prevede un deprezzamento del RMB.

In particolare, l'inizio delle bolle è derivato da shock esogeni, inclusi eventi economici esteri o interni. Una grave crisi finanziaria può innescare bolle a lungo termine ed estendersi agli altri paesi, perché la crisi fa sì che gli investitori abbiano una visione negativa per le valute sostenute dal governo. Al contrario, le bolle di breve termine sono causate da particolari componenti interne, come il deprezzamento del RMB, i cambi di regime valutario, attacchi da parte di hacker. Gli investitori cercano BTC come un rifugio sicuro per proteggersi da potenziali rischi o come veicolo speculativo per guadagnare profitti⁶⁴.

Un altro studio analizza e mette a confronto i modelli di fallimento finanziario della Tulipanomania, dal 1634 al 1637 e la bolla dei mari del sud dal 1720 al

⁶⁴ Zheng Zheng Li, Ran Tao, Chi-Wei Su (2019), "Does Bitcoin bubble burst?", in *Quality & Quantity*, p 91-105

1722 con i valori di Bitcoin nel tempo. Il modello impostato mostra che quest'ultimo agisce come un "evento bolla", ma in scala molto più grande. Bitcoin si comporta come un asset emergente rischioso, con elevate correlazioni persistenti a indici derivati e con una relazione inversa con le principali valute. In effetti, Bitcoin si comporta diversamente qualsiasi valuta nazionale negli ultimi 40 anni. Il ritorno per il rischio profilo è notevolmente migliorato dal 2015, rendendo Bitcoin potenzialmente interessante come strumento di investimento di portafoglio. Tuttavia, la sua somiglianza con diverse bolle pone sostanziali rischi agli investitori, superando ampiamente la potenzialità delle bolle del passato⁶⁵

Attualmente, non vi è una risposta univoca se Bitcoin sia una bolla o meno, i pensieri sono divisi tra chi crede cecamente alla "nuova era digitale", elogiandone lo spirito libertario e l'innovazione tecnologica che sta alla base, accusando chi crede che sia una bolla che questa idea circola da anni ma che non sia mai avvenuto un reale crollo di Bitcoin, e chi pensa che sia solamente frutto di speculazione è che lo scoppio della bolla in futuro avverrà.

2.7) Conclusione

Nel primo paragrafo sono state presentate le monete digitali o criptovalute, la differenza che sussiste tra questo tipo di moneta e le monete elettroniche, le principali caratteristiche che esse hanno e un approfondimento sulla visione nel lungo termine della BCE. Nel secondo paragrafo sono state raccontate le principali tappe di Bitcoin, dalla data del 2008 quando il creatore, Satoshi Nakamoto, rilasciava il suo white paper spiegando sommariamente in che

⁶⁵ White R, Marinakis Y, Islam N, Walsh S (2020), "Is Bitcoin a currency, a technology-based product, or something else?", in *Technological Forecasting & Social Change*, Vol 151.

consa consisteva questa nuova invenzione. Nel corso del paragrafo sono stati riportati molti tra più importanti eventi di Bitcoin e i movimenti storici, dai massimi fino ad arrivare al 2021 con una quotazione superiore ai 63,000 dollari ai minimi, evidenziando l'enorme volatilità. Nel terzo paragrafo è presente un grande approfondimento alla tecnologia usata da Bitcoin, partendo dalla creazione e da come è composto un indirizzo Bitcoin. In seguito, si è data molta rilevanza al funzionamento della tecnologia Blockchain, vero pilastro di Bitcoin, e di come essa garantisca la sicurezza delle transazioni attraverso la funzione hash e il ruolo che hanno i validatori nel tenere sicuro il sistema. Nel quarto paragrafo sono stati portati i motivi del successo di Bitcoin, iniziando con la curiosità di piccole nicchie tra imprenditori ed esperti informatici fino ad arrivare all'interesse delle grandi società dell'e-commerce e della finanza agli stati come El Salvador, decisi nell'adottare questa nuova forma di valuta. Nel quinto ed ultimo paragrafo, sono state riportati due studi caso inerente alla domanda se Bitcoin sia una bolla. Nel primo studio i ricercatori hanno dimostrato una rilevante presenza di bolle di breve termine nel mercato di Bitcoin, come esse siano estremamente correlata agli eventi dell'economia reale come nel caso della crisi di Cipro, e che abbiano un'elevata correlazione con il mercato americano e cinese, risentendo particolarmente degli shock endogeni come la svalutazione della valuta domestica cinese. Nel secondo studio, sono stati analizzati i dati di bolle passate come la Tulipanomania e la bolla dei mari del sud, evidenziando una stretta similarità, ma, nel caso di Bitcoin, una proporzione molto più ampia.

Capitolo 3: Studio empirico sull'efficienza informativa del mercato dei bitcoin

3.1) Introduzione

In questo capitolo, verrà approfondito il concetto di efficienza dei mercati e gli studi inerenti ad esso, per poi spostare l'analisi verso il mercato delle criptovalute, ed in particolare verso Bitcoin, essendo la criptovaluta più famosa e capitalizzata al momento in cui si scrive.

Nel primo paragrafo verrà approfondito il lavoro di Eugene Fama con la sua teoria sull'efficienza informativa del mercato. Verranno presentate le caratteristiche del random walk e le tre forme di efficienza, per poi introdurre diversi studi che provano a testare la veridicità di tale ipotesi, non riuscendo ad arrivare sempre ad una conclusione univoca.

Nel secondo paragrafo, verranno apportati diversi studi condotti sul medesimo tema ma inerenti al mercato di Bitcoin e delle criptovalute in generale. La letteratura analizzata parte da Urquhart, il primo ricercatore ad attuare tali studi per poi passare all'analisi di alcuni fattori che possono rendere efficiente o meno una criptovaluta come la long-memory e la liquidità.

3.2) Metodologia di analisi dell'efficienza dei mercati

L'analisi sull'efficienza dei mercati è stata un argomento largamente affrontato nella letteratura economica. La definizione della "Teoria dei mercati efficiente" si deve allo studio di Fama (1965). L'articolo voleva di discutere dettagliatamente la teoria alla base del modello random walk, per poi testare la validità empirica del modello. L'ipotesi di efficienza dei mercati si basa sul ruolo fondamentale dei mercati dei capitali, che sono volti ad allocare le risorse

finanziarie nel sistema economico. Inoltre, è importante ricordare, che i prezzi nella teoria dell'efficienza dei mercati, devono riflettere in qualsiasi momento tutte le informazioni disponibili; solo in questo caso un mercato può essere definito efficiente. Una implicazione importante della teoria di Fama è che i prezzi seguono un percorso casuale. Non è possibile prevedere i prezzi e l'andamento del grafico. Secondo l'economista, la teoria della random walk si basa su due ipotesi: 1 le successive variazioni di prezzo sono indipendenti 2 le variazioni del prezzo sono conformi ad alcune distribuzione di probabilità. Se le variazioni di prezzo sono indipendenti, la teoria è valida.

In termini statistici, indipendenza significa che la distribuzione di probabilità per variazioni di prezzo durante il periodo t è indipendente dalle variazioni di prezzo durante i periodi precedenti. Fama afferma, nello studio della random walk sulle variazioni di prezzo, "Non è possibile trovare una serie temporale che sia caratterizzata da una perfetta indipendenza". Ma, per scopi pratici, si può accettare l'assunzione di indipendenza del modello fintanto che le serie delle successive variazioni di prezzo non vanno al di sopra del "minimo accettabile"⁶⁶.

Fama trova che, una delle forze che aiuta a produrre indipendenze nelle variazioni di prezzo, sia la presenza di traders sofisticati. Ciò che rende un trader "migliore" può essere la previsione della comparsa di nuove informazioni volte a stimarne l'efficacia dei valori intrinseci rispetto ad altri; altri trades, potrebbero essere più bravi nell'analizzare le statistiche comportamentali del prezzo.

L'importanza del trader si vede nel momento in cui, in un determinato periodo, il valore dell'asset finanziario è al di sotto o al di sopra del valore intrinseco; in questi casi, il trader, entrando nel mercato o in long o in short e attirando i

⁶⁶ Fama E (1965), "The Behavior of stock-market prices" in The Journal Of Business, Vol 38, p 34-105.

sentimenti degli altri investitori, porta il valore del prezzo ai suoi valori fondamentali. In sintesi, se vi sono molti traders capaci di individuare il valore intrinseco dell'asset, in media tutti gli effetti delle nuove informazioni si rifletteranno quasi istantaneamente sul valore intrinseco del prezzo effettivo.

Le varie teorie del valore atteso sono accomunate dalla formula:

$$E(P_{j,t+1} | \phi_t) = [1 + E(r_{j,t+1} | \phi_t)] P_{jt} \quad (3)$$

Dove E equivale al valore atteso, P_{jt} al prezzo del titolo j al tempo t , $P_{j,t+1}$ equivale al prezzo del titolo j al tempo $t+1$, $r_{j,t+1}$ è il rendimento percentuale del periodo calcolato come segue: $(P_{j,t+1} - P_{jt}) / P_{jt}$. ϕ_t è il simbolo usato per rappresentare qualsiasi gruppo di informazioni contenute interamente nel prezzo t .

Dalla formula del valore atteso riportata da Fama, si evince come in qualsiasi modello del valore atteso utilizzato, le informazioni intrinseche in ϕ_t vengono utilizzate totalmente nella determinazione del rendimento atteso di equilibrio. In tal modo, ϕ_t è interamente riflesso nella formazione del prezzo P_{jt} .

Dal modello usato da Eugene Fama, possono essere ricavate due assunzioni: il rendimento atteso in equilibrio si basa sul set di informazioni contenute in ϕ_t ; le condizioni di equilibrio di mercato possono essere espresse in termini di valori attesi. Quello che Fama enuncia, attraverso il modello descritto, è che la sequenza dei rendimenti passati non ha nessuna conseguenza sulla distribuzione e sulla previsione dei rendimenti futuri, non consentendo di ottenere profitti attesi superiori ad altre strategie di investimento. Inoltre, l'autore, afferma che tutti i cambiamenti nel prezzo dei titoli sono privi di memoria; ciò implica che il passato non può essere utilizzato per prevedere i trend futuri.

Nella teoria dei mercati efficienti, l'autore, assume le condizioni sufficienti affinché esista un mercato dei capitali efficiente. Viene considerato un mercato in cui vi sono zero costi di transazione dello scambio dei titoli finanziari, zero costi per ricavare le informazioni disponibili e dove tutti gli investitori razionali si conformano alle implicazioni delle informazioni dei prezzi di mercato e sulla distribuzione dei prezzi futuri. Con queste condizioni, il prezzo corrente di un titolo va a riflettere completamente tutte le informazioni disponibili; ciò non rappresenta quindi una corretta descrizione dei mercati reali. In realtà, nel mercato ci sono costi di transazione e le informazioni non sono disponibili gratuitamente.

Ciononostante, non ci sono fonti che attestino l'inefficienza di mercato in assenza delle condizioni enunciate precedentemente, non potendo però escludere una futura inefficienza. Dei lavori di Mandelbrot e Samuelson mostrano che l'indipendenza delle successive variazioni di prezzo è coerente con un mercato efficiente, cioè un mercato che si adegua alle nuove informazioni.

Fama, nel suo scritto, enuncia tre tipi di efficienza di mercato: debole, semi-forte, forte. Le prime prove empiriche e test condotti vennero fatti sulla forma debole. In un mercato debole, i prezzi dei titoli riflettono tutte le informazioni disponibili incorporate nei rendimenti e nelle serie storiche dei prezzi. In conseguenza di ciò, non sarà possibile conseguire profitti attesi superiori in un mercato debolmente efficiente. Per quanto riguarda l'efficienza semi forte i prezzi rispecchiano sia le serie storiche sia le informazioni pubbliche, nell'ultima forma di efficienza, la forma forte, i prezzi riflettono le serie storiche, le informazioni pubbliche e le insider.

Per verificare empiricamente la teoria dell'efficienza informativa dei mercati, si possono effettuare diverse tipologie di test: si può attuare la verifica dei rendimenti in eccesso attraverso la formula $R_{it+1} - E_t^P R_{it+1}$ (4) dalle informazioni disponibili al tempo 't' (Ω_t^P). Dove R_{it+1} e E_t^P sono i rendimenti in equilibrio e, quando Ω_t^P non è nulla, si possono prevedere i rendimenti. Il secondo test verifica consiste nel testare se vi siano utili sopra la media al netto dei costi di transazione e di rischio; il terzo test riguarda la verifica dei prezzi e se questi eguagliano il valore fondamentale. Inoltre, per verificare l'ipotesi dell'efficienza debole vi si apporta un'analisi sulla random walk, in particolare, si esegue un'analisi dell'autocorrelazione e un'analisi spettrale⁶⁷, cercando di approfondire lo studio della forma delle distribuzioni. Vari studi come quelli svolti da Alexander (1961), Fama (1965) e Kendall (1953) hanno analizzato le autocorrelazioni dei prezzi azionari per periodi variabili da 1 a 16 giorni, dando risultati molto simili. Le autocorrelazioni trovate nell'analisi dei dati fornirono valori tra +0.10 e -0.10 mostrando dei risultati non significativi e giungendo alla conclusione che non vi era dipendenza seriale nella variazione dei prezzi.

Per quanto riguarda le verifiche empiriche sull'efficienza semi forte, i primi studi in tal senso furono condotti nel 1969 da Fama, Fisher, Jensen e Roll, i quali, attraverso il loro studio, hanno cercato di identificare i fattori che il mercato considera importanti in un frazionamento azionario e determinare come i prezzi si adeguano a questi eventi. I dati dello studio vennero ricavati dal New York Stock Exchange e, per ottenere stime attendibili dei parametri, vennero selezionate le azioni che avevano almeno 24 mesi di dati disponibili del prezzo-dividendi intorno alla data di scissione. Inizialmente, la metodologia usata era quella di stimare il rendimento normale delle azioni, utilizzando una regressione tra i rendimenti dei titoli analizzati e il rendimento dell'indice. Successivamente, venne stimato il rendimento anormale per il periodo di tempo

⁶⁷ Granger W. J. C, Morgenstern O (1962), "Spectral analysis of New York stock market prices".

selezionato, rappresentato dai residui attraverso la metodologia dell'analisi dei residui. Dai risultati ottenuti dallo studio, si evince che nella reazione ad una scissione il mercato reagisce solo alle sue implicazioni sui dividendi. La divisione causa solo l'aggiustamento del prezzo in misura in cui è associato il livello previsto dei dividendi. Pertanto, lo studio suggerisce che il mercato è efficiente nel tipo semi forte, nel senso che i prezzi delle azioni si adattano velocemente all'arrivo di nuove informazioni⁶⁸.

In uno studio seguente, condotto dal ricercatore Basu, si voleva dimostrare l'efficienza dei mercati nel rispondere tempestivamente alle informazioni pubbliche. Lo scopo dello studio era quel di capire se la performance delle azioni ordinarie sia correlata al rapporto P/E.

Per ogni anno preso in considerazione, sono stati considerati tre criteri per la selezione delle imprese: 1) la fine dell'anno fiscale dell'impresa è il 31 dicembre; 2) Le imprese dovevano essere effettivamente quotate al NYSE nel periodo considerato (1959-1971); 3) Non dovevano mancare il rendimento degli investimenti e il rendiconto finanziario.

Dalle analisi empiriche condotte sui dati, mentre l'ipotesi di efficienza informativa nega l'esistenza di extra profitti, dai risultati riportati nel documento si evince che prevale l'opinione che nel rapporto P/E (in particolar modo delle azioni con un Price/Earning basso) le informazioni non erano "pienamente riflesse" nei prezzi dei titoli in modo così rapido come postulato dalla forma semi forte dell'ipotesi di mercato efficiente, garantendo

⁶⁸ Fama E, Fisher L, Jensen C. M, Roll R (1969), "The Adjustment of Stock Prices To New Information", in International Economic Review, Vol 10, p 1-21

extraprofitti. Infatti, durante il periodo preso in esame, si evincono squilibri nel mercato dei capitali⁶⁹.

Lo studio di Basu fu inoltre criticato per la natura del rapporto Price/Earnings, dove un basso rapporto indica azienda di piccole dimensioni soggette allo small firm effect⁷⁰. Inoltre, esse sono caratterizzate da una bassa liquidità⁷¹ e potenzialmente soggette ad influenze settoriali.

Per quanto riguarda l'efficienza forte, come detto prima, il mercato sconta tutte le informazioni presenti, comprese le informazioni private quindi non accessibili al pubblico. Questa ipotesi viene considerata da molti come estrema, dato anche l'esistenza di studi che confutano già l'efficienza semi forte. Esempi di soggetti che potrebbero possedere informazioni privilegiate potrebbero essere i top manager di un'azienda, gli intermediari che operano in titoli quotati in borsa avendo conoscenza dei prezzi e delle quantità di ordini.

Uno degli studi condotti sulla verifica dell'efficienza forte venne condotto da Jaffe nel 1974. Il ricercatore classificò le società nella quale vi era una grande presenza di insider in operazioni di acquisto o vendita.

Lo studio ha evidenziato che, effettivamente, gli insider ottenevano maggiore extra profitto. Inoltre, lo studio mostra che i prezzi non scontano le informazioni private fin quando esse non vengono pubblicate.

Detto ciò, la ricerca dimostra che il mercato delle informazioni privilegiate è molto ampio, dove molto spesso vi è una fuga di informazioni da parte degli

⁶⁹ Basu S (1977), "Investment performance of common stocks in relation to their price-earnings ratios: a test of the efficient market hypothesis", in *The Journal Of Finance*, Vol 32, p 663-682

⁷⁰ Reingaum R. M (1981), "Abnormal Returns in Small Firms Portfolios", in *Financial Analysts Journal*, Vol 37, p 52-56

⁷¹ Dimons E (1979), "Risk Measurement When Shares Are Subject to Infrequent Trading", in *Journal Of Financial Economics*

insider⁷². Anche verso i suoi studi vi furono diverse critiche, come la presenza nel campione selezionato di aziende piccole quindi più soggette ad inefficienza.

3.3) Verifiche sull'efficienza dei mercati per le criptovalute

Bitcoin, come in generale le Altcoins, sono una tecnologia relativamente nuova. Sebbene Bitcoin sia stata comunemente studiata, la comunità scientifica ha concentrato gli sforzi e gli studi in argomenti e contesti come quelli macroeconomici e finanziari, sulle capacità di copertura e la proprietà della criptovaluta di essere un rifugio sicuro dall'inflazione e dal mercato ai potenziali fattori che spiegano il suo prezzo. La discussione sull'efficienza del mercato è ancora un argomento non trattato in maniera diffusa, ma negli anni, data la sua rilevanza nel contesto economico, ha attratto l'attenzione di studiosi e accademici. In questo paragrafo si riporteranno i principali studi condotti sul tema, introducendo la finalità di quest'ultimi caso per caso, la metodologia di analisi usata e le relative conclusioni.

Urquhart (2016) fu il primo autore ad analizzare l'efficienza informativa del mercato di Bitcoin, in particolare l'efficienza debole. L'obiettivo dello studio era quello di colmare la lacuna di ricerche inerenti all'argomento, impiegando una batteria di test. I dati per analizzare l'andamento storico di Bitcoin vennero importati da www.bitcoinaverage.com, ai tempi il primo indice dei prezzi di BTC che aggrega i tassi di tutti gli scambi Bitcoin disponibili in tutto il mondo e fornisce il volume del prezzo medio ponderato di Bitcoin, consentendo una visione mondiale sulla prospettiva del prezzo, quindi sull'efficienza.

⁷² Jaffe F. J (1974), "Special Information and Insider Trading", in Journal of Business ,Vol 47, p 410-428.

I dati del campionamento erano costituiti dai prezzi di chiusura giornalieri per Bitcoin in USD dal 1° agosto 2010 al 31 luglio 2016, divisi nel macro-periodo dal 2010 al 2016, e due sottoperiodi per testare se l'efficienza sia variata nel tempo, rispettivamente dal 1° agosto 2010 al 31 luglio 2013 e dal 1° agosto 2013 al 31 luglio 2016.

Inizialmente vennero calcolati i rendimenti di Bitcoin nei periodi citati prima utilizzando la formula:

$$R_t = \text{Ln}[(P_t)/(P_{t-1})] * 100 \quad (5)$$

Dove R_t è il rendimento di Bitcoin, $\text{Ln}(P_t)$ e $\text{Ln}(P_{t-1})$ sono i log naturali dei prezzi di Bitcoin ai tempi t e $t - 1$. Il report delle statistiche descrittive di Bitcoin durante l'intero periodo di campionamento, oltre a due periodi di sotto campione, riporta che il rendimento medio di Bitcoin nel macro-periodo è positivo con eccesso di curtosi⁷³ e asimmetria negativa⁷⁴.

Venne visto anche che il rendimento medio e la deviazione standard dei rendimenti di Bitcoin sono più piccoli nel secondo sotto campione mentre curtosi e l'asimmetria negativa sono molto maggiore nel secondo periodo del sotto campione.

Per analizzare l'effettiva efficienza di Bitcoin, è stata utilizzata una batteria di test per la casualità, al fine di evitare risultati spuri e non cogliere interamente le dinamiche di BTC. In primo luogo, venne esaminata l'autocorrelazione dei rendimenti valutati tramite Ljung–Box test, che ha come ipotesi nulla “nessuna correlazione”.

⁷³ L'indice di kurtosi è uno degli indici relativi alla forma di una distribuzione, che costituisce una misura dello spessore delle code di una funzione di densità, ovvero il grado di appiattimento di una distribuzione. La particolarità di questo indice è data dal fatto che lo spessore delle code influenza il comportamento di diverse statistiche.

⁷⁴ In una distribuzione negativamente asimmetrica la coda è più lunga a sinistra del massimo centrale (moda). È anche detta asimmetria a sinistra.

I risultati dello studio mostrano che Bitcoin è inefficiente durante l'intero periodo di campionamento, ma sembra diminuire col passare del tempo, cioè nel secondo campione suggerendo che, con il passare del tempo e dell'interesse degli investitori, il mercato di Bitcoin possa diventare sempre più efficiente⁷⁵.

Dopo la ricerca di Urquhart, vari studi si sono susseguiti, analizzando periodi diversi o usando strumenti diversi e più complessi. Uno di questi fu lo studio "On the inefficiency of Bitcoin" di Saralees Nadarajah e Jeffrey Chu. I dati analizzati per la ricerca sono gli stessi usati da Urquhart, ovvero prezzi di chiusura giornalieri per Bitcoin in USD dal 1° agosto 2010 al 31 luglio 2016 e, come il ricercatore, vennero considerati tre periodi: il periodo intero che va appunto dal 1° agosto 2010 al 31 luglio 2016, il primo periodo del sotto campione dal 1° agosto 2010 al 31 luglio 2013; il periodo del sotto campione dal 1° agosto 2013 al 31 luglio 2016. I rendimenti vennero calcolati come segue:

$$R_t = 100 * \ln (P_t / P_{t-1}) \quad (6)$$

dove P_t e P_{t-1} indicano i prezzi di chiusura nei giorni t e $t - 1$ i rispettivi periodi. Per studiare l'ipotesi di efficienza informativa, viene trattato il termine R_t^m dove "m" è un numero intero dispari, in modo che non vi siano dispersioni di informazioni. Se R_t è negativa, R_t^m sarà ancora negativa; se R_t è positiva, R_t^m sarà positiva; Se R_t è uguale a zero, R_t^m sarà ancora uguale a zero. Venne scelto il valore $m=17$, anche se avrebbe potuto essere un valore più piccolo.

Inoltre, per verificare l'efficienza del mercato di Bitcoin, vennero usati diversi test, iniziando con lo Ljung-Box test (Ljung e Box, 1978) per nessuna autocorrelazione, il runs test per l'indipendenza dei rendimenti, il test di Bartels

⁷⁵ Urquhart A (2016), "The inefficiency of Bitcoin", in Economic Letters, Vol 148, p 80-82

per testare l'indipendenza dei rendimenti, il test automatico del rapporto di varianza wild-bootstrapped e lo Spectral shape tests (Durlauf, 1991; Choi, 1999) per verificare l'ipotesi di random walk.

Dall'analisi dei dati, si evince come in Bitcoin, nel periodo selezionato da Urquhart, siano stati riscontrati risultati positivi riguardo l'efficienza debole nella maggior parte del periodo del campione preso e che i rendimenti di Bitcoin trasformati sono effettivamente efficienti sul mercato, andando in contrasto con le conclusioni espresse da Urquhart⁷⁶.

Nel tempo, vari studi hanno dimostrato che l'efficienza del mercato e la reazione del prezzo cambiano in base al tipo di criptovaluta analizzata, al periodo di campionamento ed a fattori come la liquidità dell'asset e al periodo in cui esso si trova, se in ribasso o in rialzo. Uno degli studi inerenti alla questione presentata, cerca di risolvere una duplice questione: capire il comportamento multi-frattale di Bitcoin, dove il prezzo varia a seconda delle variabili esogene ed endogene, allo stesso tempo cerca di capire il fenomeno della long-memory.

Come secondo obiettivo dello studio che verrà presentato, viene testato se l'efficienza di Bitcoin cambia nel tempo. I ricercatori, nel condurre i vari test, hanno applicato la tecnica Multifractal Detrended Fluctuation Analysis (MF-DFA) per dimostrare il comportamento multi-frattale di Bitcoin e l'efficienza di diverse serie temporali; in generale, nei mercati finanziari, le fluttuazioni dei prezzi nei mercati finanziari sono regolate da leggi complesse, dovute da interazioni con agenti eterogenei ed esterne all'ambiente.

L'uso della tecnica MF-DFA è un approccio che tiene conto delle irregolarità che possono essere incorporate nel comportamento del mercato Bitcoin, incluse non linearità, asimmetrie, coda grassa e clustering di volatilità.

⁷⁶ Nadarajah S, Chu On J (2017), "The inefficiency of Bitcoin", in *Economic Letters*, Vol 150, p 6-9

Il test MF-DFA viene applicato ai dati giornalieri rilevati da Coin desk Bitcoin price index, per un periodo che va dal 1° luglio 2010 al 31 luglio 2017; L'analisi inizia stimando l'esponente di Hurst per l'intervallo di tempo precedentemente esposto, utilizzando l'approccio rolling window.

Dai risultati dei test, per il periodo che va dal 1° luglio 2010 al 31 luglio 2017, generalmente si osservano delle irregolarità, tra cui non linearità, asimmetrie, code grasse e clustering di volatilità nel comportamento di Bitcoin, che lo rende un mercato più rischioso ma più redditizio per gli investitori.

Si riscontra inoltre che il mercato Bitcoin ha una prevedibilità più pronunciata durante i periodi in ribasso rispetto ai periodi di rialzo, indicando che gli investitori potrebbero utilizzare la prevedibilità delle previsioni per valutare il rischio in base alle condizioni di mercato e fare scelte di portafoglio migliori nei periodi al ribasso.

Dai dati elaborati, si evince come Bitcoin sia ancora lontano dall'essere più vicino all'efficienza, e questo potrebbe essere dovuto a molte ragioni, tra cui il comportamento speculativo e volatile, l'offerta di moneta anelastica e la mancanza di legalità sicurezza⁷⁷.

Anche un'altra ricerca in merito all'efficienza di Bitcoin basa l'analisi sulla long-memory dei prezzi Bitcoin.

Secondo i ricercatori, i mercati dei Bitcoin non sono mercati completamente senza memoria, ma di natura autoregressiva.

L'implicazione è che uno shock in questo mercato può lasciare un impatto duraturo sui prezzi di equilibrio. Gli studiosi Cheah and Fry (2015) e Katsiampa (2017) individuano nella volatilità dei prezzi di Bitcoin un effetto molto importante dovuto dai sentimenti del mercato, dove a quest'ultimo può essere attribuita la presenza di memoria significativa.

⁷⁷ Selmi R, Tiwari K.A, Hammoudeh S (2018), "Efficiency or speculation? A dynamic analysis of the Bitcoin market", in Economic Bulletin, Vol 38

Pertanto, le fluttuazioni nei mercati Bitcoin sono parzialmente giustificate dalla capacità del sistema di ricordare gli shock passati.

Tuttavia, una memoria forte non è necessariamente un vantaggio per il mercato Bitcoin, a causa della grande volatilità e la sua forte persistenza spesso viene la stabilità e minacciata la funzione del valore di Bitcoin come valuta. Ritornando allo studio sulla long-memory di Bitcoin, sono stati esaminati i dati giornalieri sui prezzi di chiusura di Bitcoin (tra 27/11/2011–17/03/2017) per cinque mercati sviluppati (Europa, USA, Australia, Canada e Regno Unito) dal sito web www.bitcoincharts.com.

Attraverso un modellamento dei prezzi di Bitcoin cross-market come processi di long memory e studiando l'interdipendenza dinamica in una struttura VAR, lo studio dimostra l'alta probabilità che la determinazione dei prezzi di equilibrio in questo mercato possa essere guidato in modo significativo dalla forza della memoria del mercato.

I risultati indicano anche che i mercati dei Bitcoin sono altamente inefficiente, ed in tal senso, la memoria stimata nei prezzi può aiutare gli investitori nel conseguire profitti speculativi⁷⁸.

Se vari studi hanno dimostrato che l'efficienza di Bitcoin è influenzata anche da eventi esterni, un'altra ricerca ha dimostrato che, in Bitcoin ma come in generale tutte le criptovalute, vi sia una correlazione tra efficienza e liquidità. L'aspettativa iniziale era, analizzando non solo Bitcoin ma anche 456 criptovalute diverse, che nei mercati di criptovalute molto illiquide, la mancanza dell'attività dei traders implicherebbe più tempo per gli investitori ad agire sulle nuove informazioni, mancando l'azione degli arbitraggisti per riportare il prezzo ai valori normali. Inoltre, un'asimmetria temporanea come

⁷⁸ Cheah Eng-Tuck, Mishra T, Parhi M, Zhang Z (2018), "Long Memory Interdependency and Inefficiency in Bitcoin Markets", in Economics Letters

uno shock potrebbe portare a significative deviazioni di prezzo anche in periodi in cui non ci sono dei cambiamenti fondamentali nelle notizie di criptovalute. I traders attivi possono sfruttare queste grandi deviazioni, portando i prezzi al loro valore originario, ma il loro agire può essere ostacolato dalla bassa liquidità. L'obiettivo dello studio è quello di capire l'efficienza non solo di Bitcoin, ma anche di 456 altcoins presenti nel mercato. Inoltre, si vuole provare se vi sia una reale correlazione tra liquidità ed efficienza.

I dati dello studio vennero raccolti da www.coinmarketcap ed il prezzo è calcolato come il volume ponderato delle media di tutte le coppie di valute attive convertite in USD. Il rendimento giornaliero delle criptovalute viene calcolato come segue: $R_t = \ln(P_t) - \ln(P_{t-1})$ (7), dove $\ln(P_t)$ è il logaritmo naturale del prezzo di chiusura al tempo t. La metodologia usata consiste nel testare l'ipotesi di efficienza sui rendimenti di varie criptovalute ordinate per liquidità di mercato.

I test usati per misurare l'efficienza di mercato si basano su Urquhart, per misurare la liquidità invece viene usato il tasso di liquidità di Amihud.

Per esaminare il test del rapporto di varianza, viene usato il wild-bootstrapped automatic variance test (AVR), ed il BDS non parametrico (Brock et al., 1996) per attuare i test sulla dipendenza seriale.

Infine, è stato riportato l'R/S dell'esponente di Hurst, per esaminare la long-memory dei rendimenti. Le criptovalute vennero classificate in base all'indice di Amihud in 5 gruppi, con il primo gruppo più liquido ed il quinto meno liquido, riportando le caratteristiche di ritorno.

Dai risultati ottenuti, venne notato che vi era una forte correlazione tra volatilità e liquidità, confermando l'ipotesi che più un mercato è liquido, più vi si trova la presenza di traders attivi e meno volatile è la criptovaluta. Si nota inoltre che

Bitcoin ed Ethereum, a differenza delle altre altcoins, negli anni stanno facendo passi avanti nel raggiungere l'efficienza, essendo anche i mercati più liquidi⁷⁹.

Gli studi sull'efficienza informativa debole, come mostrato anche in questo paragrafo, sono stati oggetti di interesse e studio da parte dei ricercatori. L'efficienza in forma semi-forte è stata trattata poco tutt'ora, lasciando delle lacune riguardo l'argomento.

Una ricerca condotta nel 2018 esamina l'efficienza semi-forte di Bitcoin nei mercati Bitstamp e Mt.Gox, cercando di capire se la valuta digitale risponde alla politica monetaria e agli eventi Bitcoin.

In particolare, viene studiato come si comportano i rendimenti di Bitcoin in seguito ad eventi di politica monetaria, esaminando se Bitcoin risponde solo alle proprie notizie o se le banche centrali sono in grado di influenzare il prezzo di Bitcoin. Per valutare l'ipotesi di efficienza semi-forte, è stata utilizzata la metodologia dello studio degli eventi.

Questa metodologia permette di osservare la risposta del mercato in base a ciascun evento, quantificando l'effetto su Bitcoin e determinandone il significato. I dati utilizzati provengono da Bitstamp dal 13 settembre 2011 al 17 dicembre 2017, da Mt.Gox dal 13 settembre 2011 al 25 febbraio 2014.

Gli eventi di Bitcoin sono stati considerati dal periodo che va dal 2011 al 2017, per un totale di 50: 28 eventi negativi e 22 eventi positivi. In relazione agli eventi di politica monetaria, sono state raccolte le principali operazioni di mercato aperto di ciascuna banca centrale, ovvero: Federal Reserve System (FED), Banca centrale europea (BCE), Bank of Japan e Bank of England.

Inoltre, sono stati considerati gli eventi rilevanti per l'economia internazionale, come la Brexit o i programmi di salvataggio nell'Unione Europea. Di conseguenza, sono presenti 39 eventi: 27 eventi positivi e 9 eventi negativi.

⁷⁹ Wei Wang Chun (2018) "Liquidity and market efficiency in cryptocurrencies", in Economics Letters.

Questi eventi sono stati classificati secondo il punto di vista degli investitori nei mercati azionari.

In particolare, politiche espansive sono stati considerati eventi positivi, mentre politiche restrittive sono eventi negativi.

Come casi speciali, i programmi di aggiustamento macroeconomico in Europa sono stati considerati eventi positivi.

Concentrandosi sugli eventi di politica monetaria, il mercato dei Bitcoin è chiaramente inefficiente. I coefficienti non sono risultati significativi, sia per eventi negativi che positivi, ad eccezione del mercato Mt.Gox.

Da i risultati ottenuti, si può sostenere che Bitcoin non sta rispondendo alla politica monetaria internazionale, sebbene risponda alle notizie di Bitcoin. Dai risultati dei coefficienti β_2 e β_3 , non essendo significativi, si può dedurre l'assenza di un effetto di notizie negative sui rendimenti di Bitcoin.

Il mercato dei Bitcoin è chiaramente inefficiente, dal punto di vista di eventi di politica monetaria, mentre sta diventando più efficiente rispetto ai propri eventi, per effetto della maggiore attenzione di investitori⁸⁰.

3.4) Conclusione

In questo capitolo, è stata approfondita nello specifico l'ipotesi dell'efficienza informativa dei mercati. Nel primo paragrafo è stata riportato lo studio "The behavior of stock market prices" di Eugene Fama, presentando la teoria di random walk dei mercati, e le tre forme di efficienza descritte dall'economista, riportando varie ricerche presenti in letteratura. Nel secondo paragrafo, la teoria dei mercati efficienti è stata traslata sul mercato delle criptovalute ed in particolare sul mercato di Bitcoin. Dai vari studi presentati, si evince come le conclusioni cambino in base al periodo selezionato e agli strumenti statistici

⁸⁰ Vidal Tomás D, Ibañez A (2018), "Semi-strong efficiency of Bitcoin", in Finance Research Letters, Vol 27, p 259-265.

usati. Le conclusioni ricavabili dai vari studi è che vi sia una forte presenza di inefficienza nel mercato delle criptovalute, dovuta all'alta volatilità e in alcuni casi dai mercati pochi liquidi. Si riscontra inoltre un miglioramento dell'efficienza nelle criptovalute più usate come Bitcoin ed Ethereum.

Conclusione

Questo lavoro ha cercato di approfondire e utilizzare gli studi in letteratura inerenti all'efficienza informativa del mercato. A tal fine, sono state introdotte le varie efficienze, evidenziando il ruolo che ognuno di esse hanno nel rendere un mercato efficiente e perfettamente funzionante. È stata evidenziata, in tal proposito, l'importanza e le implicazioni dell'efficienza informativa. Il principale fattore che caratterizza questo tipo di efficienza riguarda l'aggiustamento immediato dei prezzi, riequilibrandosi immediatamente all'arrivo di nuove informazioni e raggiungono sempre l'equilibrio.

Successivamente, è stato introdotto l'economista Eugene Fama, vero precursore dell'ipotesi di efficienza informativa dei mercati. Riguardo alle sue ricerche, esso ipotizzò tre caratteristiche che doveva possedere il mercato: non vi devono essere costi di transazione sostenuti nello scambio dei titoli, tutte le informazioni sono disponibili e prive di costo per ciascun partecipante al mercato, tutti gli investitori razionali concordano sulle implicazioni delle informazioni correnti dei prezzi di mercato e sulla distribuzione dei prezzi futuri di ogni titolo. Da queste ipotesi, ne discendono tre tipi di efficienza informativa; debole quando è impossibile realizzare profitti sistematici attraverso l'analisi dei rendimenti passati, perché i prezzi osservati sul mercato

riflettono tutta l'informazione contenuta nelle serie storiche. Semi forte si rimodellano immediatamente al giungere di nuove informazioni pubbliche. Forte se vi si riflettono nel prezzo sia le informazioni pubbliche, sia le informazioni in possesso dei privati, possedute dai cosiddetti insider, soggetti che possiedono informazioni maggiori rispetto al mercato. Se l'ipotesi dell'efficienza informativa ha avuto una grande riscontro negli anni, di estrema rilevanza sono state le critiche riguardo alla teoria proposta. In particolare, nello studio è stata evidenziata l'importanza della finanza comportamentale nel minare l'efficienza di mercato, lasciando ancora aperti i dibattiti e gli studi in merito. Dall'efficienza del mercato il focus dell'elaborato è passato alla criptovaluta Bitcoin. Per evidenziare l'importanza che essa ha avuto nella nuova forma di economia digitale è stata raccontata, includendo le variazioni dei prezzi negli anni con i rispettivi avvenimenti, l'intera storia da quando essa è nata fino ai giorni nostri, evidenziando come molte società stiano intraprendendo l'uso della criptovaluta e di come persone di spicco nello scenario economico invitando gli investitori nel porre attenzione a questa nuova forma di investimento. Infine, lo studio ha proposto un'analisi più attenta dell'efficienza di mercato, approfondendo lo studio di Eugene Fama "The behavior of stock- market prices". In merito, sono state riportate le analisi sull'ipotesi di random walk dei prezzi e le verifiche condotte negli anni sui tre tipi di efficienza enunciati precedentemente. Infine, nello studio sono riportate tra le principali ricerche condotte in merito alla verifica dell'efficienza del mercato delle cripto ed in particolare su Bitcoin. Iniziando da Urquhart, gli studi in merito si sono susseguiti, sottolineando come non vi sia ancora un parere univoco, cambiando in base al periodo e agli strumenti utilizzati, verificando inoltre come alcuni fattori come la long-memory e la liquidità influiscano sull'efficienza del mercato delle criptovalute. Dall'analisi riportate, si è giunti alla conclusione che, essendo il mondo cripto un mercato ancora poco esplorato, si dovranno condurre maggiori studi e verifiche in merito, ma

la maggior parte dei ricercatori concordano che più aumenta l'interesse e gli investitori istituzionali nel mercato, più esso diventa efficiente.

Bibliografia

1. Amato M, Fantacci L (2018). Per un pugno di Bitcoin, rischi e opportunità delle monete virtuali, Egea, Milano, p 138,139,140.
2. Basu S (1977), “Investment performance of common stocks in relation to their price-earnings ratios: a test of the efficient market hypothesis”, in *The Journal Of Finance*, Vol.32, p 663-682.
3. Cheah Eng-Tuck, Mishra T, Parhi M, Zhang Z (2018), “Long Memory Interdependency and Inefficiency in Bitcoin Markets”, in *Economics Letters*.
4. Crosby M, Nachiappan, Pattanayak P, Verma S, Kalyanaraman V (2016), “BlockChain Technology: Beyond Bitcoin”, in *Theoretical Economics Letters*, Vol 9.
5. Cross F (1973), “The behaviour of stock prices on Friday and Monday”, in Taylor & Francis.
6. Dimons E (1979), “Risk Measurement When Shares Are Subject to Infrequent Trading”, in *Journal Of Financial Economics*.
7. Fama E (1965), “The Behavior of stock-market prices”, in *The Journal Of Business*, Vol 38, p 34-105.
8. Fama E (1970), “Efficient capital markets: A Review of the Theory and Empirical work” in *Journal Of Finance*.
9. Fama E (1991), “Efficient capital Markets: A Review of Theory and Empirical work II”, in *Journal Of Finance*.
10. Fama E, Fisher L, Jensen C. M, Roll R (1969), “The Adjustment of Stock Prices To New Information”, in *International Economic Review*, Vol 10, p1-21.
11. Fauci, Riccardo, Vilfredo, Pareto (2009), “Verso una teoria integrata dei fenomeni economico-sociali?”, SPE, Storia del pensiero economico. Fascicolo 1

12. French K (1980), "Stock returns and week-end effect", in *Journal Of Financial Economics*, p 55-69.
13. Granger W. J. C, Morgenstern O (1962), "Spectral analysis of New York stock market prices".
14. Garavaglia R (2018), *Tutto su Blockchain, capire la tecnologia e le nuove opportunità*, in Hoepli Editore, p 58.
15. Grover P, Kar P.A, Ilavarasan V (2018), "Blockchain for Businesses: A Systematic Literature Review"
16. Grunspan C, Ricardo Pérez-Marco (2020), "The mathematics of Bitcoin", in *Newsletter of the European Mathematical Society*, Vol.115, p.31-37
17. Ittay Eyal , Emin Gün Sirer (2013), "Majority is not Enough: Bitcoin Mining is Vulnerable".
18. Jaffe F. J (1974), "Special Information and Insider Trading", *The Journal of Business*, Vol 47, p. 410-428
19. Kahnem D. e Tversky A (1979), "Prospect theory: an anlysis of decision under risk", in *Econometrica*, Vol 47, p. 263-292.
20. Kahneman D (2011), *Thinking fast and slow*, in Farrar, Straus and Giroux, New York.
21. Kaiser B, Jurado M, Ledger A (2018), "The Looming Threat of China: An Analysis of Chinese Influence on Bitcoin".
22. Keown A, Pinkerton J (1981). "Merger announcements and insider trading activity", in *Journal of Finance*, Vol. 36, p. 855-869.
23. Latham M (1986), "Information efficiency and Information Subsets", in *Journal of Finance*, Vol. 41, p. 39-52.
24. Lemme G, Peluso S (2016), *Criptomoneta e distacco dalla moneta legale: il caso bitcoin*, in *Rivista in diritto bancario*.
25. Lennant A (2021), "How Elon Musk's Twitter activity moves cryptocurrency markets."

26. Luther J.W (2016), “Bitcoin and the Future of Digital Payments”, in The Independent Review.
27. Luther J.W, Olson J (2013), “Bitcoin is memory”, in Consumer Law eJournal
28. M. Macdonald, L. Liu Thorrold, R. Julien (2017), The Blockchain: “A Comparison of Platforms and Their Uses Beyond Bitcoin”.
29. Mike Dash (2013), La febbre dei tulipani, in BUR, Milano.
30. Nadarajah S, Chu On J (2017), “The inefficiency of Bitcoin”, in Economics letters, Vol 150, p 6-9.
31. Osborne M.F (1962), “Periodic structure in the Brownian motion of stock prices”.
32. Pedale C (2019), Breve storia delle criptovalute, dalla nascita di una idea ai giorni nostri. p 20-47-48-49-63-64
33. Reingaum R. M (1981), “Abnormal Returns in Small Firms Portfolios”, in Financial Analysts Journal, Vol 37, p 52-56.
34. Rozeff M, S (1974), “Money and stock prices”, in Journal of financial economics, Vol 1, p 245-302.
35. Satoshi Nakamoto, “Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System”, in metzdowd.com.
36. Selmi R, Tiwari K.A, Hammoudeh S (2018), “Efficiency or speculation? A dynamic analysis of the Bitcoin market” in Economics Bulletin, Vol 38.
37. Shleifer A, Summers H.L (1990), “The noise trader approach to finance”, in Journal of Economic Perspectives, Vol 4, p 19-33.
38. Spera G (2020), “All’interno della blockchain”.
39. Thomas Conlon, Richard McGee (2020), “Safe haven or risky hazard? Bitcoin during the Covid-19 bear market”, in Finance Research Letters, Vol 35.

40. Urquhart A (2016), “The inefficiency of Bitcoin”, in *Economics Letters*, Vol 148, p 80-82.
41. Vaciago G, Verga G (1995), *Efficienza e stabilità dei mercati finanziari*, Il Mulino.
42. Vidal-Tomás D, Ibañez A (2018), “Semi-strong efficiency of Bitcoin”, in *Finance Research Letters*, Vol 27, p 259-265.
43. Wei Wang Chun (2018) “Liquidity and market efficiency in cryptocurrencies”, in *Economics Letters*, Vol 168, p 21-24.
44. White R, Marinakis Y, Islam N, Walsh S (2020), “Is Bitcoin a currency, a technology-based product, or something else?”, in *Technological Forecasting & Social Change*, Vol 151.
45. Zheng-Zheng Li, Ran Tao, Chi-Wei Su (2019), “Does Bitcoin bubble burst?”, in *Quality&Quantity*, p 91-105.

Sitografia

1. <https://www.treccani.it/enciclopedia/economia-comportamentale>
2. Associazione nazionale enciclopedia della banca e della borsa.
3. <https://www.consob.it/web/investor-education/la-bolla-dei-tulipani1>
4. <https://www.consob.it/web/investor-education/il-baratto>
5. <https://d.docs.live.net/0ebedf220e759c18/Desktop/2009110CE.pdf>
6. <https://www.ecb.europa.eu/explainers/tell-me/html/what-is-bitcoin.it.html>
7. https://www.ecb.europa.eu/paym/digital_euro/report/html/index.it.html
8. https://www.ecb.europa.eu/paym/digital_euro/report/html/index.it.html
9. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
10. <https://www.blockchain.com/btc/tx/4a5e1e4baab89f3a32518a88c31bc87f618f76673e2cc77ab2127b7afdeda33b>
11. <https://cryptonomist.ch/2021/01/11/bitcoin-anniversario-primatransazione>
12. <https://bitcoin.org/it/comunita>
13. <https://coinmarketcap.com/currencies/bitcoin/>
14. <https://coinmarketcap.com/it/currencies/bitcoin/>
15. <https://twitter.com/elonmusk/status>
16. https://it.bitcoinwiki.org/wiki/Indirizzo_Bitcoin
46. <https://www.paypal.com/us/smarthelp/article/cryptocurrency-on-paypal-faq-faq4398?app=searchAutoComplete>

