



Università
Ca' Foscari
Venezia

Corso di Laurea
magistrale
in Economia e Finanza

Tesi di Laurea

Limiti Arbitraggio Bitcoin

Relatrice / Relatore

Ch. Prof. Lorian Pelizzon

Laureanda/o

Rej Memushaj

Matricola 873194

Anno Accademico

2019 / 2020

INDICE

Introduzione.....	4
Capitolo 1: Cosa sono i Bitcoin?	7
1.1 Mining.....	7
1.2 Il prezzo Bitcoin.....	9
1.3 Le transazioni.....	11
Capitolo 2: Arbitraggio	13
2.1 Exchange.....	16
2.2 Simple Arbitrage Pair	18
Capitolo 3: I rischi.....	22
3.1 Volatilità.....	22
3.2 Liquidità	25
3.3 Illiquidità	29
3.4 Manipolazione mercato Gemini.....	32
3.5 Rapporto volatilità spread	34
3.6 Regressione dei rendimenti.....	38
3.7 Latenza della Blockchain	45
3.8 Value at risk	49
Capitolo 4: Limiti Arbitraggio	52
4.1 Fees	52

<i>4.2 Prova applicata</i>	57
<i>4.2.1 Coinbase low Gemini high: Transazione lenta</i>	58
<i>4.2.2 Coinbase low Gemini high: Transazione veloce</i>	60
<i>4.2.3 Coinbase low Gemini high: Taker fees</i>	62
<i>4.2.4 Gemini low Coinbase high: Transazione lenta</i>	64
<i>4.2.5 Gemini low Coinbase high: Transazione veloce</i>	67
<i>4.2.6 Gemini low Coinbase high: Taker fees</i>	69
<i>4.3 Bande di non arbitraggio</i>	72
CONCLUSIONE	77
RIFERIMENTI	79
SITOGRAFIA	80

Introduzione

In questo elaborato saranno evidenziati i limiti di un arbitraggio eseguito sulla cripto valuta Bitcoin. I limiti sono dovuti al processo di transazione e al tempo richiesto per il trasferimento degli asset tra mercati in cui nessun operatore interviene e garantisce il regolamento immediato, nonché le commissioni di transazione degli asset. Una caratteristica di questi mercati è la presenza di differenze di prezzo consistenti nel tempo tra le diverse piattaforme. Il punto fondamentale è se questo spread tra i prezzi sia dovuto alla “presenza di opportunità di arbitraggio oppure a frizioni sul mercato come ad esempio la latenza”¹.

Se è possibile il trasferimento istantaneo di un Bitcoin tra due Exchange², il prezzo bid di un mercato che supera il prezzo ask dell’altro, implica un profitto senza rischio. Tuttavia, sono molti i fattori da tenere in considerazione in tali operazioni. È necessario pagare una commissione per ogni passaggio, dal deposito e transazione fino al cash-out. Quando si inizia un’attività di arbitraggio è utile verificare che le fees necessarie alla realizzazione dell’operazione non eliminino l’eventuale profitto. Un altro fattore è la latenza, ossia il tempo richiesto per eseguire l’operazione. La latenza si distingue tra latenza di esecuzione, ossia l’intervallo di tempo tra l’invio dell’ordine e l’inserimento nell’order book e la latenza di regolamento, vale a dire il tempo totale necessario per il trasferimento legale della cripto valuta.

L’arbitraggio si basa su un trasferimento istantaneo tuttavia, si risconterà come nella realtà questo non avvenga. A differenza di quanto succede nei mercati tradizionali, il trader non dispone della sua posizione prima che il trasferimento venga confermato nella Blockchain. Si andrà ad analizzare il tempo richiesto per ogni passaggio: il deposito può richiedere da alcuni minuti fino a 3-5 giorni a seconda del paese di provenienza e del metodo di pagamento; il tempo delle transazioni varia tra pochi minuti fino a diverse ore, a seconda del volumi di scambi e delle commissioni che si è disposti a pagare. Infine, c’è da considerare il tempo per il trasferimento del

¹ Hautsch Scheuch Voigt, Limits to Arbitrage in Markets with Stochastic Settlement Latency

² Gli Exchange sono i mercati in cui avvengono gli scambi di cripto valute in cambio di una commissione

Bitcoin tra i due Exchange. I trader quindi possono affrontare tempi di attesa incerti durante l'operazione che gli espone a numerosi rischi. Si vedrà quanto incide il fattore tempo nell'arbitraggio dato che il Bitcoin è caratterizzato da un'elevata volatilità: le quotazioni della cripto valuta tendono a oscillare fortemente nel tempo. Quando il trasferimento richiede un determinato lasso di tempo, si evidenzia il rischio che il prezzo possa variare nel secondo mercato. La latenza infatti aumenta il rischio per i trader di movimenti del prezzo avversi nel mercato di vendita. Se il tempo per trasferire il Bitcoin tra le due piattaforme è elevato, quindi alta latenza, il trader si assume il rischio che il prezzo possa diminuire nel mercato di vendita andando ad eliminare l'eventuale profitto realizzabile al netto delle commissioni. Commissioni e latenza implicano perciò dei limiti all'arbitraggio sul Bitcoin: al di sotto di questi limiti, molti trader si astengono dall'accogliere le opportunità presenti sul mercato.

Capitolo 1: Cosa sono i Bitcoin?

Il Bitcoin è una moneta digitale diffusa dal suo sviluppatore Satoshi Nakamoto nel gennaio 2009. Si tratta di un sistema non centralizzato che si avvale di una tecnologia peer to peer³ per eseguire le transazioni. È una moneta virtuale che non viene emessa dalle banche. Al contrario delle valute tradizionali, la cripto valuta è creata e scambiata tramite un sistema decentralizzato definito Blockchain: non si servono di banche o intermediari, non sono legati ad un determinato paese e non sono soggetti a restrizioni governative. Due utenti possono eseguire un'operazione ovunque senza il bisogno di ricorrere ad una banca o altri intermediari. La decentralizzazione è un punto di forza del Bitcoin in quanto ne migliora l'efficienza: la Blockchain offre la possibilità di diventare uno dei processori di pagamento. Ciò permette una transazione tra utenti senza utilizzo di intermediari. Invece di far affidamento a parti terze, questo sistema utilizza la crittografia per elaborare l'insieme di dati delle transazioni. In questo modo è possibile effettuare un pagamento senza il controllo e gli eventuali costi di un'autorità centrale. La cripto valuta è conservata in un portafoglio digitale definito *wallet*⁴ situato in un personal computer. La Blockchain è il sistema di blocchi in cui resta traccia di tutte le transazioni eseguite. Una volta che le transazioni entrano nella Blockchain sono irreversibili.

1.1 Mining

La cripto valuta utilizza una tecnologia peer to peer per migliorare e rendere più efficienti i pagamenti. Un ruolo fondamentale viene svolto dai minatori che rilasciano nuovi bitcoin e registrano le transazioni in cambio di premi e commissioni. Il sistema Bitcoin è stato costruito con un limite massimo di bitcoin pari a 21 milioni che dovrebbero essere creati entro il 2040; oggi troviamo in circolazione circa 18.4 milioni⁵ (pari al 87.673% del totale), con circa 900 Bitcoin ogni giorno. Questo

³ P2P è un sistema digitale che permette agli user di interagire direttamente tra di loro senza l'intermediazione di parti terze attraverso l'utilizzo della crittografia.

⁴ Per wallet intendiamo il portafoglio digitale in cui vengono tenute le cripto valute. Attraverso il wallet i Bitcoin vengono ricevuti, inviati, archiviati o convertiti in moneta tradizionale.

⁵ Fonte: Buy Bitcoin Worldwide.

significa che ci sono circa 2.5 milioni di Bitcoin ancora da scoprire. Il processo tramite il quale vi è il rilascio della cripto valuta in circolazione è definito *mining*: per trovare i bitcoin si utilizzano computer molto potenti che richiedono complessi algoritmi. Per scoprire un nuovo blocco, che si andrà ad aggiungere alla Blockchain, si devono risolvere dei puzzle computazionali molto complessi. Per aggiungere un blocco alla Blockchain i minatori ricevono una commissione sotto forma di bitcoin; la commissione si dimezza ogni 210.000 blocchi. Il sistema crea nuove monete ad un tasso decrescente nel tempo. La commissione per risolvere un blocco si dimezza ogni 4 anni mentre la difficoltà aumenta con il tempo⁶. Quando si raggiungerà il limite massimo, saranno le commissioni di transazione i nuovi incentivi per i minatori. La grande diffusione che la cripto valuta ha avuto negli ultimi anni ha comportato la creazione di un numero sempre più alto di bitcoin e una maggior difficoltà nella fase di *mining* a causa della potenza di calcolo necessaria. A differenza delle valute tradizionali che possono semplicemente essere stampate, in questo caso vengono utilizzati complessi algoritmi. Il sistema dei software viene impostato in modo da premiare i minatori che forniscono la potenza per verificare le transazioni. Oggi la difficoltà di estrazione è pari 12 trilioni, quando alla fine del 2009 era quasi nulla. Se all'inizio della diffusione era sufficiente un normale computer, oggi la difficoltà di estrazione comporta l'utilizzo di hardware complessi come i ASIC (Application-Specific Integrated Circuit)⁷. Il sistema delle transazioni è molto complesso: ogni user ha due chiavi, una pubblica ed una privata. La chiave pubblica rappresenta l'indirizzo Bitcoin tramite il quale si invia e si riceve moneta, mentre la chiave privata permette di autenticare la transazione. Le chiavi servono per accedere agli indirizzi, firmare le transazioni e autorizzarle.

Se la chiave privata deve rimanere tale per non permettere a terzi di accedere ai nostri fondi, la chiave pubblica invece deve essere di dominio pubblico per permettere la trasmissione dei bitcoin. Il sistema tiene traccia di ogni transazione, "quando si trasferisce bitcoin, non si trasferisce il bitcoin stesso ma piuttosto la sua

⁶ I blocchi vengono aggiunti ogni 10 minuti quindi si tratta di circa 144 al giorno, perciò se il dimezzamento della commissione è prevista ogni 210.000 blocchi si tratta di 4 anni.

⁷ Dally W.J. e Black-Schaffer D. (2008), Structured Application-Specific Integrated Circuit Study.

proprietà”⁸. “Per poter funzionare è richiesto il consenso di tutti gli utenti della rete, in tale modo non è possibile forzare il cambiamento di un protocollo senza rompere la compatibilità con il resto della rete”⁹. Non sarà possibile modificare il protocollo senza avere il pieno accordo tra gli utenti e sviluppatori Bitcoin. Ogni blocco della Blockchain fa riferimento ai precedenti, in tale modo rende impossibile l’inversione delle transazioni precedenti. Non sarà quindi possibile manipolare un blocco dopo che altri blocchi vengono aggiunti poiché la modifica richiederà il ricalcolo di tutti i blocchi successivi. Nell’esecuzione delle transazioni vi è un ritardo di 10 minuti per la conferma del blocco. Questo è dovuto al ritardo di 10 minuti necessario per creare un nuovo blocco da aggiungere alla Blockchain. In media si attendono 6 conferme quindi un ora di attesa ma ogni soggetto può decidere liberamente quanto tempo attendere per la conferma. Le operazioni sono trasparenti e disponibili al pubblico ed una transazione non termina fin quando tutto il sistema è d’accordo. Una volta completata, l’operazione è irreversibile. Per rendere identificabile ogni transazione si crea un codice unico basato sulle informazioni della cripto. Tale operazione viene definita *hashing*¹⁰. Il termine indica un algoritmo attraverso il quale otteniamo da un insieme di dati, un messaggio in una stringa binaria con lunghezza fissa.

1.2 Il prezzo Bitcoin

Il Bitcoin è caratterizzato da una volatilità molto elevata: il prezzo può aumentare o diminuire anche in un periodo di tempo molto breve. Nel 2017 il prezzo salì da \$1000 a \$19000. All’inizio del 2019 il prezzo era \$3500 per ritornare nel mese di giugno a sfiorare i \$13000. La quotazione dei Bitcoin ha avuto variazioni elevate. Il prezzo corrente è di 8665,30\$¹¹. Il grafico riportato di seguito evidenzia come il prezzo del Bitcoin a partire dal 2017 abbia subito evidenti oscillazioni, rispetto ad un qualsiasi altro asset finanziario. Il prezzo della criptovaluta è stabilito dalla domanda e dall’offerta: il continuo aumentare e diminuire di domanda e offerta incide sulla

⁸ Francois Velde 2013, Bitcoin - A Primer, Chicago Fed Letter.

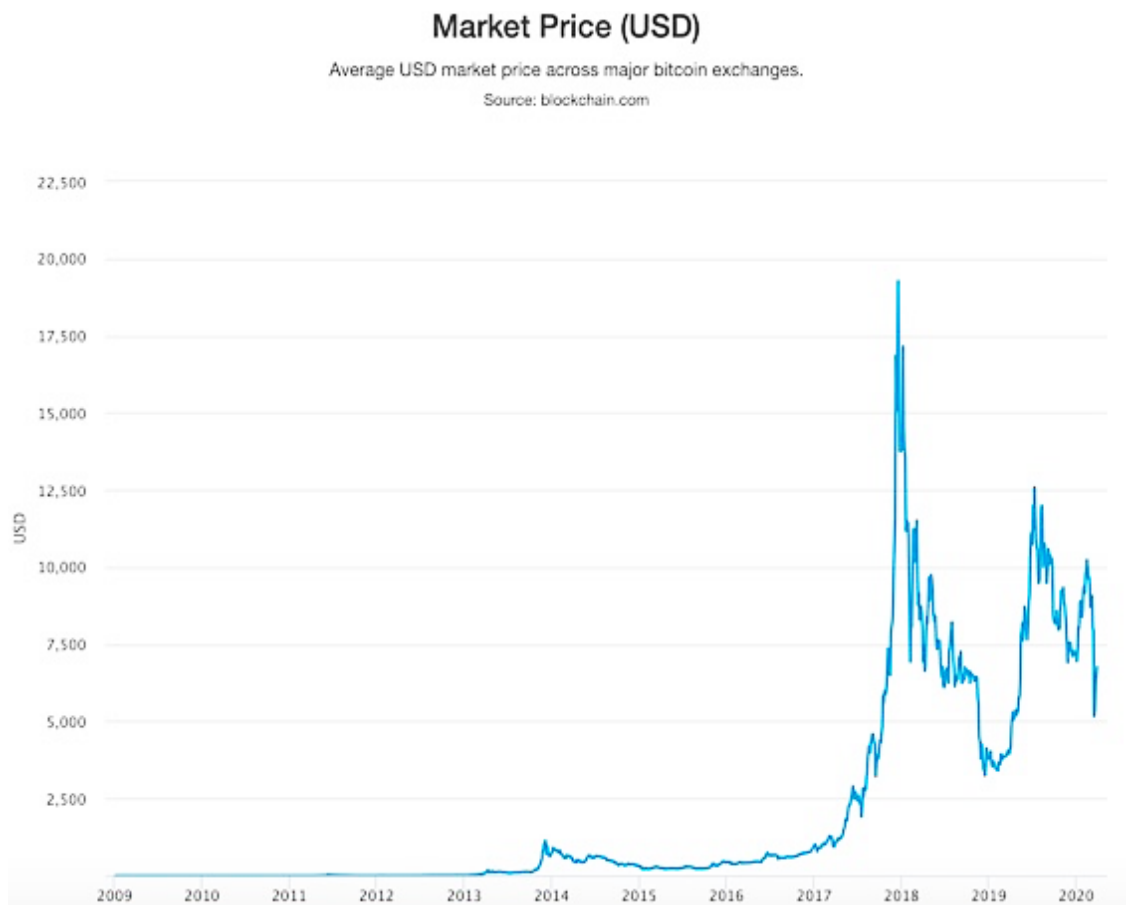
⁹ Nakamoto 2008, Bitcoin: P2P Electronic Cash System

¹⁰ Bitcoin utilizza l’algoritmo Sha-256

¹¹ Fonte: Blockchain.info, 27 febbraio 2020

volatilità del prezzo. Questo è dovuto alla mancanza di un'autorità centrale che mantiene il prezzo stabile tramite l'offerta. Poiché non si conosce il vero valore del bitcoin, a causa del mercato ancora giovane e dei dubbi sul suo impiego come strumento di pagamento, il suo prezzo tende a salire e scendere in brevi archi temporali. La volatilità storica del Bitcoin è circa del 140% e di gran lunga superiore a quella di valute tradizionali come l'euro o beni rifugio come l'oro. Questo ci indica la rischiosità di investimenti in Bitcoin.

Figura 1 Il grafico mostra la quotazione USD del Bitcoin nei maggiori Exchange. Fonte: Blockchain.info



L'offerta di bitcoin è inelastica¹², cioè non subisce variazioni al variare della domanda: questo indica che le crypto in circolazione aumentano nel corso del tempo ma indipendentemente dalle cause che muovono la domanda in quanto il sistema prevede che entro il 2040 il numero massimo di bitcoin sia pari a 21 milioni.

¹² Goorha P. (2019), Principles of Bitcoin Supply, Demand & Price.

La domanda di bitcoin invece è elastica: le variazioni del prezzo sono dovute alla domanda. I fattori che incidono sulla domanda sono molteplici. Le notizie hanno un ruolo fondamentale: la diffusione di informazioni negative, come in caso di furti, aumenta l'incertezza degli utenti facendo crollare la domanda. Parimenti, la notizia di grandi investimenti da parte di investitori famosi tende ad aumentare la sua diffusione e quindi la domanda. All'aumentare dell'interesse degli utenti per la criptovaluta tende ad aumentare anche il prezzo dovuto all'aumento della domanda.

1.3 Le transazioni

Figura 2 Il grafico mostra il ricavo ottenuto dai miners diviso per il numero di transazioni. Fonte: Blockchain.info



Un altro punto di forza di questo sistema è rappresentato dalle spese di transazione. Teoricamente la cripto valuta dovrebbe ridurre i costi di transazione rispetto agli strumenti tradizionali. La commissione dipende dallo spazio occupato

dall'operazione, dalla quotazione del bitcoin e dal volume di scambi nella Blockchain. Per questi motivi le fees non sono fisse ma tendono ad aumentare in determinati periodi. Ad aumentare della quotazione e dei volumi scambiati, a partire dal 2017 le commissioni sono aumentate esponenzialmente. Diversamente da quanto accade nei pagamenti bancari, le commissioni non cambiano dalla posizione geografica degli user. Le commissioni risultano più economiche rispetto ai trasferimenti bancari: la Bank of America evidenzia che le transazioni internazionali possono arrivare fino a \$35 mentre le commissioni medie del bitcoin sono pari a \$23,76¹³. Bitcoin garantisce anche l'anonimato, tuttavia molti intermediari hanno adottato la politica del *Know Your Customer*¹⁴. Gli Exchange esigono dai clienti informazioni identificative per poter accedere alle piattaforme e acquistare. Si tratta di un processo attraverso il quale gli intermediari riescono ad identificare gli utenti aumentando la sicurezza della piattaforma. La legge impone a queste piattaforme obblighi di identificazione dei clienti per impedire atti illeciti come il riciclaggio di denaro. Gli Exchange impongono la compilazione di determinate documentazioni in modo da verificare l'identità dell'utente. Per spingere gli utenti a fornire informazioni, gli Exchange impongono varie restrizioni come limitazione nei depositi, ritiri o volumi di scambi. Tuttavia, questa politica permette ai trader di ottenere una compensazione nel caso in cui si perda denaro nella transazione. La politica del KYC è costituita in tre fasi: identificazione, verifica e autenticazione. L'identificazione consiste nella presentazione di documenti sulla propria identità; la verifica è costituita dal controllo dei documenti forniti; l'autenticazione consiste nella conferma delle informazioni fornite.

Tra i vantaggi che un sistema come quello delle cripto valute comporta vi sono i minori costi data l'eliminazione degli intermediari. I tempi di conferma si apprestano ad una media di 10 minuti, riducendo l'attesa rispetto a strumenti tradizionali, indipendentemente dalla distanza tra gli user. Gli svantaggi si collegano all'elevata volatilità del prezzo e ai rischi che tale sistema comporta.

¹³ Bitinfocharts.com, 27 febbraio 2020

¹⁴ Kapsoulis N. Psychas A. Palaiokrassas G. Marinakis A. Litke A. Varvarigou T. (2020), KYC Implementation with Smart Contracts on a Privacy-Oriented Decentralized Architecture.

Capitolo 2: Arbitraggio

“Per opportunità di arbitraggio intendiamo un’operazione finanziaria che consente di ottenere un profitto certo, senza investimenti netti né assumere alcun rischio”¹⁵. L’arbitraggio consiste nel trovare un asset negoziabile a prezzi differenti in diversi mercati. Si acquista in un mercato e si vende in un altro approfittando della differenza di prezzo. È considerato come un’operazione risk-free o molto vicina ad esserlo. Per tale motivo è molto difficile individuare un’opportunità nei mercati tradizionali. Si tratta di operazioni eseguite da sistemi automatizzati e non da trader Retail. Nel mondo del Bitcoin esistono più di 200 Exchange con una larga distribuzione dei prezzi dovuta a squilibri nella domanda e offerta, inoltre il rilevamento dei prezzi viene effettuato separatamente per ognuno di essi. I grandi mercati dotati di liquidità guidano il prezzo, mentre gli Exchange più piccoli li seguono anche se non immediatamente; molto spesso le piattaforme più piccole captano più lentamente l’andamento del prezzo. È qui che nascono le opportunità di arbitraggio. Nel mondo delle cripto valute esistono diverse tipologie di arbitraggio:

- *Fiat Triangular Arbitrage*: si realizza con 2 coppie di asset, consideriamo BTC/USD e BTC/KRW; si compra BTC per un valore pari a 10,000 USD, si sposta il Bitcoin in un Exchange Coreano e lo vendiamo a 12 milioni KRW (per un valore di 10,500 USD). Convertiamo in seguito KRW in USD ottenendo un profitto di \$500;
- *Crypto Triangular Arbitrage*: consiste in un arbitraggio triangolare effettuato in un unico Exchange includendo 3 differenti cripto valute; consideriamo ETH/BTC, ETH/LTC e LTC/BTC. Quando i rapporti tra le cripto hanno differenti prezzi in USD, possiamo effettuare un arbitraggio;
- *Convergence Arbitrage*: questa tipologia di arbitraggio si basa sull’idea che i prezzi convergeranno. Si compra dove l’asset è sottovalutato e assumiamo

¹⁵ Corsaro S. (2008): “titoli obbligazionari”

una posizione short nell'Exchange in cui è sopravvalutato. Questa tipologia è la meno diffusa poiché non tutti gli Exchange di cripto permettono lo *short selling*. Acquistiamo BTC in Coinbase a \$11,000 ed assumiamo una posizione short in Kraken dove il BTC è quotato a \$11,500. Quando il prezzo convergerà, realizzeremo un profitto di \$500;

- *Cash and Carry Arbitrage*: questa operazione viene svolta nei futures markets; teoricamente si assume una posizione lunga nei mercati a pronti e una posizione corta nei mercati future. Portiamo l'asset fino alla scadenza del future e lo regoliamo con la nostra posizione lunga. In questo modo incassiamo la differenza quando si consegna l'asset. La strategia viene usata poiché nel mondo delle cripto non ci sono *carrying cost*, semplicemente si tiene la cripto valuta nel proprio portafoglio e lo si consegna quando il future scade. Se il prezzo del future del BTC in CME è di \$7,100, nello stesso momento in Binance il prezzo è \$7,000. Comprando in Binance, *shortiamo* in CME ed a scadenza consegniamo l'asset ottenendo un profitto di \$100.

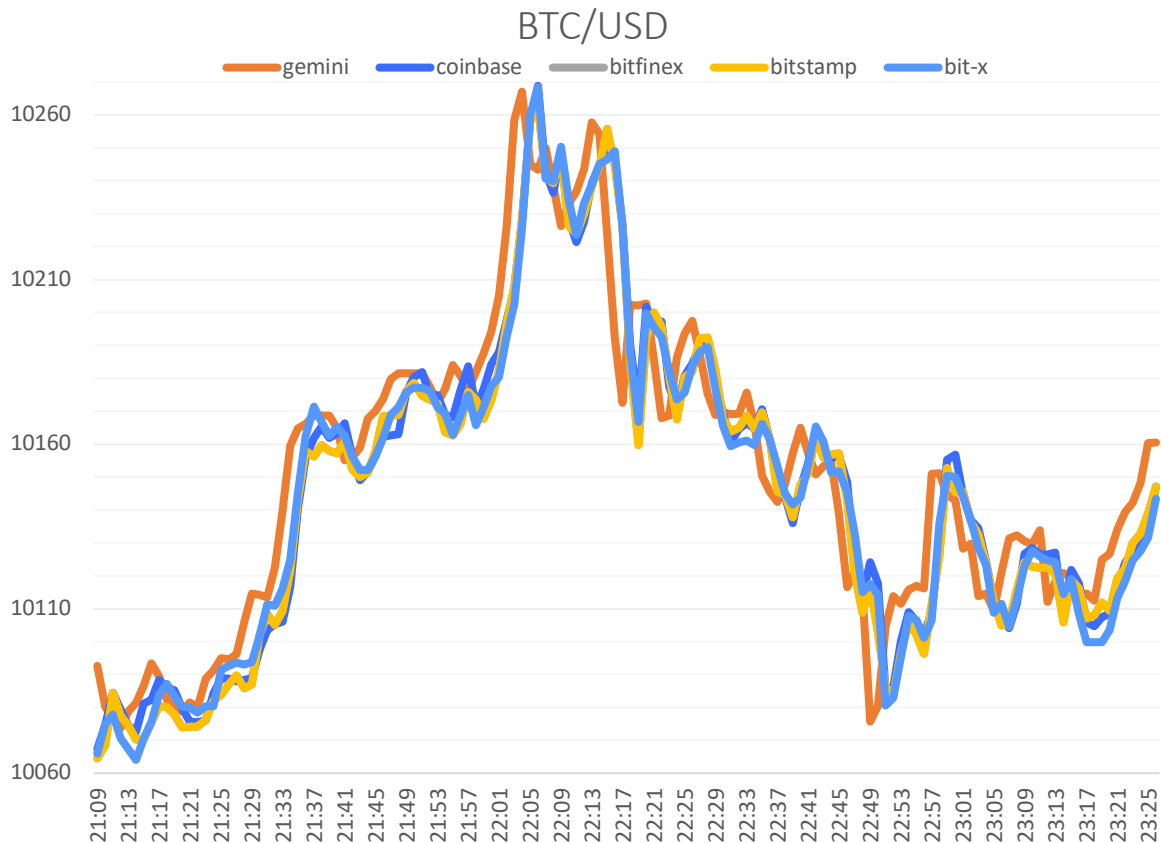
In questo elaborato tuttavia, abbiamo utilizzato il *Simple Arbitrage* che consiste “nell'acquistare un asset in un determinato mercato, per poi rivenderlo in un altro, in cui tale asset è scambiabile, generando così un profitto sfruttando la differenza di prezzo fra i due mercati, senza alcun rischio per l'investitore che la pone in essere”¹⁶. Si effettuano due operazioni di segno opposto nello stesso istante utilizzando lo stesso asset finanziario, che generano un profitto dovuto allo spread tra i prezzi. Risulta necessario che l'asset sia scambiato in più mercati ed a prezzi differenti. Per poter eseguire un arbitraggio, i costi di transazione per spostare l'asset tra i due mercati devono essere inferiori al profitto generato dall'operazione.

Diversamente dalla speculazione, ad esempio la vendita allo scoperto, nella quale si genera il profitto nel tempo grazie ad una variazione del prezzo, nell'arbitraggio il profitto si genera grazie al fattore spazio: si compra nel mercato in cui l'asset ha un

¹⁶ Borsaitaliana.it

prezzo basso e si rivende in un mercato dove il prezzo è più alto. L'arbitraggio sfrutta l'effetto spazio mentre la speculazione l'effetto tempo.

Figura 3 Il grafico mostra le quotazioni USD del Bitcoin evidenziando differenze di prezzo consistenti nel tempo tra le maggiori piattaforme.



Ma quali fattori incidono sull'arbitraggio dei Bitcoin? Un primo fattore è la diversa liquidità tra gli Exchange: ogni intermediario ha un proprio order book con una diversa liquidità, ossia la facilità con cui il Bitcoin può essere convertito in denaro. Se si acquista in un mercato con order book sparso si paga un prezzo più elevato: quando si comprano gli ordini più piccoli, in seguito si deve andare più a fondo nel order book per riempire il resto degli ordini aumentando in questo modo i costi. Gli intermediari caratterizzati da una maggiore liquidità guidano il prezzo di mercato rispetto ad Exchange più piccoli. I mercati con dimensioni più piccole non seguono immediatamente tali prezzi, dando vita ad opportunità di arbitraggio.

Un secondo fattore è quello geografico: la domanda e offerta di Bitcoin sono limitate dai confini nazionali. Se la Corea è rialzista sul Bitcoin, gli USA invece sono più

contenuti: questo comporta un maggior prezzo del BTC nei mercati coreani rispetto a quelli americani.

Gli investitori vedono gli Exchange in modo differente: i mercati possono risultare più o meno affidabili, con costi alti o bassi e tempi di transazione migliori o peggiori. Gli Exchange variano anche per i tempi richiesti per il deposito di moneta fiat o lo spostamento di Bitcoin. Se in alcuni Exchange il deposito di moneta fiat richiede pochi minuti, in altri sono necessari 3-5 giorni. Quindi i mercati con i tempi più lunghi richiederanno tempi più lunghi per raggiungere il sentimento di mercato rispetto a quei mercati con tempi più brevi, creando in questo modo divergenze di prezzo. I tempi elevati di deposito e ritiro rendono difficile capitalizzare l'opportunità di arbitraggio.

2.1 Exchange

Per svolgere il nostro elaborato abbiamo osservato le differenze di prezzo tra differenti Exchange. Non avendo diretto accesso agli order book, abbiamo seguito le notizie sugli scambi: sia interni sui blog aziendali, sia esterni su forum pubblici.

Gli Exchange scelti sono Coinbase, Gemini, Bit-X, Bitfinex, Bitstamp.

Coinbase è uno dei maggiori Exchange con più di 10 milioni di clienti, fondato nel 2012, con sede in California. Garantisce una massima affidabilità e una semplicità d'uso. Offre un servizio di portafoglio dove conservare le valute. Oltre alle maggiori cripto valute come Bitcoin e Ethereum, gestisce altri asset digitali in 32 paesi, facilitando il trading di oltre 50 miliardi di dollari in cripto valuta.

Gemini è un Exchange di cripto valute fondato recentemente dai gemelli Winklevoss nel 2015; è considerato uno degli intermediari più sicuri ed è utilizzato in molti paesi del mondo. Competendo contro altre piattaforme di trading di cripto, permette agli utenti di acquistare e vendere principali cripto valute e di scambiarle tra loro e valute fiat. Ha esteso la sua attività anche in Europa e Asia. Il sistema di pagamento Bitcoin vale più di 400 miliardi di dollari.

Bit-X è una piattaforma globale di trading di cripto valute. Fondata nel 2013, è assicurata con autenticazione utente a due fattori, indirizzi e transazioni multi-firma e certificazioni PCI DSS.

Bitstamp è un Exchange europeo di cripto valute con sede a Lussemburgo. Si tratta di uno dei mercati più diffusi, dato che fu fondato nel 2011 quando la quotazione del Bitcoin era molto bassa. Grazie ad un ambiente intuitivo e coinvolgente per il trading, vanta una base di 3 milioni di trader in tutto il mondo.

Bitfinex è una piattaforma con sede ad Hong Kong fondata nel 2012. Si tratta di un Exchange completo con i principali asset digitali e cripto valute tra cui Bitcoin, Ethereum, EOS, Litecoin, Ripple e molti altri. Non è regolamentato in molti continenti e caratterizzato da commissioni elevate; permette agli utenti un leverage fino al 3,3.

Abbiamo scaricato prezzi, volatilità, volumi e spread bid-ask da “data.bitcoinity.org” per un range che va dal 18/02/2020 ore 19:19:00 fino al 19/02/2020 ore 19:18:00 (dati al minuto). La scelta è ricaduta su Gemini e Coinbase¹⁷ poiché questi due mercati presentavano la maggiore differenza tra il prezzo ask di un mercato e il prezzo bid dell’altro mercato.

Tabella 1 Il grafico mostra le principali caratteristiche dei due Exchange scelti, Fonte: Coincentral.com

	COINBASE	GEMINI
Site Type	<i>Easy Buy/Sell</i>	<i>Crypto Exhcange</i>
Buy Methods	<i>Credit/Debit Card</i>	<i>Bank Transfer</i>
Sell Methods	<i>Paypal, Bank Transfer</i>	<i>Bank Transfer</i>
Available Crypto	<i>Bictoin, Ethereum, Litecoin</i>	<i>Bitcoin, Ethereum</i>
Company Launch	<i>2012</i>	<i>2015</i>
Location	<i>California, USA</i>	<i>New York, USA</i>
Community Trust	<i>Great</i>	<i>Great</i>
Security	<i>Great</i>	<i>Great</i>
Customer Support	<i>Good</i>	<i>Good</i>
Verification Required	<i>Yes</i>	<i>Yes</i>
Fees	<i>Mediun</i>	<i>Low</i>

¹⁷ Le due piattaforme presentano nel tempo la differenza di prezzo medio più alta. Le differenze di prezzo si basano sulla differenza tra il best ask e best bid.

2.2 Simple Arbitrage Pair

L'arbitraggio nel mondo delle cripto valute nasce dal fatto che gli intermediari mostrano prezzi differenti per il bitcoin, dando la possibilità di comprare nei mercati *cheap* e vendere nei mercati *expensive*. La differenza di quotazione si ricava dalla diversità degli Exchange in termini di clienti e delle loro preferenze, oltre che dalla domanda e offerta e quindi dalla diversa liquidità. L'arbitraggio è realizzabile quando "il prezzo bid di un mercato è superiore al prezzo ask dell'altro"¹⁸. Tuttavia, nella realtà le cose non sono così semplici.

Date le diverse tipologie di arbitraggio nel mondo cripto, è stato scelto di analizzare il *Simple Arbitrage* tra differenti Exchange, sfruttando le differenze tra i prezzi. Il processo si può sintetizzare in 5 fasi:

- Registrarsi nei due intermediari;
- Depositare moneta fiat, nel mercato con il prezzo più basso, per poter acquistare BTC;
- Una volta effettuato l'acquisto, trasferire il BTC nel secondo mercato con una quotazione superiore;
- Vendere Bitcoin per moneta fiat;
- Ritirare l'eventuale guadagno.

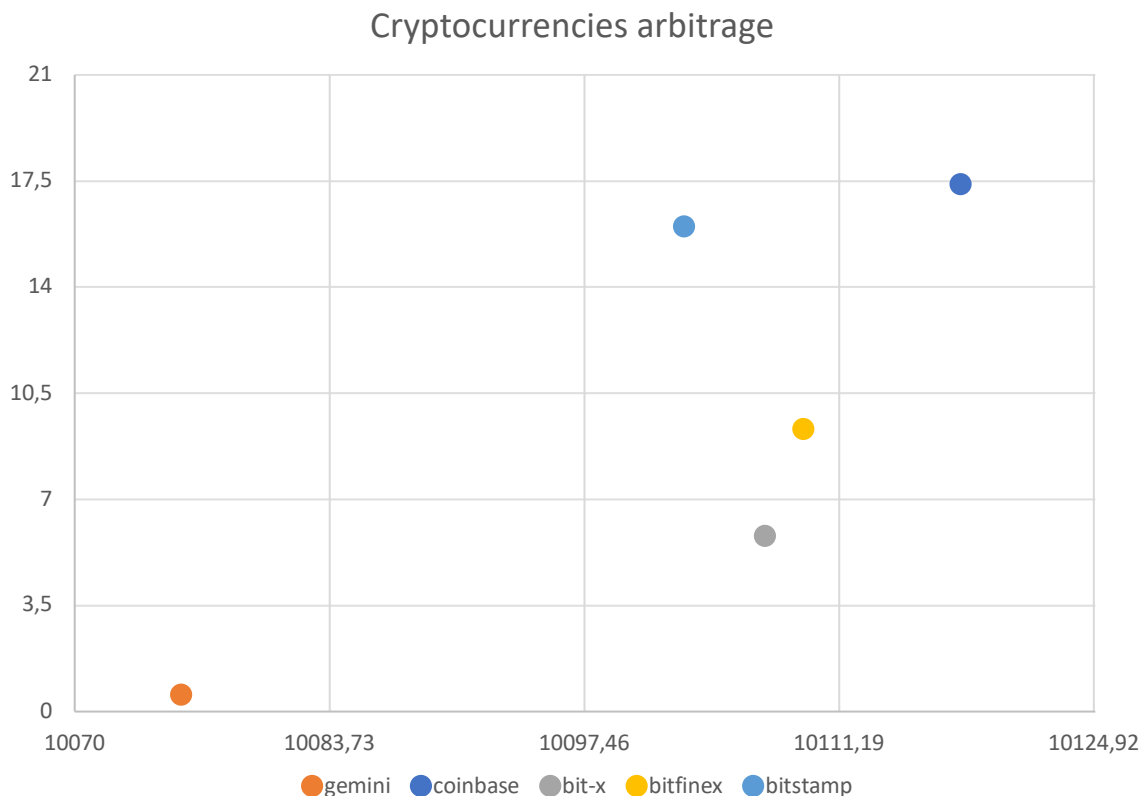
L'opportunità di arbitraggio è dovuta alla differenza di volumi scambiati nelle diverse piattaforme. Exchange con volumi di scambi bassi, hanno una minore liquidità e i prezzi sono più economici; invece un mercato con scambi elevati è caratterizzato da prezzi più alti: acquisto nel primo e vendo nel secondo.

Nel grafico riportato di seguito, viene mostrato un *Simple Cryptocurrency Arbitrage*: un'opportunità di arbitraggio che consiste nel comprare nella piattaforma Gemini al prezzo ask e vendere nella piattaforma Coinbase al prezzo bid. Sull'ascissa viene

¹⁸ Hautsch Scheuch Voigt, Limits to Arbitrage in Markets with Stochastic Settlement Latency.

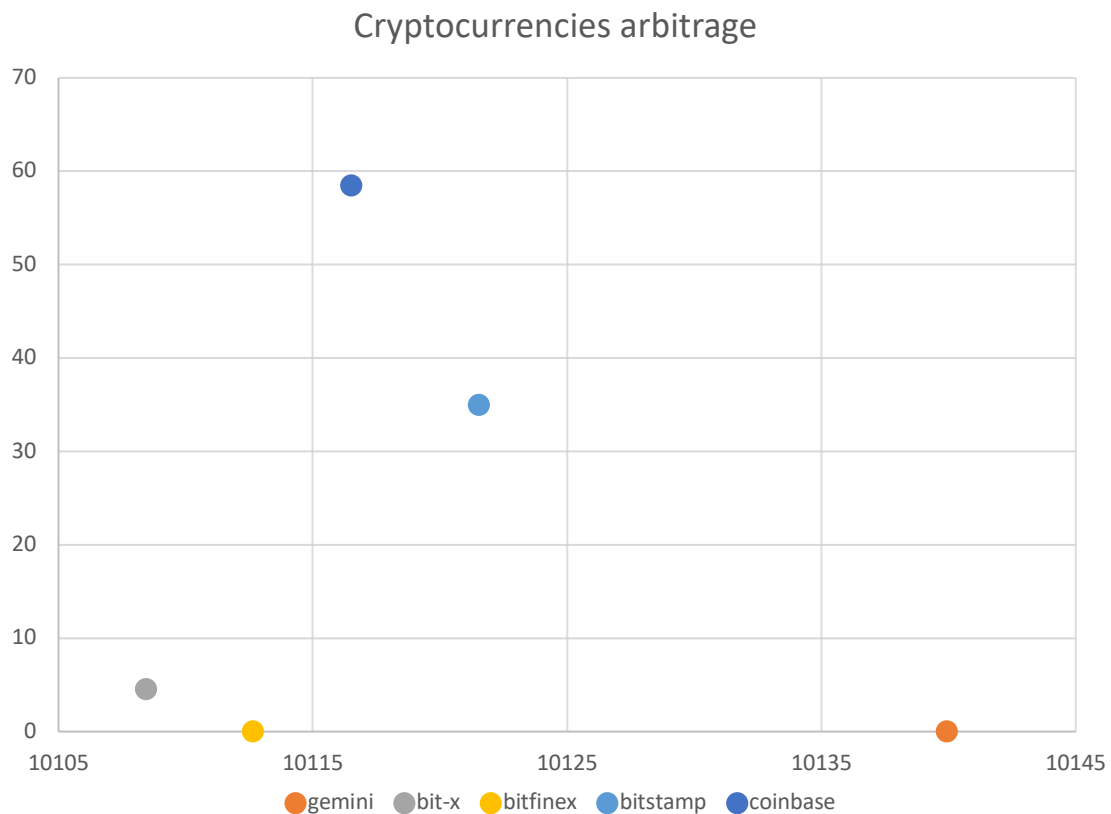
rappresentata la quotazione USD del Bitcoin, mentre nell'ordinata vi sono i volumi scambiati in ogni Exchange. L'opportunità comporterebbe un profitto teorico del 0,4172%, pari a 42,039 \$.

Figura 4 Il grafico rappresenta un Simple Cryptocurrency Arbitrage per individuare un'opportunità di arbitraggio. Acquisto in Gemini, nel mercato con una minore liquidità, ad un prezzo ask inferiore e vendendo in Coinbase, il mercato con maggiori volumi di scambio, ad un prezzo bid superiore.



Tuttavia, esiste anche la possibilità di un arbitraggio nella direzione opposta: comprare in un mercato di grandi dimensioni e vendere in uno con minor volumi di scambi (si vedano nel paragrafo 3.4 i motivi). La grande diffusione del trading di Bitcoin ha comportato un aumento dei volumi scambiati; gli scambi non sono collegati ed un volume basso in determinati intermediari può indicare che il prezzo non si adegui immediatamente. Questo è dovuto al fatto che tali Exchange sono disgiunti e la trasmissione di informazioni tra essi è più lenta. Riportiamo di seguito il grafico con un'opportunità di guadagno, in un momento differente rispetto al precedente, comprando Bitcoin in Coinbase al prezzo ask e vendendo in Gemini al prezzo bid, ottenendo un profitto teorico dello 0,2315%, pari a 23,417 \$.

Figura 5 Il grafico rappresenta un *Simple Cryptocurrency Arbitrage* per individuare un'opportunità di arbitraggio: acquisto nel mercato con maggior liquidità, Coinbase che presenta un prezzo ask inferiore rispetto al prezzo bid di Gemini, il mercato con volumi di scambi contenuti.



Una volta che abbiamo identificato un'opportunità di arbitraggio ed il possibile guadagno teorico realizzabile, analizziamo i limiti e le possibilità di poter realizzare tale profitto. Il primo passo è identificare le commissioni coinvolte in un arbitraggio cripto: le fees delle piattaforme, le fees di ritiro ecc. Bisogna tenere conto del tempo necessario per effettuare tutte le operazioni: se in determinati Exchange servono solo alcuni minuti, in altri sono richiesti diversi giorni per effettuare la transazione. Questo inciderà sul profitto e sul risultato finale dell'operazione: data l'alta volatilità, il prezzo potrebbe cambiare nel secondo Exchange eliminando così il guadagno.

I fattori che incidono sul ritardo di una transazione Bitcoin sono differenti, ad esempio, la transazione potrebbe essere bloccata nella *Mempool Queue*.

Una volta iniziata la transazione, viene inviata nella Mempool dove passano tutte le transazioni, in attesa che venga confermata dai *miners*. Se il prezzo che siamo disposti a pagare è relativamente basso, la transazione viene rifiutata senza essere

registrata nella Blockchain. Quando si decide di fissare una commissione al minimo indispensabile la transazione potrebbe protrarsi per un tempo indefinito.

In determinati casi può accadere che la rete sia congestionata, quando la Blockchain raggiunge il picco di traffico, alzando in questo modo i costi in modo che i *miners* possano scegliere cosa elaborare con precedenza. In certe occasioni, questo è causato dalla mancanza di *miners*. Ciò avviene con più frequenza per altre cripto valute con una liquidità inferiore rispetto al Bitcoin.

Nella scelta degli intermediari e dei metodi di pagamento abbiamo considerato il tempo richiesto per le convalide dei blocchi. Un altro fattore da tenere in considerazione è il trasferimento della cripto valuta da un intermediario all'altro.

Coinbase richiede tra i 15 e 90 minuti per tali operazioni; per le nostre analisi abbiamo considerato un tempo medio di 30 minuti. Lo stesso lasso di tempo è richiesto anche da Gemini.

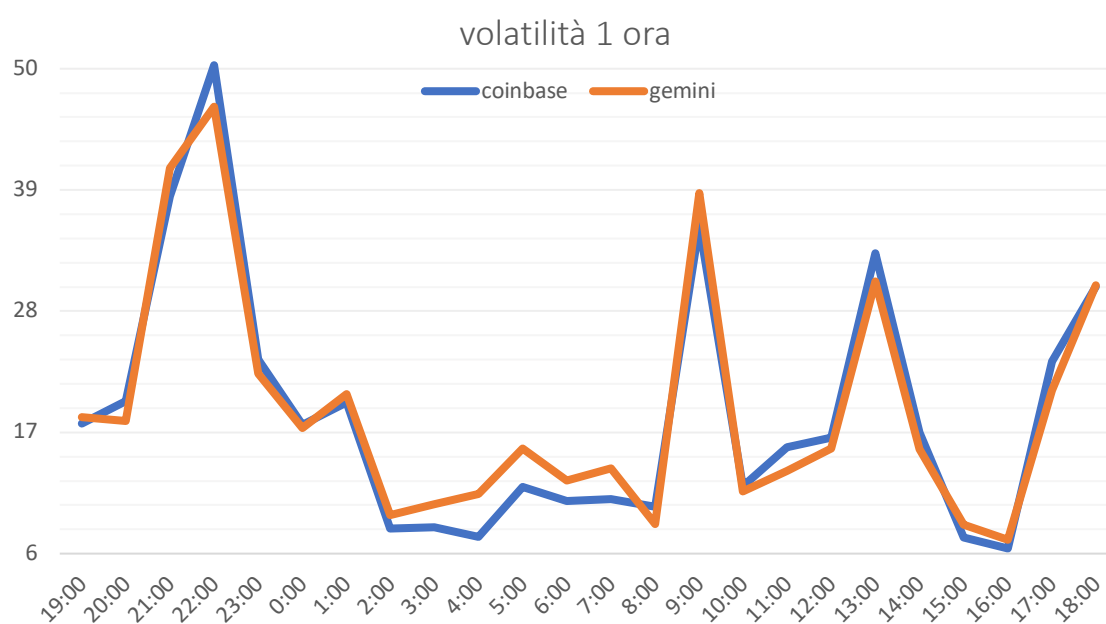
Un altro elemento che abbiamo considerato sono i limiti di acquisto: gli Exchange pongono limiti sul massimo di bitcoin acquistabili. Coinbase aumenta i limiti massimi in base ai volumi di scambi e le informazioni fornite. Le transazioni infatti non sono anonime, è possibile verificare le operazioni di ogni indirizzo Bitcoin; l'identità del soggetto è sconosciuta. Maggiori sono le informazioni fornite per una transazione, più sono alti i limiti di acquisto. Coinbase impone un limite settimanale massimo di \$50k; all'aumentare delle informazioni fornite e dei volumi scambiati precedentemente, il limite è aumentato fino a \$25k al giorno. Gemini impone un limite pari a \$500 al giorno, è possibile aumentarlo fino a \$15k al giorno.

Capitolo 3: I rischi

3.1 Volatilità

Contrariamente alla definizione di arbitraggio, tale attività associata al mondo delle crypto valute comporta diversi rischi. Il *Know Your Customer* pone ostacoli nell'accesso alle piattaforme: la verifica del conto può richiedere diversi giorni. Il rischio di esecuzione implica la possibilità, una volta eseguita l'operazione di acquisto, di non concludere la vendita dovuto al fatto che il mercato si è mosso velocemente a nostro sfavore. Un ulteriore rischio è il movimento dei prezzi nell'attesa di convalidare il deposito o la transazione. Questi ostacoli derivano dall'elevata volatilità del Bitcoin. Secondo il governatore della BCE Mario Draghi, il bitcoin "non è generalmente accettato neanche come mezzo di pagamento. Una moneta dovrebbe essere una riserva di valore in modo tale da essere sicuri di poter acquistare lo stesso quantitativo di beni oggi, domani o il prossimo anno"¹⁹. Poiché si tratta di un sistema decentralizzato non intervengono le autorità per rinsaldare il suo valore come accade per altre valute. Tali rischi incidono non solo sul bitcoin come strumento di pagamento ma anche sull'arbitraggio. Il grafico riportato di seguito mostra la volatilità oraria nei due mercati selezionati nel periodo considerato.

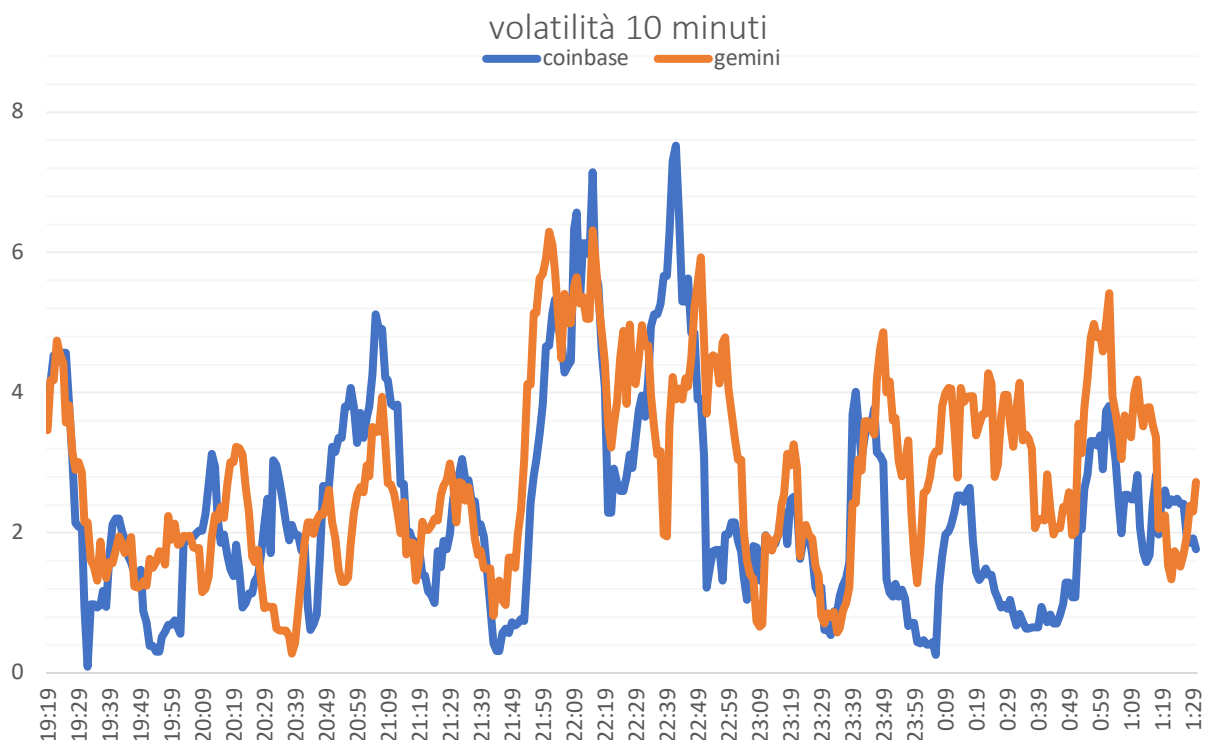
Figura 6 Rappresenta la volatilità di Gemini e Coinbase tra le 19:00 del 18/02 e le 18:00 del 19/02.



¹⁹ Mario Draghi, Il Sole 24 Ore.

Abbiamo espresso il rischio in termini di volatilità, ossia come si disperdono nel tempo le oscillazioni e la variabilità del prezzo. Nel mondo delle cripto i prezzi variano aggressivamente anche nel giro di pochi minuti. Vi sono vari fattori che spiegano l'alta volatilità nel mondo delle cripto valute. Innanzitutto, si tratta di mercati giovani con nuove tecnologie che devono ancora essere collaudate. È necessario del tempo per permettere ad una larga scala di investitori di adottare tali mezzi. Per questo motivo il valore del Bitcoin è guidato dalla speculazione, a causa della mancanza di regolazioni e della sua decentralizzazione. La volatilità del bitcoin dipende anche dalla diversa percezione del valore della cripto valuta. Una volta espressa la volatilità in termini di deviazione standard, dato che abbiamo trattato dati al minuto e ogni blocco di conferma richiede circa 10 minuti medi di attesa, abbiamo realizzato una rolling window di 10 minuti. Di seguito si presenta il grafico sul quale viene stimato l'andamento della volatilità. Il grafico evidenzia che le volatilità seguono lo stesso trend.

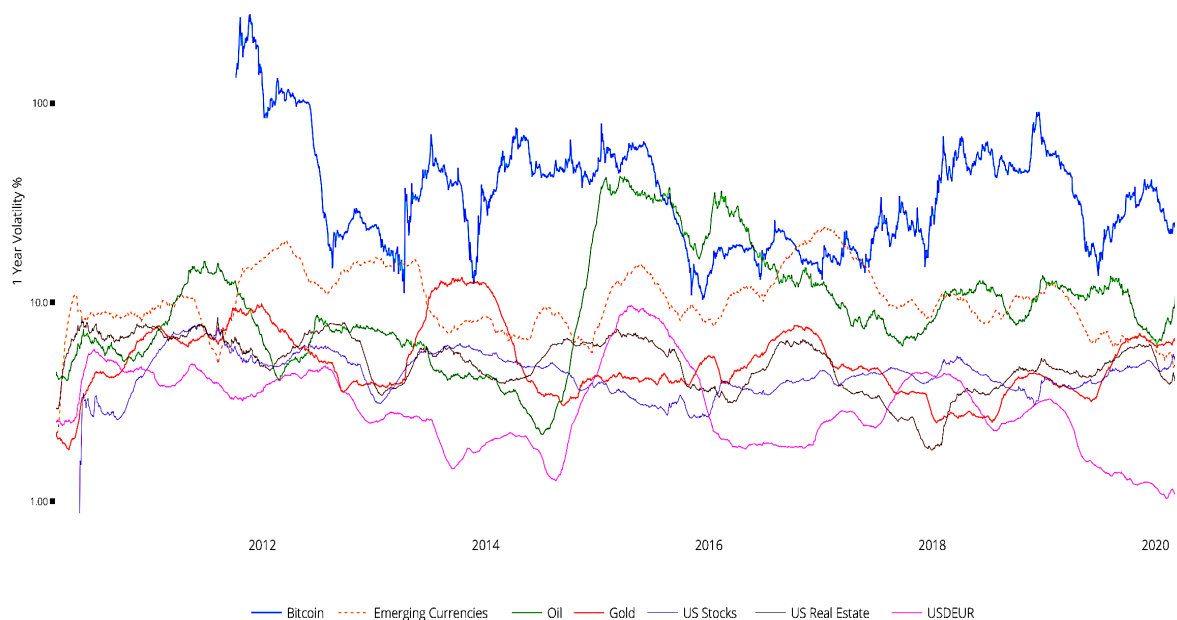
Figura 7 Rappresentazione della volatilità di Gemini e Coinbase espressa con una rolling window di 10 minuti. Rispetto ad altri asset finanziari, il Bitcoin ha una volatilità elevata a causa della speculazione. Il grafico evidenzia un trend simile per le due piattaforme: in determinati periodi Gemini, ossia la piattaforma più piccola e più giovane, presenta una volatilità superiore rispetto a Coinbase. Questo è dovuto al fatto che essendoci meno volumi di transazione, la conclusione di una determinata operazione inciderà maggiormente sull'order book causando maggiori variazioni del prezzo.



In assenza di regolamentazione e mancando una supervisione, molti soggetti attuano comportamenti che manipolano il mercato. Ciò rende il mercato delle crypto altamente volatile e per tale motivo il bitcoin viene usato per investimenti piuttosto che come strumento di pagamento.

I frequenti “buy e sell” rendono la quotazione estremamente volatile: più alta è la volatilità, più il prezzo si muove. La volatilità del Bitcoin risulta più elevata rispetto a quella di azioni, obbligazioni o altre valute tradizionali, dovuto al fatto che non c'è un valore fondamentale o una regolamentazione. Si presenta di seguito un grafico che confronta la volatilità annuale del Bitcoin con altri strumenti finanziaria a partire dal 2011.

Figura 8 Il grafico confronta la volatilità annuale del Bitcoin rispetto ad altre valute tradizionali emergenti, il prezzo del petrolio, oro, USA stock, il mercato immobiliare USA e il cambio USD/EUR. Si riscontra che la volatilità di Bitcoin sia prevalentemente superiore rispetto agli altri strumenti finanziari. Fonte: charts.woobull.com



3.2 Liquidità

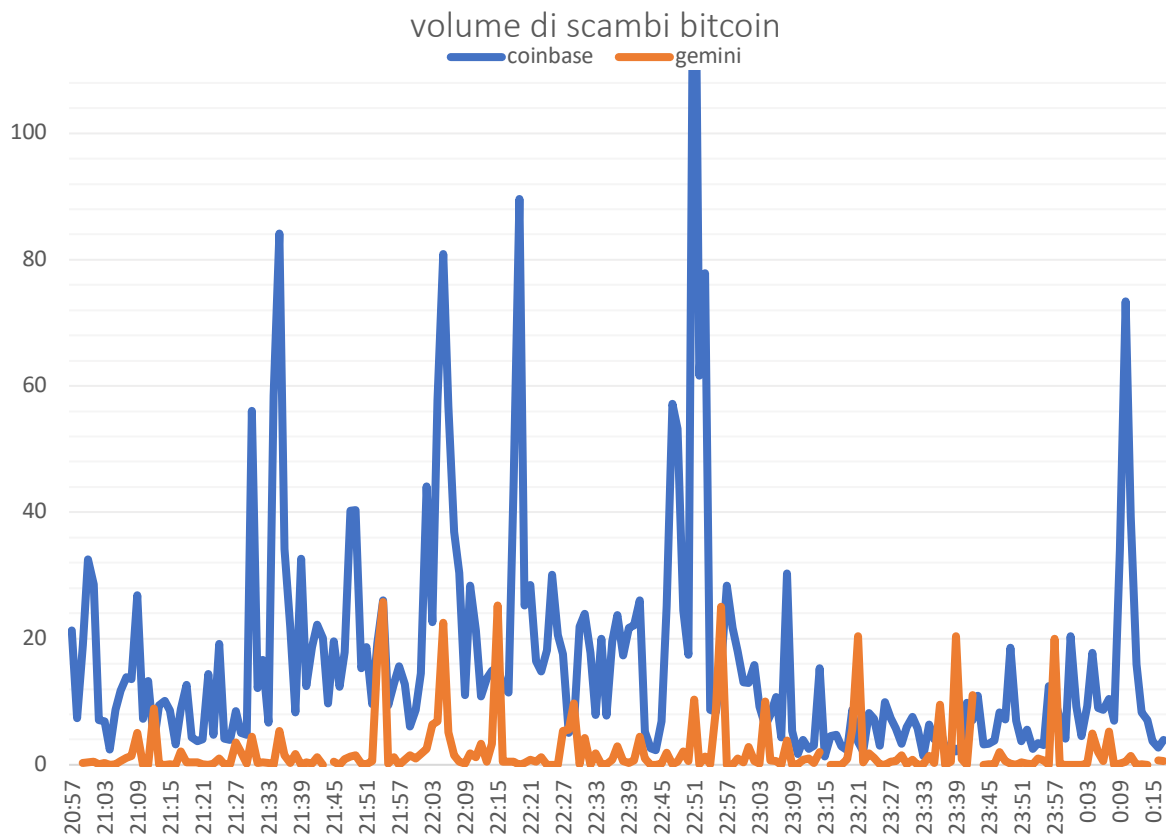
La volatilità è correlata alla liquidità: nei mercati liquidi la volatilità è più bassa rispetto a mercati illiquidi. Il concetto di liquidità ha vari aspetti che influenzano l'andamento del bitcoin in ogni piattaforma. La liquidità rappresenta la possibilità di convertire un asset in denaro cash. Deriviamo la liquidità dai volumi di scambi oppure dallo spread bid-ask. Il prezzo bid è il prezzo che un soggetto terzo è disposto a pagare per un determinato asset finanziario, il prezzo ask è il prezzo a cui è disposto a vendere. Si tratta della differenza di prezzo tra quello che il venditore vuole realizzare e quello che l'acquirente intende pagare. I venditori vogliono ottenere un prezzo elevato, mentre gli acquirenti cercano il prezzo più conveniente. Maggiore è lo spread in una piattaforma minore sarà la liquidità, quindi sarà più difficile entrare o uscire dal mercato senza incidere particolarmente sul prezzo. I mercati liquidi sono più profondi e *smoother*. Maggiore quantità di scambi e volumi in un mercato incide sulla liquidità di quella piattaforma. Possiamo esprimere la liquidità in termini di volumi o spread bid ask: il volume è la somma di cripto valuta scambiata in un determinato periodo di tempo. Il volume delle negoziazioni bitcoin può essere più elevato sulle piattaforme più grandi ma molto più basso in quelle più piccole. Queste differenze di offerta influiscono sul prezzo.

Non c'è un modo comune stabilito per determinare il prezzo del bitcoin, il che significa che nessuno sa quanto debba costare e il prezzo si basa esclusivamente sul trading. Spostare denaro tra le borse può essere disordinato e inefficiente. Ciò significa che è difficile per i trader arbitrare le differenze tra gli Exchange, il che permette a queste differenze di prezzo di persistere più a lungo di quanto accadrebbe in un mercato più efficiente. Bob Pisani afferma che vi è un "problema di infrastrutture"²⁰ in cui gli acquirenti non possono attualmente acquistare rapidamente bitcoin in più borse contemporaneamente, rendendo difficile l'arbitraggio di queste differenze di prezzo. Per Pisani questo è un aspetto che dovrà

²⁰ CNBC 2017, Why Bitcoin Prices are different on each Exchange.

essere esaminato nel corso dell'aumentare della popolarità e quindi della stabilità della crypto valuta.

Figura 9 Il grafico rappresenta il numero di scambi di Bitcoin in ogni singolo minuto in Coinbase e Gemini. Come sopra riportato, Coinbase, la piattaforma con maggiore liquidità, risulta il mercato più grande con grandi quantità di scambi rispetto a Gemini, la piattaforma con una liquidità nettamente minore.



Il volume giornaliero di Bitcoin è passato nel giro di pochi anni da \$100 milioni nel 2014 a \$20 miliardi nel 2018. A partire dalla fine del 2019 i volumi di scambi hanno superato quota \$20 miliardi. L'aumento dei volumi scambiati incide sulla possibilità di poter effettuare operazioni senza influenzare sensibilmente il prezzo della crypto. L'aumento dei volumi comporta quindi, un aumento della liquidità.

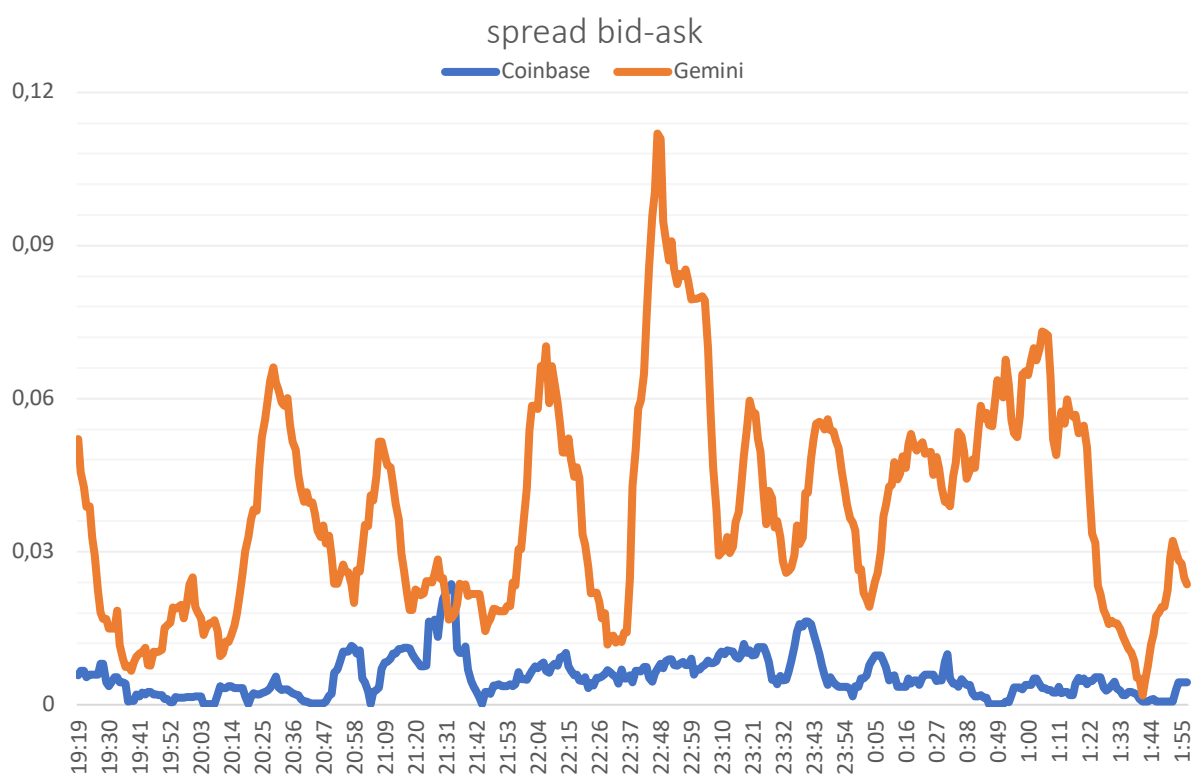
Molti investitori tengono Bitcoin fuori dalle piattaforme; ad aumentare della sicurezza negli Exchange più popolari, questi soggetti sono disposti a effettuare scambi, aggiungendo così acquirenti e venditori al mercato.

Un secondo metodo per valutare la liquidità dei due mercati è lo spread bid ask. Tale valore è stato calcolato dalla differenza tra il best bid e il best ask dell'order book per ogni singolo minuto.

Lo spread fornisce una misura della domanda e dell'offerta della cripto valuta. Quando la differenza tende ad aumentare, indica cambiamenti nella domanda e nell'offerta di bitcoin e sarà più difficile scambiare la cripto valuta a prezzi stabili. La relazione tra spread e liquidità nasce dal rapporto tra l'emissione di offerte e domande da parte del *market maker* e l'emissione di ordini di mercato da parte dei *price taker*, e la quantità di domanda e offerta su un order book a seconda dei diversi livelli di prezzo. Quando ci sono offerte e domande in diversi livelli di prezzo, il mercato è liquido perché l'order book può assorbire operazioni di grande volume senza variare sensibilmente il prezzo del Bitcoin.

Quando l'order book è poco profondo, le operazioni di grandi dimensioni influenzano le oscillazioni del prezzo: lo spread bid ask aumenta poiché tiene conto del rischio più alto. Lo spread bid ask rappresenta quindi anche il rischio dei market maker, il quale dipende da quanto profondo e liquido è l'order book. Quando il prezzo del Bitcoin subisce ampie oscillazioni, lo spread tende ad aumentare poiché i market maker attendono a coprire la loro posizione per non subire una variazione sfavorevole del prezzo. Se lo spread rimane alto dopo un periodo con elevata volatilità, si prevede che le oscillazioni del prezzo continueranno. Lo spread fornisce molte informazioni sulla liquidità delle piattaforme. Deriviamo i dati dall'order book; confrontando spread di diversi Exchange otteniamo informazioni sulle piattaforme non osservabili solo sui volumi. Riportiamo di seguito il grafico dello spread bid ask delle due piattaforme: come per la volatilità, considerato il fatto che trattiamo dati al minuto e ogni blocco di conferma richiede 10 minuti, abbiamo realizzato una rolling window di 10 minuti.

Figura 10 Il grafico evidenzia lo spread bid-ask di Gemini e Coinbase espresso con una rolling window di 10 minuti. Coerentemente con quanto visto nella Figura 9, Gemini presenta uno spread maggiore rispetto a Coinbase: è noto infatti che all'aumentare del volume diminuisce lo spread bid-ask.



Il grafico mette in evidenza come Coinbase, ossia uno degli Exchange più grandi a livello globale, abbia uno spread bid-ask molto basso per il periodo di riferimento. Ciò significa che il livello di liquidità è molto elevato, dato anche i continui scambi che vi avvengono giornalmente. Il trading di grandi volumi può essere effettuato senza grandi conseguenze per il prezzo. Gemini invece, è caratterizzato da uno spread molto più elevato, essendo nato da poco e non ancora ampiamente utilizzato in tutti i continenti. Il fulcro dei suoi clienti si trova infatti negli USA. In tale piattaforma si riscontrano dei problemi legati alla liquidità. Bisogna comunque ricordare che parliamo di crypto valuta: il mercato è ancora immaturo rispetto ad altri asset finanziari, perciò volatilità e illiquidità sono superiori rispetto ad altri strumenti finanziari.

3.3 Illiquidità

Il soggetto che decide di investire in bitcoin preferisce una piattaforma liquida in quanto può effettuare l'operazione all'istante senza ripercussioni sul prezzo. Nei mercati illiquidi le quotazioni del bitcoin tendono a subire maggiori oscillazioni data la minore domanda e offerta. Un'illiquidità bassa è segno del buon funzionamento di un Exchange. L'illiquidità rappresenta un rischio per i trader in quanto si corre il rischio di non poter effettuare l'ordine ad un prezzo giusto. Per raggiungere un'elevata liquidità servono frequenti scambi oltre ad una buona organizzazione del mercato: "tutto ciò dovrebbe comportare un prezzo equo del bitcoin"²¹.

Secondo Yakuv Amihud, due asset uguali ma con liquidità diversa non possono avere lo stesso prezzo, ed è esattamente quello che succede nel mercato delle cripto valute. I mercati con liquidità minore devono avere un prezzo inferiore ed un rendimento più elevato. Il prezzo deve essere correlato negativamente con l'illiquidità. La quotazione del bitcoin in un mercato illiquido dovrebbe essere inferiore ma con un expected return atteso più elevato a causa del rischio. Nel nostro caso ci aspetteremmo che il prezzo su Gemini sia più basso rispetto a Coinbase che invece è caratterizzato da bassa illiquidità. Quindi l'arbitraggio consisterebbe nell'acquistare in Gemini e vendere in Coinbase. Tuttavia, l'opportunità di arbitraggio la riscontriamo anche nella direzione opposta (vedere paragrafo 3.4 per le motivazioni).

ILLIQ è il rapporto tra il rendimento assoluto del bitcoin e il volume, calcolato in media su un periodo di 10 minuti.

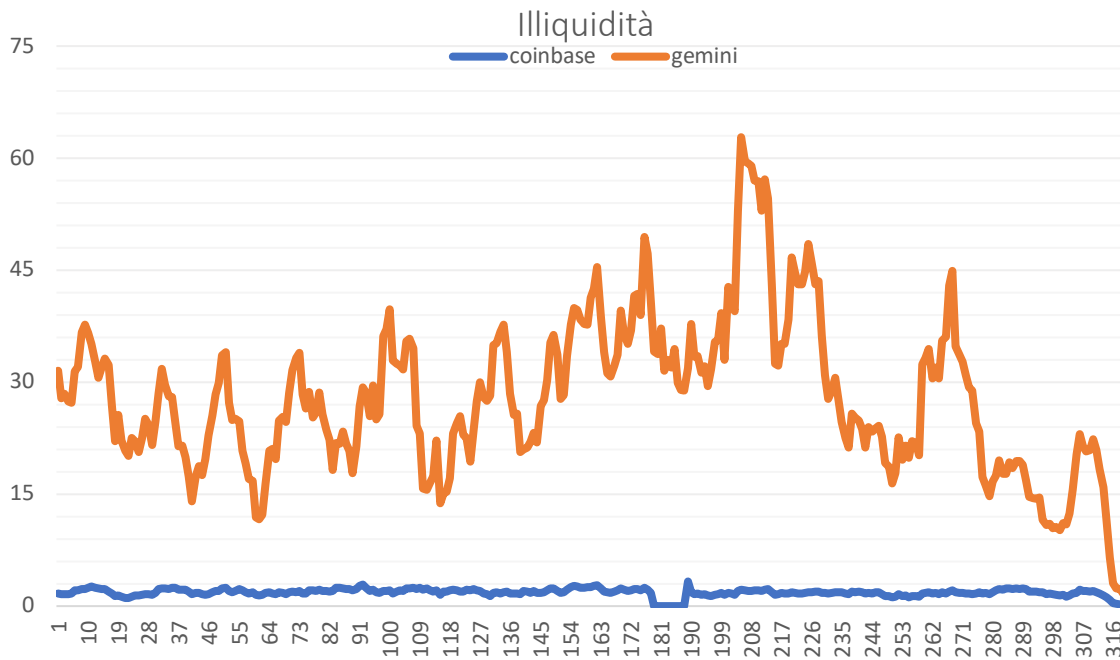
$$ILLIQ_t = \frac{1}{D_t} \sum_{i=1}^{D_t} \frac{|R_{it}|}{VOL_{it}}$$

- R_{it} è il rendimento al minuto t in un intervallo di 10 minuti;
- VOL è il volume in USD al minuto t in un intervallo di 10 minuti;
- D_t è il minuto nell'intervallo di 10 minuti;

Nel grafico riportato di seguito abbiamo confrontato l'illiquidità delle due piattaforme.

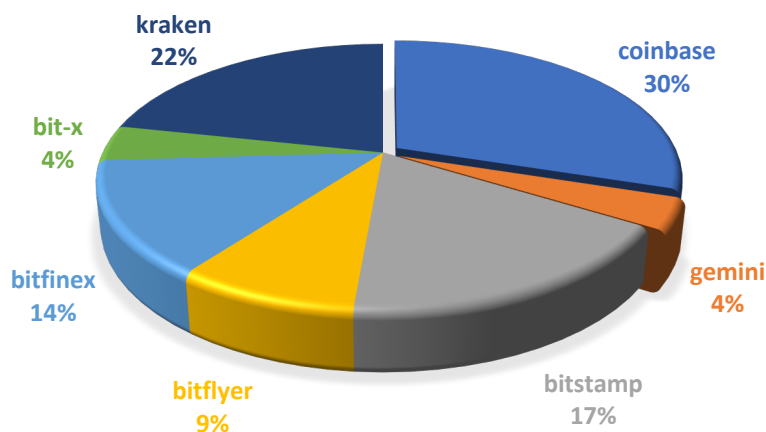
²¹ Oxelheim, 1997

Figura 11 Illiquidità di Gemini e Coinbase espressa con una rolling window di 10 minuti. I valori erano molto bassi per questo motivo abbiamo moltiplicato il valore della illiquidità per 1.000.000



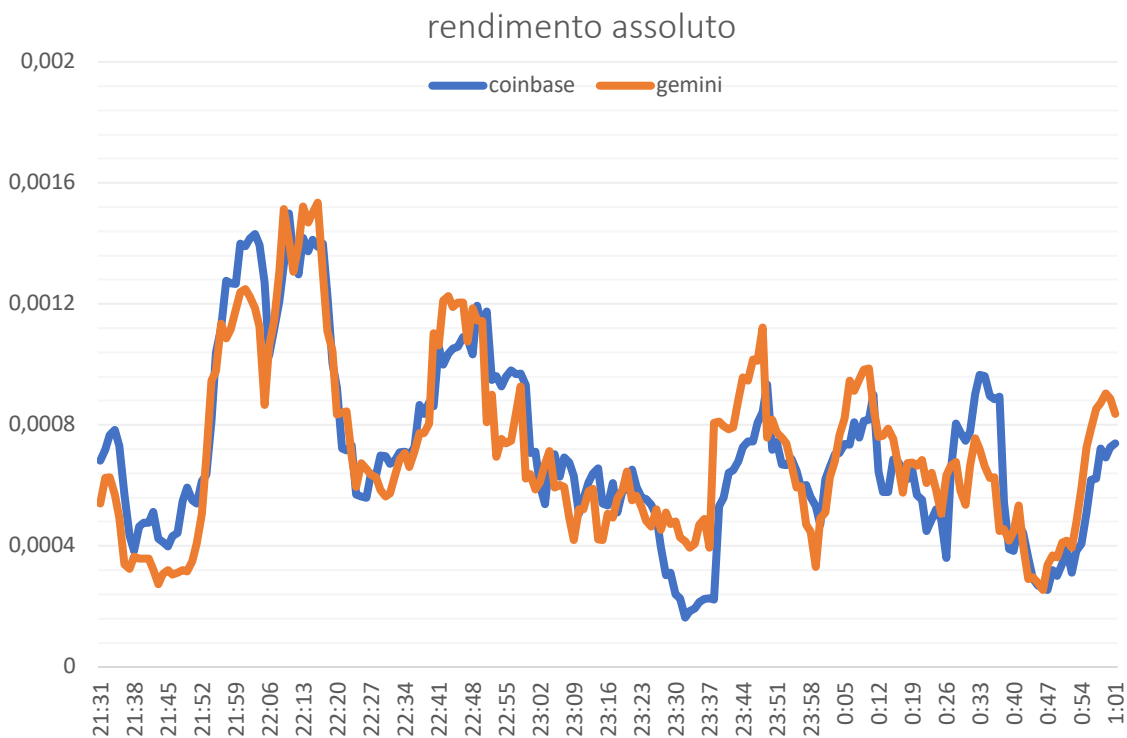
Riscontriamo come Gemini abbia una illiquidità elevatissima rispetto a Coinbase il cui valore nel tempo è sempre molto vicino a 0. La differenza tra le due piattaforme è evidente. In determinati minuti Gemini si avvicina ai valori assunti da Coinbase. Questo comporta che in Gemini quando la liquidità è bassa, è difficile effettuare operazioni senza condizionare il prezzo. Quando la liquidità è alta come in Coinbase e i volumi scambiati sono più grandi, è possibile comprare e vendere senza provocare oscillazioni dei prezzi. Nel periodo di riferimento, in Coinbase vengono effettuate il 28,40% delle operazioni totali, mentre su Gemini solamente il 3,63%. Il grafico riportato di seguito evidenzia il volume di scambi eseguiti nel periodo in cui eseguiamo l'arbitraggio.

Tabella 2 Rappresenta il volume di scambi per il periodo 18-19 febbraio 2020.



Secondo Amihud, un valore elevato di Illiquidità indica una liquidità inferiore della piattaforma. In altri termini c'è maggiore liquidità quando il valore è più basso. Come abbiamo affermato in precedenza, nel mercato con illiquidità maggiore la quotazione del bitcoin deve essere inferiore ma con un rendimento più alto per compensare il rischio. Quindi data la maggiore illiquidità di Gemini, ci aspetteremmo che la quotazione USD del Bitcoin sia inferiore con un rendimento atteso più elevato: in tale modo acquisteremo in Gemini e venderemo in Coinbase dove teoricamente il prezzo dovrebbe essere più alto. Ricontriamo che questo non avviene sempre. Nel grafico riportato di seguito si è voluto confrontare il rendimento assoluto del bitcoin nelle due piattaforme.

Figura 12 Il grafico esprime il rendimento assoluto del Bitcoin in Gemini e Coinbase. Si evidenzia un trend simile per le due piattaforme.



Confrontando i rendimenti percentuali, nei periodi con maggiore illiquidità, Gemini ha maggiori oscillazioni, indicando un maggiore impatto sul prezzo. Tuttavia, riscontriamo che in determinati istanti il prezzo oscilla maggiormente su Coinbase, nonostante abbia illiquidità inferiore. Non si può quindi indicare la liquidità come l'unico fattore che guida il prezzo nelle crypto valute.

3.4 Manipolazione mercato Gemini

Nonostante la liquidità inferiore in Gemini, in determinati momenti il prezzo tende ad essere superiore rispetto a Coinbase. La liquidità non è l'unico fattore che influenza il prezzo del bitcoin. Per tale motivo, nonostante la maggiore liquidità di Coinbase, abbiamo riscontrato un'opportunità di arbitraggio in entrambe le direzioni. Inoltre, data l'im maturità di questi mercati e la tecnologia recente, il bitcoin è generalmente considerato un asset illiquido rispetto ad altri asset finanziari. Quando si verifica un calo dei volumi dopo un periodo di elevata attività di trading, ci si può attendere un mercato tendente al ribasso. Ma dato che non vi è un apparente legame tra l'oscillazione dei prezzi e il volume, questo può indicare che solo una parte dei trader sostiene il nuovo trend, quindi lo si può ritenere momentaneo. Quando i volumi sono bassi in Gemini ma i prezzi risultano superiori a Coinbase, si potrebbe sostenere che in determinati casi ciò sia dovuto ad una manipolazione dei prezzi. Quando i volumi di scambio rimangono bassi per un determinato periodo, con i volumi ridotti si riduce anche la liquidità del mercato abbassando in questo modo il guadagno della piattaforma a causa delle minori commissioni guadagnate. Per ovviare a questa perdita alcuni mercati aumentano il loro prezzo in modo da poter aumentare le fees. Tra le 21:30:00 e 22:05:00 in Gemini la quotazione del bitcoin passa da \$10.064 a \$10.280 dopo un lungo periodo in cui il prezzo non sfondava la resistenza a \$10.100. Notiamo che nel periodo precedente, il volume su Gemini era basso e stabile. L'Exchange ottiene ricavi maggiori attraverso le liquidazioni piuttosto che attraverso le trading fees.

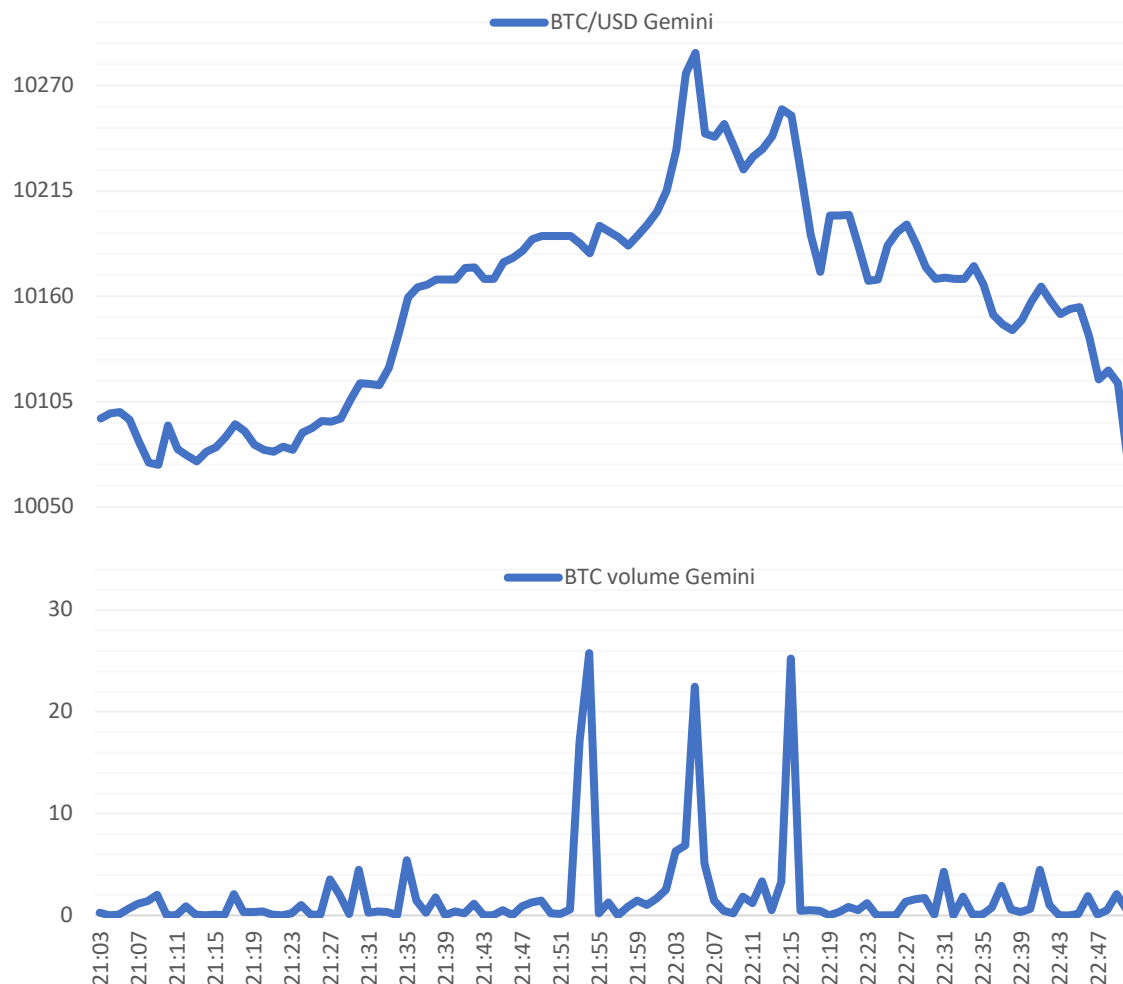
Le posizioni lunghe o corte sono delle scommesse sui movimenti che il prezzo del bitcoin assumerà in su o in giù ed hanno un *prezzo di liquidazione* rispetto al quale la piattaforma li liquida. In pratica, l'Exchange ottiene l'intera scommessa ricavando un'alta fee moltiplicata per la leva. "Dato che le piattaforme conoscono le posizioni lunghe e corte in circolazione ed il volume è basso, possono progettare movimenti del prezzo che creano reddito in termini di liquidazione"²². Quando vi sono molte

²² Gandal, N., J. Hamrick, T. Moore, and T. Oberman (2018), Price Manipulation in the Bitcoin Ecosystem.

posizioni corte con eccesso di leva, l'Exchange può aumentare brevemente il prezzo attraverso i bot e raccoglierà così facendo la posizione corta²³.

Questo spiega perché Gemini, nonostante la liquidità e volumi nettamente inferiori rispetto a Coinbase, presenta in determinati istanti una quotazione bitcoin superiore: in Gemini la liquidità non è correlata alle variazioni dei prezzi²⁴.

Figura 13 Il grafico riporta le quotazioni USD del Bitcoin nel mercato Gemini in relazione al volume di scambi. Si osserva che quando il prezzo rimane stabile per un determinato periodo di tempo i volumi in Gemini rimangono molto bassi e vicini allo 0 essendo un Exchange fondato recentemente, quindi con un basso volume di scambio. Quando il prezzo aumenta nel giro di poche decine di minuti da \$10100 a \$10280, i volumi scambiati sul mercato Gemini aumentano esponenzialmente. Dopo le 22.05 il prezzo scende nuovamente toccando quota \$10100. Attraverso queste procedure le piattaforme manipolano i volumi degli Exchange e le quotazioni BTC/USD.



²³ Gandal, N., J. Hamrick, T. Moore, and T. Oberman (2018), Price Manipulation in the Bitcoin Ecosystem.

²⁴ Eseguendo una regressione sul mercato Gemini su un modello che ha come variabile dipendente la liquidità e come endogena il prezzo, il beta risulta non significativo dato il p-value pari a 0,398. In Coinbase invece la liquidità ed il prezzo risultano correlati con un beta pari a 0,509.

3.5 Rapporto volatilità spread

Abbiamo confrontato per ognuno dei mercati il rapporto tra la volatilità e lo spread bid-ask. L'analisi è stata effettuata per verificare che all'aumentare della volatilità, aumenti lo spread. Un aumento della volatilità implica un aumento della variazione del prezzo del bitcoin. Nei momenti di grande volatilità gli spread tendono ad ampliarsi riducendo la liquidità delle piattaforme. Si è creato un modello in cui la variabile dipendente è lo spread bid-ask mentre la variabile esogena è la volatilità. Nel caso di Coinbase abbiamo riscontrato una relazione positiva tra la volatilità e lo spread. Riportiamo di seguito i risultati della regressione e dello scatter plot.

$$Spread_i = a_i + \beta_i Vol_i + \sigma_{e_i}^2$$

Tabella 3 Rappresenta il set di dati che fornisce un quadro generale sull'output della regressione.

Statistica della regressione	
R multiplo	0,804300352
R al quadrato	0,646899056
R al quadrato corretto	0,646392455
Errore standard	0,001967116
Osservazioni	699

Il R multiplo è il valore assoluto del coefficiente di correlazione delle due variabili oggetto della valutazione. Il coefficiente indica quanto le due variabili si muovono insieme, non ci dice se la correlazione è positiva o negativa.

Il valore R^2 è importante in quanto ci spiega quanta parte della variazione dello spread bid-ask è spiegata dalla volatilità e quanta parte invece non è spiegata: indica quanto il modello si adatti ai dati.

²⁵ Realizziamo un modello, che ha come variabile esogena la volatilità e come variabile endogena lo spread bid-ask, per valutare come varia lo spread bid-ask al variare della volatilità.

Il valore ottenuto pari a 0,6469 non è molto elevato ma può essere tuttavia considerato accettabile (dato che ipotizziamo che ci sia un unico fattore dal quale dipende lo spread).

Utilizziamo il R^2 quando analizziamo l'output di una regressione lineare semplice, mentre utilizziamo il R^2 corretto in caso di analisi dell'output di una regressione multipla.

Lo standard error ci è utile per interpretare i dati della regressione. Misura la precisione della regressione. Esprime l'errore medio del modello. Stiamo stimando lo spread bid-ask, l'errore standard ci dice quanto si può sbagliare se si utilizza il modello per la previsione.

Tabella 4 Rappresenta i risultati della statistica F del nostro modello.

ANALISI VARIANZA					
	<i>gdl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>Significatività F</i>
Regressione	1	0,004941175	0,00494118	1276,939782	1,0403E-159
Residuo	697	0,002697072	3,8695E-06		
Totale	698	0,007638248			

Nella seconda tabella facciamo attenzione al test F, test d'ipotesi sul rapporto tra la varianza dovuta alla regressione e la varianza dei residui. La significatività F deve essere la più piccola possibile. Indica la possibilità che l'ipotesi nulla del modello non possa essere rifiutata, quindi la possibilità che tutti i coefficienti siano pari a 0. L'ipotesi nulla H_0 è che il rapporto sia pari a 1, ovvero che la retta di regressione sia poco esplicativa della dispersione dei dati, mentre l'ipotesi alternativa H_a è che il rapporto sia maggiore di 1, cioè che la retta di regressione sia esplicativa della dispersione dei dati. Rifiutiamo l'ipotesi nulla e riteniamo statisticamente significativa l'ipotesi alternativa ossia che la regressione spieghi la dispersione dei dati.

Tabella 5 Rappresenta i coefficienti delle variabili esogene e la loro significatività

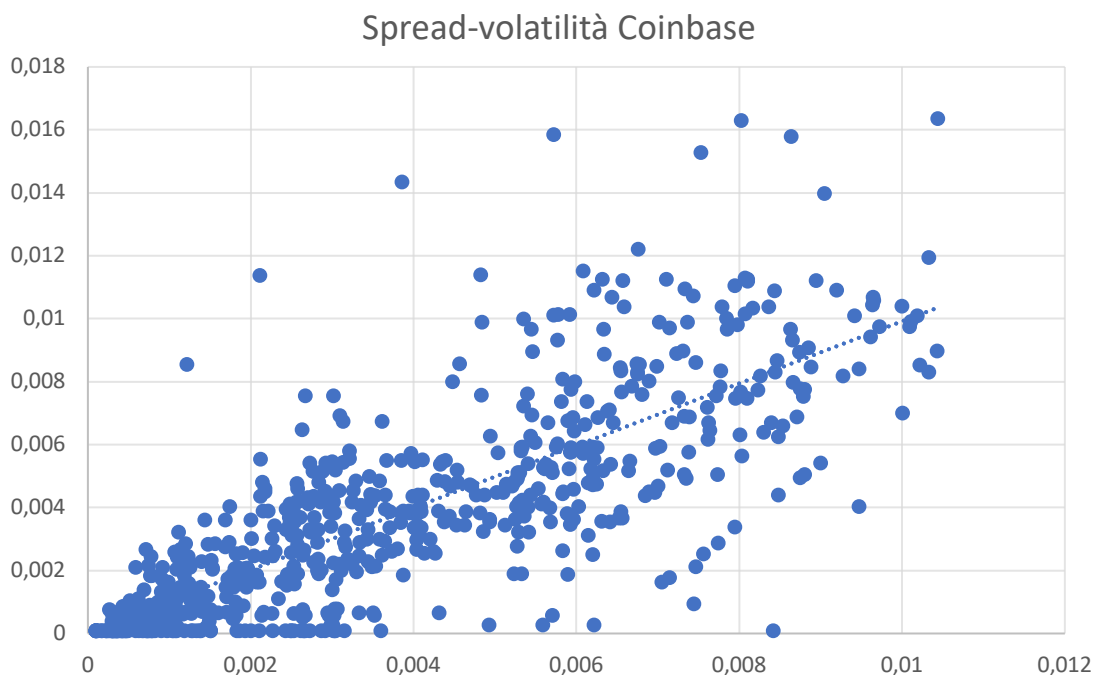
	<i>Coefficienti</i>	<i>Errore standard</i>	<i>Stat t</i>	<i>Valore di significatività</i>
Intercetta	4,39657E-05	0,000124953	0,35185735	0,725051597
Variabile X 1	0,987388225	0,02763139	35,7342942	1,0403E-159

Nell'ultima tabella troviamo le statistiche relative alla significatività dei coefficienti, l'intercetta a_i e il beta β_i . L'ipotesi nulla è che i coefficienti abbiano valore pari a 0, di conseguenza l'ipotesi alternativa è che essi siano diversi da 0. Per l'intercetta, il livello di significatività è pari a 5%, accettiamo ipotesi nulla. Consideriamo dunque che l'intercetta abbia valore 0. Per quanto riguarda il beta, in questo caso siamo ampiamente in zona di rifiuto dato il valore di significatività vicino allo 0 e osservando l'intervallo di confidenza al 95% notiamo come non sia compreso il valore 0. La pendenza della retta di regressione sarà quindi significativamente diversa da 0. Il beta ha un coefficiente pari a 0,9873.

Rapporiamo di seguito lo scatter plot che ci indica come varia lo spread bid-ask al variare della volatilità. Si conferma quanto è risultato dalla regressione.

La relazione è positiva: volatilità e spread bid-ask si muovono in tandem: ad aumentare della volatilità aumenta lo spread bid-ask.

Figura 14 Il grafico a dispersione per verificare la relazione positiva tra variabile esogena (volatilità) e variabili endogena (spread bid-ask) nell'Exchange Coinbase. Sul valore delle ascisse c'è il valore della volatilità mentre nelle ordinate lo spread bid-ask. Si nota una relazione positiva tra le due variabili: all'aumentare della volatilità tende ad aumentare lo spread bid-ask e quindi l'illiquidità del mercato.



Anche nel secondo mercato, Gemini, riscontriamo una relazione positiva tra volatilità e spread bid-ask. Di seguito i risultati della regressione e scatter plot.

$$Spread_i = a_i + \beta_i Vol_i + \sigma_{e_i}^2$$

Tabella 6 Set di dati che fornisce un quadro generale sull'output della regressione

Statistica della regressione	
R multiplo	0,829377454
R al quadrato	0,687866961
R al quadrato corretto	0,687419137
Errore standard	0,011165137
Osservazioni	699

Anche in questo caso, il R^2 pari a 0,6879 è accettabile per la verifica della forza della relazione tra spread lo spread bid-ask e la volatilità.

Tabella 7 Rappresenta i risultati della statistica F del nostro modello.

ANALISI VARIANZA					
	<i>gdl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>Significatività F</i>
Regressione	1	0,191480971	0,191480971	1536,022183	2,1804E-178
Residuo	697	0,086888222	0,00012466		
Totale	698	0,278369193			

La statistica F ci porta a rifiutare ipotesi nulla, la significatività è vicina allo 0. Il rapporto varianza dovuto alla regressione e varianza dei residui è significativamente maggiore di 1.

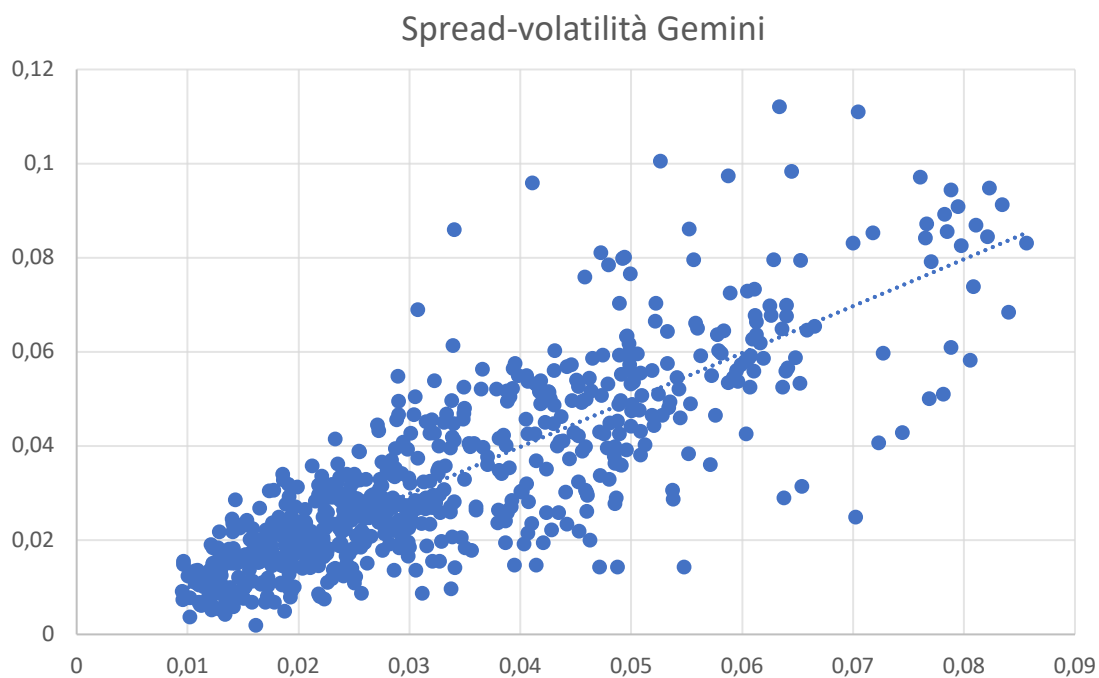
Tabella 8 Rappresenta i coefficienti delle variabili esogene e la loro significatività.

	<i>Coefficienti</i>	<i>Errore standard</i>	<i>Stat t</i>	<i>Valore di significatività</i>
Intercetta	-2,507E-05	0,000935379	-0,02679665	0,978629595
Variabile X 1	0,996559	0,025427535	39,19211889	2,1804E-178

²⁶ Equazione della regressione

Anche in questo caso il valore della intercetta è pari a 0. Per quanto riguarda il beta siamo ampiamente in zona di rifiuto, statisticamente diverso da 0, con un valore pari a 0,9965. Riportiamo di seguito lo scatter plot avente nell'ascissa la volatilità e nell'ordinata la variabile dipendente, lo spread bid-ask. Ricontriamo quanto riportato dalla regressione: vi è una relazione positiva tra le due variabili: all'aumentare della volatilità, aumenta anche lo spread bid-ask.

Figura 15 Il grafico a dispersione per verificare la relazione tra la volatilità (variabile esogena sull'ascissa) e lo spread bid-ask (la variabile endogena sull'ordinata) nell'Exchange Gemini. La relazione è positiva: all'aumentare della volatilità aumenta anche lo spread bid-ask.

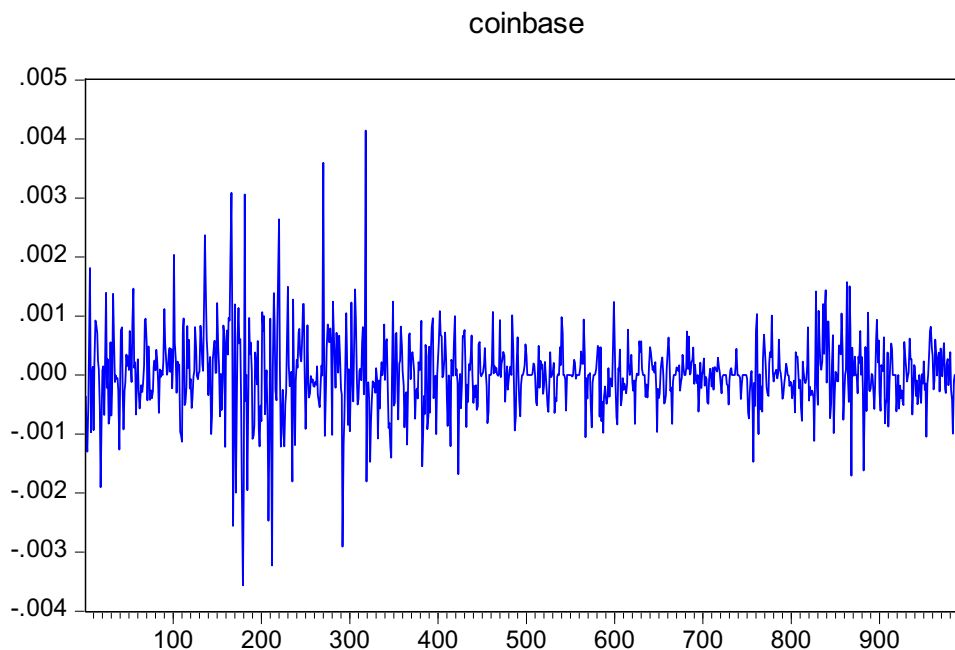


3.6 Regressione dei rendimenti

Si è proceduto ad eseguire una regressione tra le variazioni di quotazione del bitcoin nelle due piattaforme. Abbiamo creato un modello per verificare se Gemini, il mercato con una minore liquidità e volumi di scambi, segua Coinbase, il mercato di maggiori dimensioni. Effettuiamo una regressione tra la variazione della piattaforma Coinbase rispetto alla variazione della piattaforma Gemini un giorno in avanti e un giorno indietro. Se Coinbase si muove prima rispetto a Gemini, dovrebbe essere significativo il coefficiente della variazione del giorno dopo di Gemini. Se invece è Coinbase a seguire Gemini, dovrebbe risultare significativo il coefficiente del giorno

prima di Gemini. Parliamo di serie temporali finanziarie. La distribuzione normale con una determinata media e dispersione, non può rappresentare l'aleatorietà dei rendimenti. È necessario rappresentare un comportamento tipico delle serie finanziarie, in particolare per le crypto valute, ossia il *Clustering della volatilità*²⁷. Anche se la media dei rendimenti tende ad avvicinarsi a 0, lo scarto quadratico invece subisce l'effetto *Clustering* e non è costante nel tempo. Questo significa che si alternano periodi con alta e bassa volatilità. "Le serie storiche evidenziano l'alternarsi di oscillazioni grandi e piccole intorno al valore medio"²⁸, come si può notare dal Grafico 18 e 19. Riportiamo di seguito il grafico dei rendimenti di Coinbase e Gemini, ottenuto con il programma Eviews. In entrambi i casi si riscontra una variazione della volatilità nel tempo, con periodi di alta variazione seguiti da periodi di alta variazione e periodi di bassa variazione seguiti da altri periodi di bassa variazione. Il *cross-trained* della volatilità è evidente nelle due serie. Si riscontra la *mean reversion* sul valore zero in entrambi i casi: le serie sono stazionarie e presentano il *Clustering* della volatilità.

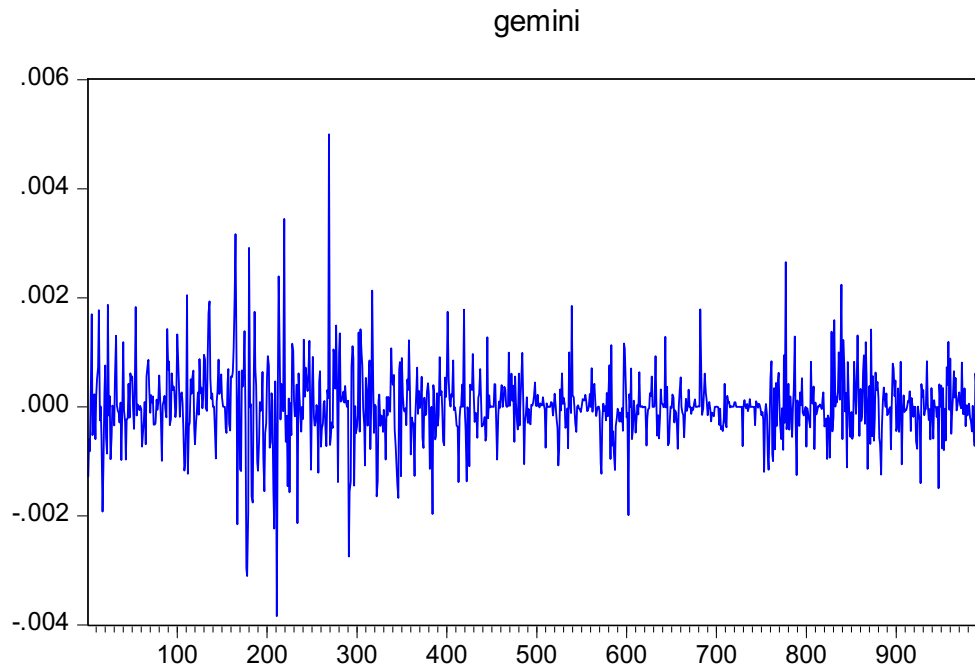
Figura 16 Il grafico, ottenuto tramite il programma Eviews, rappresenta i rendimenti di Coinbase nel periodo di riferimento. Il grafico intende evidenziare la presenza del *Clustering della volatilità*.



²⁷ Rama Cont, Volatility Clustering in Financial Markets: Empirical Facts and Agent-Based Models

²⁸ Stock J.H. Watson M.W. Introduzione all'Econometria

Figura 17 Il grafico, ottenuto tramite il programma Eviews, dei rendimenti di Gemini che evidenzia la differente oscillazione dei rendimenti. Viene evidenziato il *Clustering della volatilità* poiché si susseguono periodi con alta volatilità e periodi con bassa volatilità.



Empiricamente, notiamo che le distribuzioni di probabilità delle due serie sono leptocurtiche, chiara caratteristica delle serie finanziarie ad alta frequenza. Si parla di distribuzioni con code spesse. Tendono ad attribuire una maggiore probabilità ad eventi più lontani dal valore medio della distribuzione. La probabilità sulle code è maggiore di quella sulla funzione di densità, registrando un elevato valore di curtosi. Per entrambi gli Exchange, il trend della serie mostra il fenomeno del *Clustering* della volatilità e possiamo notare che le serie sono chiaramente leptocurtiche. Vi è un raggruppamento della volatilità: si susseguono periodi con varianza dei rendimenti elevata e periodi con bassa varianza. La *Leptocurtosi*²⁹ e il *Volatility Clustering* sono in relazione e per risolvere questo problema è stato introdotto il modello ARCH³⁰, per modellizzare il processo dei prezzi.

Riportiamo di seguito anche i grafici degli istogrammi, sempre ottenuti tramite il programma Eviews: si nota la caratteristiche della “coda spessa” ed i valori di curtosi sono pari a 9,307 per Coinbase e 9,765 per Gemini.

²⁹ Palomba G. (2004), Modelli Arch.

³⁰ Tsay R. S. (2005), Analysis of Financial Time Series.

Figura 18 Istogramma dei rendimenti di Bitcoin in Coinbase

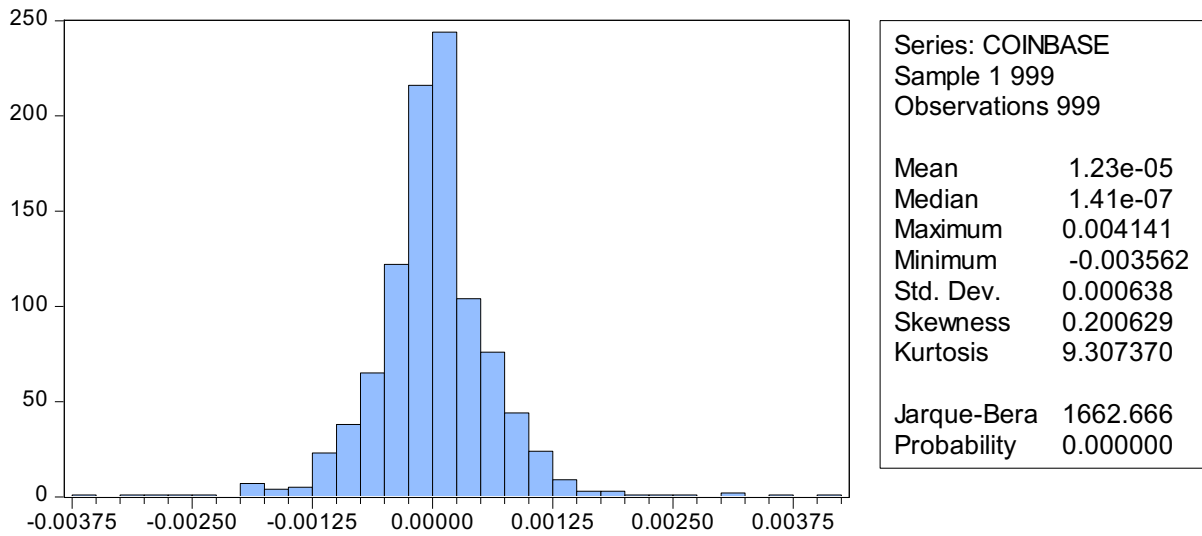
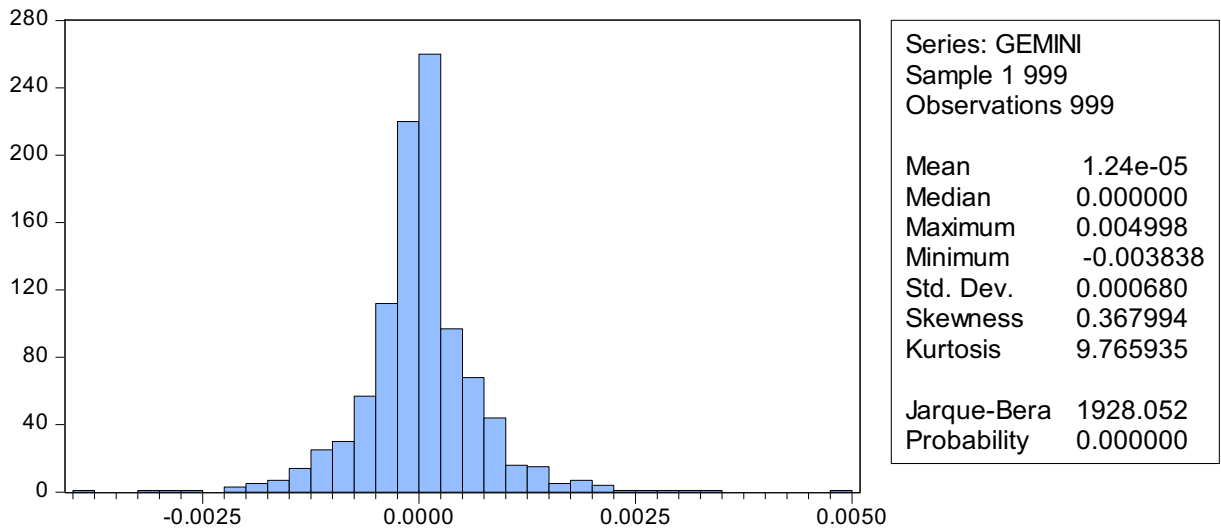


Figura 19 Istogramma dei rendimenti di Bitcoin in Gemini



La eteroschedasticità delle serie, ossia la presenza di sotto campioni con diversa varianza, implica il venir meno delle ipotesi del modello di regressione lineare e conseguenze nella stima di un modello quantitativo. Non possiamo utilizzare il metodo OLS, dato che i parametri della regressione risulterebbero inefficienti. Per questo si utilizza il metodo GLS. “Utilizzando OLS otteniamo coefficienti corretti ma non blue, ossia non asintoticamente efficienti, quindi la loro varianza non è più la minima possibile. Ci serviamo del modello ARCH di Robert Engle. Il modello ARCH è

utile per modelli con varianza mutevole, poiché si basa sul fatto che la varianza abbia una relazione con i suoi stessi valori passati, cioè che sia auto regressiva.

Riportiamo la regressione tra la variazione del prezzo di Coinbase rispetto la variazione di Gemini un giorno in avanti e un giorno indietro.

H_0 : coefficiente statisticamente non diverso da zero. Quando la probabilità è inferiore rispetto al livello di significatività, il test è significativo, si rifiuta l'ipotesi nulla. La variabile indipendente è rilevante nella spiegazione della variabile dipendente.

Nel primo caso riportiamo la regressione tra Coinbase e Gemini un giorno indietro per verificare se sia Gemini a guidare il prezzo tra i due mercati. Includiamo nel modello anche la ritardata di Coinbase per distinguere tra l'autocorrelazione di Coinbase con sé stesso e la correlazione con l'altro mercato. Coinbase è la nostra variabile endogena mentre Gemini rappresenta l'esogena che la dovrebbe spiegare.

$$Coinbase_t = \beta_1 Coinbase_{t-1} + \beta_2 Gemini_{t-1} + \sigma_e^2^{31}$$

Tabella 10 Output della regressione effettuata con Eviews. Vengono forniti i coefficienti delle variabili e la loro significatività

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob
C	1,92E-05	2,32E-05	0,829837	0,4066
COINBASE(-1)	0,215569	0,038460	5,605028	0,0000
GEMINI(-1)	-0,042540	0,042873	-0,992235	0,3211

Probabilità di Gemini (-1) è 0,321 superiore al livello di significatività del 5%, accettiamo l'ipotesi nulla di coefficiente non significativo. La variabile endogena ritardata risulta significativa (probabilità = 0,00) in quanto incorpora una parte del passato e quindi ciò che lo ha determinato.

³¹ Equazione della regressione: come variabile endogena abbiamo considerato i rendimenti di Coinbase; le variabili che dovrebbero spiegare il modello sono i rendimenti di Gemini ritardati di 1 e i rendimenti di Coinbase ritardati di 1

Riportiamo di seguito la regressione tra Gemini e Coinbase un giorno indietro per verificare se sia Coinbase ad essere seguito da Gemini. Consideriamo Gemini la nostra variabile dipendente mentre Coinbase rappresenta la variabile indipendente.

$$Gemini_t = \beta_1 Gemini_{t-1} + \beta_2 Coinbase_{t-1} + \sigma_e^2^{32}$$

Tabella 11 Output della regressione con coefficienti delle variabili e la loro significatività

<i>Variable</i>	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>z-Statistic</i>	<i>Prob</i>
C	4,91E-06	1,39E-05	0,353475	0,7237
GEMINI(-1)	0,024209	0,019611	1,234464	0,2170
COINBASE(-1)	0,791200	0,015585	50,76646	0,0000

In questo caso, la probabilità di Coinbase (-1) è pari a 0, inferiore al livello di significatività del 5%. Il coefficiente è positivo e statisticamente significativo. Il coefficiente di Gemini (-1) risulta non significativo dato che la probabilità associata è 0,2170. La nostra variabile dipendente (Gemini) non è spiegata dalla sua ritardata. In altri termini il valore attuale di Gemini è influenzato dal rendimento ritardato di Coinbase; Gemini è un mercato molto variabile senza autocorrelazione.

Tabella 12 Set di dati che forniscono un quadro generale sull'output della regressione

<i>R-squared</i>	0,659362	<i>Mean dependent var</i>	1,52E-05
<i>Adjusted R-squared</i>	0,658392	<i>S.D. dependent var</i>	0,000698
<i>S.E. of regression</i>	0,000408	<i>Akaike info criterion</i>	-12,83842
<i>Sum squared resid</i>	0,000117	<i>Schwarz criterion</i>	-12,79963
<i>Log likelihood</i>	4531,545	<i>Hannan-Quinn critr.</i>	-12,82343
<i>Durbin-Watson stat</i>	2,455292		

R^2 pari a 65,9% non è ottimale ma può essere considerato accettabile.

³² Equazione della regressione: le variabili esplicative sono i rendimenti di Gemini ritardati di 1 e i rendimenti di Coinbase ritardati di 1; la nostra variabile endogena è rappresentata dai rendimenti di Gemini

In seguito, abbiamo tolto la ritardata della variabile endogena in quanto non risultava significativa, per evitare che il modello si spiegasse da solo attraverso una relazione effetto-effetto.

$$Gemini_t = \alpha + \beta Coinbase_{t-1} + \sigma_e^2^{33}$$

<i>Variable</i>	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>z-Statistic</i>	<i>Prob</i>
C	5,13E-06	1,39E-05	0,36962	0,7117
COINBASE(-1)	0,801220	0,014314	55,9764	0,0000

Il coefficiente di Coinbase ritardato continua a risultare significativo ed è pari a 0,801 leggermente migliorato rispetto al caso precedente. Dalla regressione risulta significativo il coefficiente della variazione del minuto prima di Coinbase. Come ipotizzato, le variazioni di Gemini, il mercato più piccolo e con minor liquidità seguono le variazioni di Coinbase, il mercato con maggiore liquidità e volumi di scambi.

³³ Equazione della regressione: utilizziamo i rendimenti del giorno prima di Coinbase per verificare se spiegano i rendimenti di Gemini: ossia per verificare se il mercato Gemini segua i movimenti del mercato Coinbase

3.7 Latenza della Blockchain

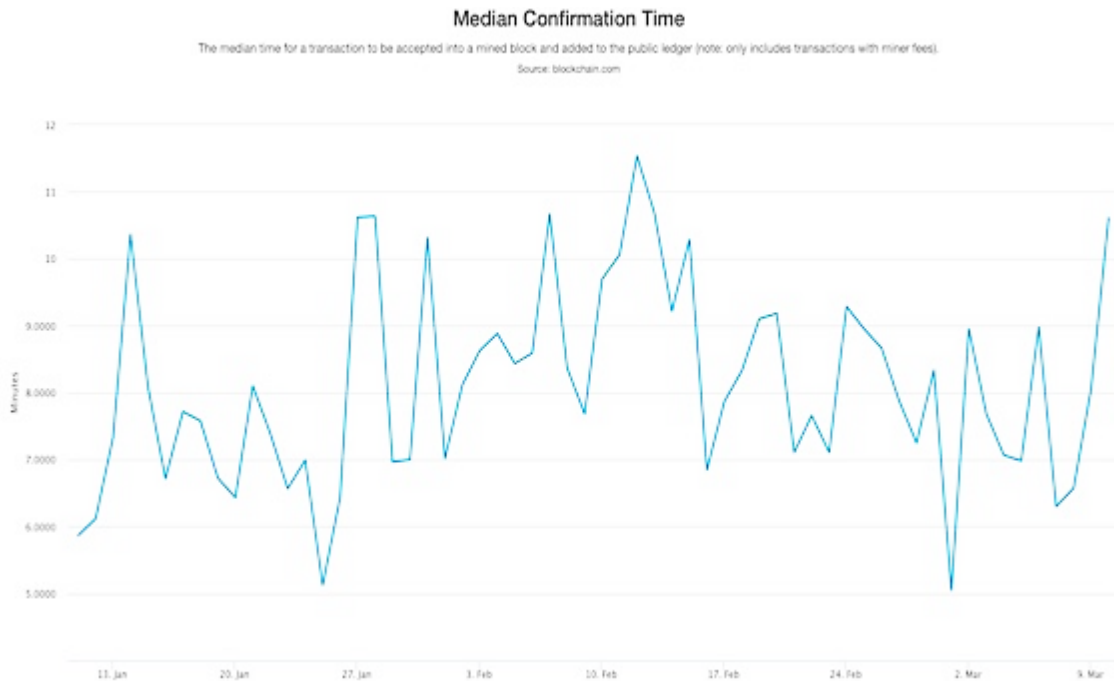
La latenza è il ritardo di tempo tra l'entrata di un'informazione e la sua elaborazione. Nel mondo bitcoin può essere riferita a due ritardi diversi: il primo è la latenza nella Blockchain mentre il secondo è la latenza su un Exchange.

Nel primo caso per latenza intendiamo il tempo tra l'invio dell'ordine in un blocco per la conferma e la prima accettazione, in seguito verranno aggiunti ulteriori blocchi confermando ulteriormente l'ordine. Notiamo come la latenza sia fondamentale per il riconoscimento del bitcoin come mezzo di pagamento dato che il tempo tra il pagamento e la ricevuta è un elemento decisivo qualora sia troppo elevato. Una bassa latenza è fondamentale anche per eseguire un arbitraggio: per ottenere un profitto senza assumere alcun rischio è essenziale poter concludere le due operazioni di segno opposto nel medesimo istante.

Nel secondo caso invece, la latenza dell'Exchange indica la possibilità della piattaforma di eseguire grandi quantità di scambi nel suo portafoglio ordini. Per automatizzare una buona parte dei loro volumi, i trader usano BOT che collocano e cancellano un grande numero di ordini ogni minuto. Se la piattaforma ha una bassa latenza e un'elevata portata può agire tempestivamente, il BOT trarrà un vantaggio dall'oscillazione del prezzo. Qualora invece l'Exchange avesse alta latenza, esisterà un ritardo temporale con il quale gli ordini saranno eseguiti rispetto al movimento del prezzo. Questo inciderà su ordini con prezzi errati e perdita di opportunità per il trader.

Nel caso dell'arbitraggio, la bassa latenza è fondamentale per non esporre l'operazione al rischio che il prezzo nel secondo Exchange si abbassi. Quando acquistiamo un bitcoin sono richieste conferme da diversi nodi per confermare definitivamente l'operazione. Il sistema incide sulle difficoltà di *hashing* in modo da produrre nuovi blocchi al ritmo di un nuovo blocco ogni 10 minuti. Dato che il sistema dei blocchi è il modo con cui avvengono le conferme, il tempo medio di conferma deve essere metà del tempo utile a creare un nuovo blocco. Il tempo medio di conferma quindi dovrebbe essere di circa 5 minuti.

Figura 20 Il grafico fornisce la mediana del tempo di attesa per la conferma nella Blockchain della transazione. Il tempo di attesa per la convalida della transazione varia frequentemente. Se nel 2017 era necessarie 30 ore medie, nel 2018 l'attesa si era ridotta a 15 minuti. Fonte: Blockchain.info



Nel periodo in cui operiamo si osserva come il tempo richiesto sia superiore a 5 minuti. Questo incide sull'arbitraggio: cerchiamo di comprare basso e rivendere ad un prezzo maggiore Bitcoin tra due differenti Exchange, sfruttando differenze sui prezzi. Con l'introduzione di algoritmi che guidano il trading è fondamentale la ricerca dell'opportunità di arbitraggio e la sua esecuzione nel minor tempo possibile e prima che l'order book sia consumato da altri trader. Ridurre le operazioni anche di pochi millisecondi può comportare dei vantaggi. Il tempo per la conferma della transazione ed il ritardo per lo spostamento del BTC tra le due piattaforme, rende inadatta questa strategia di arbitraggio.

Se da un lato il ruolo principale della Blockchain è quello di liberarsi degli intermediari, dall'altro il sistema di conferma dei nodi richiede un determinato lasso di tempo. Trasferire cripto tra Exchange richiede il passaggio nella Blockchain, quindi un lasso di tempo che nel mondo finanziario è essenziale. Il ritardo di trasferimento tra piattaforme comporta rischi per gli arbitraggisti. L'alta latenza impone perciò dei limiti all'arbitraggio in quanto oltre un determinato limite il trader non è disposto a

sfruttare lo spread tra i prezzi sui mercati poiché deve attendere la fine della transazione. In questo lasso di tempo il prezzo può avere oscillazioni negative. Il mondo delle crypto implica per i trader un tempo di attesa random, che Voigt definisce “latenza stocastica”³⁴.

Ciò rende l’arbitraggio rischioso e spiega in parte perché vi siano spesso differenze di prezzo per lo stesso Bitcoin in diverse piattaforme; quindi i mercati potrebbero non essere in grado di quotare il prezzo giusto del bitcoin in ogni momento.

La maggior parte delle differenze di prezzo sui mercati non rappresentano una vera opportunità di arbitraggio se teniamo in considerazione la latenza stocastica. Inoltre, come dimostrato da Voigt, nel corso del tempo le differenze di prezzo si sono ridotte rendendo difficile individuare l’opportunità senza adeguati BOT.

Oltre alle commissioni, un ruolo fondamentale è giocato dalla Blockchain che a causa della latenza stocastica introduce dei limiti all’arbitraggio.

Identifichiamo una possibile opportunità di arbitraggio quando il prezzo bid di Coinbase è superiore al prezzo ask di Gemini (o viceversa). In tale modo compriamo l’asset in Gemini e vendiamo in Coinbase. La latenza presente nel sistema Blockchain implica il rischio che al momento della vendita in Coinbase, il prezzo risulti inferiore a quello pagato in Gemini. Questo comporta l’eliminazione del profitto oppure un accentuarsi della perdita quando le commissioni sono troppo alte.

$$C_t^{bid} - G_t^{ask} > 0$$

Il rendimento dell’arbitraggista è dato da:

$$R_{t:t+r} = C_{t+r}^{bid} - G_t^{ask} = \delta_t + C_{t+r}^{bid} - C_t^{bid}$$

³⁴ Hautsch Scheuch Voigt, Limits to Arbitrage in Markets with Stochastic Settlement Latency

Con δ_t uguale a $(C_t^{bid} - G_t^{ask})$, ossia il ritorno istantaneo che l'arbitraggio comporterebbe in assenza di latenza e $(C_{t+r}^{bid} - C_t^{bid})$ la nostra esposizione al rischio, ossia gli effetti dovuti ad un'oscillazione avversa del prezzo nel mercato di vendita. Il rischio dipende dalla probabilità che in attesa della conferma, il prezzo nel secondo mercato cambi.

$$Prob(C_{t+r}^{bid} < G_t^{ask}) > 0$$

Il ritorno istantaneo dipende dai prezzi osservati, quindi l'incertezza è legata all'evoluzione dei prezzi nel mercato di vendita. L'incertezza dipende dalla volatilità e dalla latenza stocastica.

Maggiore la volatilità nel mercato di vendita o più lunga l'attesa per il trasferimento, maggiore è il rischio di un movimento avverso del prezzo. Per Voigt, l'arbitraggista è disposto a sfruttare lo spread tra i prezzi dei due mercati se e solo se il *certainty equivalent*³⁵ del trading è positivo. Un CE positivo indica un'opportunità di arbitraggio statistico con un profitto atteso risk-adjusted positivo.

³⁵ Si intende il rendimento sicuro ottenibile oggi in contrapposizione con un rendimento maggiore futuro ma incerto, Voigt 2018

3.8 Value at risk

Il mercato delle cripto valute è conosciuto per la sua alta volatilità, il prezzo ha ampie oscillazioni anche in un periodo di tempo molto breve. Data l'elevata incertezza del mercato, la gestione dei rischi è fondamentale per ogni trader. Solo tramite un'analisi dettagliata dei possibili rischi dell'investimento il trader, nel nostro caso l'arbitraggista, può determinare l'entità delle potenziali perdite di portafoglio. Per valutare il rischio associato all'opportunità di arbitraggio utilizziamo una delle misure di rischio più diffuse, il Value at Risk.

Il VaR quantifica il livello di rischio finanziario di un portafoglio. Esprime l'importo massimo che ci si può aspettare di perdere nell'esecuzione dell'operazione, al momento corrente, per un determinato periodo di tempo e con un determinato livello di confidenza. Determina la perdita massima nello scenario peggiore e la probabilità di verificarsi nella tempistica considerata.

È composto da quattro elementi:

- La massima perdita potenziale che la nostra posizione può subire;
- Il livello di confidenza: la distribuzione di probabilità dei valori futuri della variabile, solitamente al 95% o 99%;
- Orizzonte temporale: *l'holding period* in cui voglio stimare il rischio;
- La deviazione standard della variabile, nel nostro caso la variazione di quotazione del BTC/USD;

Ci permette di catturare tramite un solo numero un aspetto del rischio.

Il VaR può essere calcolato con diversi approcci: parametrico, storico e la simulazione Monte Carlo. Abbiamo utilizzato il modello parametrico reso famoso da J.P. Morgan, assumendo una distribuzione Normale della nostra variabile. La formula del VaR è:

$$VaR = E * \sigma * \alpha * \text{sqrt}(t)$$

(E) rappresenta il valore corrente dell'asset, (σ) è la volatilità espressa in termini di minuti, (α) è l'intervallo di confidenza associato ad una determinata probabilità solitamente pari al 95% o 99%, (t) rappresenta il *holding period* espresso nel nostro caso in termini di minuti.

Nell'analisi che abbiamo effettuato, abbiamo considerato un livello di confidenza del 99% (la correttezza della distribuzione di probabilità incide sull'esattezza del VaR).

Abbiamo distinto due opportunità differenti di arbitraggio: nel primo caso abbiamo acquistato in Coinbase alle 21:34:00 ad un prezzo pari a \$10116,508 con il corrispettivo in Gemini pari a \$10139,925. Per quanto riguarda l'*holding period*, abbiamo considerato 3 ipotesi differenti: 35 minuti, 90 minuti e 130 minuti.

- Ipotizzando un arco temporale di 35 minuti, la massima perdita realizzabile con un livello di confidenza del 99% è pari a \$151,404;
- Con un *holding period* di 90 minuti e un livello di confidenza del 99%, mi aspetto una perdita massima pari a \$242,787;
- Ipotizzando invece un arco temporale più ampio, nello scenario peggiore la perdita realizzabile è pari a \$291,793;

Nel primo caso, nello scenario peggiore e con una probabilità del 99% realizzerei una perdita massima del 1,493%, nel secondo caso una perdita massima dello 2,394% e nella terza ipotesi la perdita sarebbe pari allo 2,878%.

In questa prima opportunità di arbitraggio l'eventuale profitto realizzabile, al lordo delle commissioni è pari a \$23,417 ossia lo 0,2315%. Con un *holding period* di 30, 90 e 130 minuti, la volatilità è tale che rischierebbe di eliminare il possibile profitto dell'arbitraggio.

Nella seconda opportunità di arbitraggio acquistiamo bitcoin in Gemini ad un prezzo di \$10075,714 alle 22:50:00 con il corrispettivo prezzo in Coinbase pari a \$10117,752. Il profitto teorico dell'arbitraggio al lordo dei costi di transazione sarebbe pari a \$42,039, ossia lo 0,417%.

Consideriamo sempre tre archi temporali differenti di 35 minuti, 90 minuti e 130 minuti.

- Con un orizzonte temporale di 35 minuti, con una probabilità del 99%, la perdita massima realizzabile è pari a \$122,373;
- Con un livello di confidenza del 99% e un arco temporale di 90 minuti, mi aspetto che la perdita peggiore sia pari a \$211,956;
- Nel caso di una transazione lenta pari a 130 minuti il VaR è \$254,740;

Nel primo caso con una transazione veloce la perdita massima nello scenario possibile è del 1,209%; considerando un *holding period* di 90 minuti la perdita massima realizzabile sarebbe dello 2,095%; nel terzo caso con transazione lenta la perdita massima sarebbe pari allo 2,517%. Data la quotazione del Bitcoin, sono 99% confidente che la maggior perdita per un determinato periodo di tempo, potrebbe compromettere il mio profitto teorico dello 0,417%.

Il livello di confidenza del 99%, ci indica che nell'1% dei casi la perdita potrebbe essere superiore: c'è 1% di probabilità che le perdite siano superiori nel periodo di tempo considerato. Tuttavia, il VaR non ci dà alcuna indicazione su tali perdite. Quindi la volatilità potrebbe essere tale da eliminare l'opportunità di arbitraggio, dato che la transazione richiede differenti minuti per essere conclusa.

Capitolo 4: Limiti Arbitraggio

4.1 Fees

Nell'analisi delle fees, per l'esecuzione dell'arbitraggio, abbiamo ipotizzato un investitore americano che acquista e vende Bitcoin contro dollaro. Sono 3 le tipologie di commissioni che si riscontrano quando si opera con i bitcoin nei due Exchange in esame: deposit fees (moneta fiat/Bitcoin), withdrawal fees (moneta fiat/Bitcoin) e transaction fees.

I deposit/withdrawal fees sono le commissioni caricate dagli Exchange per il deposito e il ritiro di moneta dal conto bancario o dalla carta di credito. Per quanto concerne Coinbase ci sono 3 diverse modalità che possono essere prese in considerazione: il conto bancario americano con una commissione dell'1,49% con fondi disponibili, mediamente, in 5-7 giorni; carta di debito o credito con una commissione del 3,99% con fondi disponibili all'istante; il Coinbase USD Wallet invece permette un'operazione istantanea all'1,49%. Quest'ultimo è il metodo che noi abbiamo ipotizzato nell'analisi poiché istantaneo ed economico.

Deposit Fees	Credit/Debit card: 3,99%
	SEPA: 0\$ U.S Bank transfer: 1,49%
	Coinbase USD wallet: 1,49%

Per quanto riguarda le commissioni di ritiro, Coinbase applica un importo fisso pari a \$25.

Withdrawal Fees	SEPA: Fees vary by location
	U.S. Wire Transfer: \$25

In Gemini, invece, dato che non si applicano commissioni, è stato utilizzato il “wire transfer”, ipotizzando un’operazione istantanea. Nel caso di ACH (Automated Clearing House) vengono applicate commissioni differenti a seconda della propria banca.

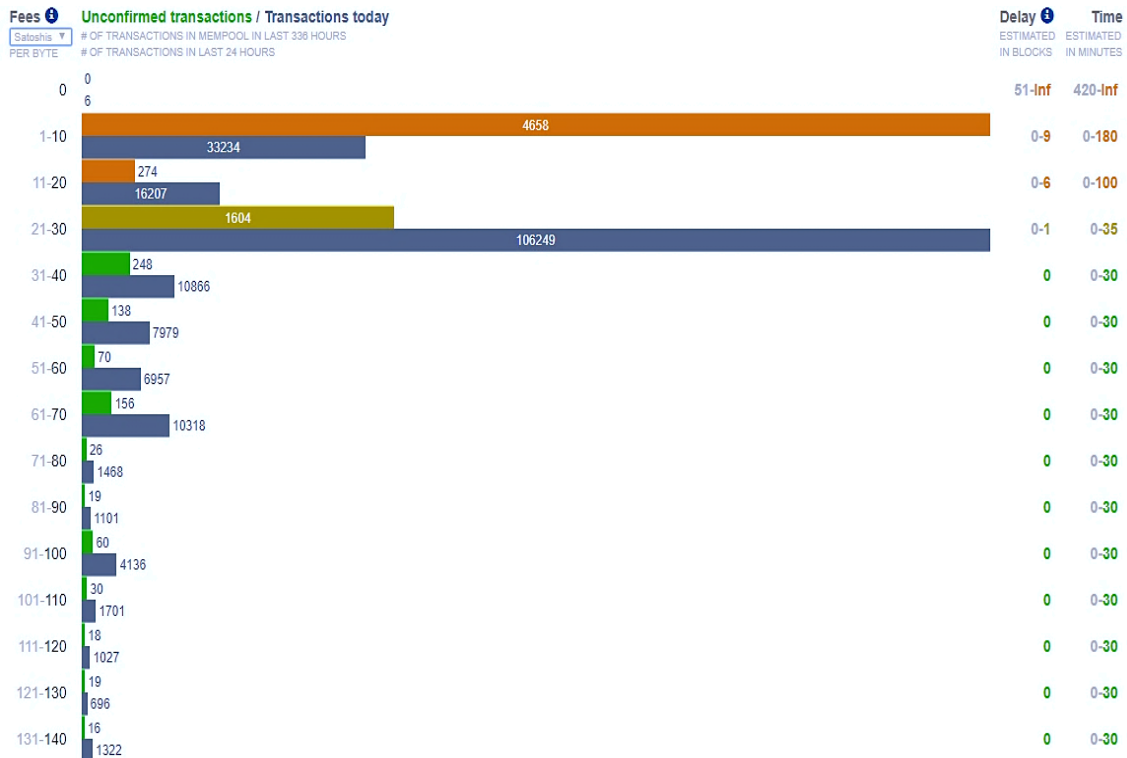
Deposit Fees	Cryptocurrency: None
	Wire transfer: None
	ACH: None
	Banks may charge transfer fee

Non si applica nessun caricamento neanche nel ritiro di moneta fiat.

Withdrawal Fees	Cryptocurrency: Up to 0,002 BTC
	Other: None

Per quanto riguarda le transazioni, abbiamo distinto tra commissioni variabili e *maker/taker*. Normalmente la fee che pagheremo ai *miners*, per registrare la nostra operazione sulla Blockchain, viene decisa in base al traffico nel momento dell’operazione; a seconda della velocità con cui desideriamo concludere l’operazione pagheremo una commissione alta o bassa e dal valore della cripto. Più pagheremo, più veloce risulterà l’operazione. In momenti con un grande numero di transazioni, il costo medio di una fee aumenta poiché aumenta la competizione per la convalida dell’operazione.

Tabella 9 rappresenta le transazioni non confermate nel momento in cui eseguiamo l'arbitraggio. la colonna a destra mostra il numero di satoshi che si è disposti a pagare. Le barre rappresentano il volumi di scambi in attesa. Le colonne di destra invece indicano il tempo in blocchi e minuti di attesa associato ad ogni range di satoshi che si è disposti a pagare. Fonte: [Bitcoinfoes.Earn.com](https://bitcoinfoes.earn.com)



La commissione non dipende dall'importo della transazione, ma da quanto spazio occuperà nella Blockchain, circa 225 byte. Il pagamento viene effettuato in base ai *satoshi*, ossia un centesimo di bit³⁶: si moltiplicano i byte per i satoshi che si è disposti a pagare. Ad ogni livello di satoshi pagato, corrisponde un numero di blocchi di attesa affinché il miner registri la transazione. Abbiamo ipotizzato due casi differenti per entrambi gli intermediari: una transazione veloce di circa 5 minuti di attesa per un totale di 40 satoshi, con pagamento registrato all'istante nel primo blocco disponibile, per un ammontare di \$91,049³⁷; una transazione lenta con un intervallo di 100 minuti circa per 11 satoshi ossia \$25,039³⁸.

³⁶ Un bit è un milionesimo di bitcoin

³⁷ Il valore è riferito alla quotazione BTC/USD pari a 10116,50803. Moltiplichiamo 40 satoshi per 225 byte per un ammontare pari a 9000 satoshi. Dato che un BTC vale 10116,50803, 1000 bit corrispondono a 0,01012\$

³⁸ La commissione è riferita alla quotazione BTC/USD pari a 10116,50803

Tabella 10 La tabella rappresenta il costo per la conferma della transazione nella Blockchain in caso di transazione lenta, quando si è disposti a pagare solo 11 satoshi

	coinbase	gemini
satoshi per byte	11	11
bytes	225	225
costo in satoshi	2475	2475
costo in bit	24,75	24,75
BTC rate	10116,508	10139,925
1000 bit	10,11651	10,13992
1 bit	0,010117	0,01014
fees \$	25,03836	25,09631

Un metodo alternativo che abbiamo utilizzato è il maker/taker fee. Si tratta di una commissione introdotta dall'Exchange Kraken e successivamente seguito da altre piattaforme. Si applica il taker fee se l'ordine viene abbinato immediatamente ad un ordine già presente nel order book. Definito taker poiché rimuove liquidità dal mercato. Un maker fee viene applicato se l'ordine non è accoppiato immediatamente con un ordine presente nel order book, aggiungendo così liquidità al mercato. In sintesi, quando si acquista o si vende, con un prezzo tale da permettere l'esecuzione immediata dell'ordine, si applica la taker fee. In caso contrario l'ordine rimane per un lasso di tempo nel book, diventando meno vantaggioso, per questo motivo il maker fee è più alto del taker fee. Maggiore è l'acquisto o la vendita, più piccola è la commissione applicata. Poiché il nostro fine è l'arbitraggio, abbiamo applicato il taker fee, data la velocità di abbinamento dell'ordine. Gemini applica una fee del 0,35% per il taker e del 0,25% per il maker³⁹. Coinbase invece applica una fee del 0,35% per il taker e il maker⁴⁰.

³⁹ Commissione applicata per il range 0 - \$500k, www.gemini.com

⁴⁰ Commissione applicata il range \$10k - \$50k, www.coinbase.com

Tabella 11 La tabella rappresenta un esempio di taker/maker fees applicate da Gemini.

Trading Volume USD	Taker Fee	Maker Fee
0	0,350%	0,100%
≥ \$1000000	0,250%	0,100%
≥ \$2500000	0,200%	0,075%
≥ \$5000000	0,150%	0,075%
≥ \$7500000	0,125%	0,000%
≥ \$10000000	0,100%	0,000%
≥ \$15000000	0,100%	0,000%
≥ \$25000000	0,075%	0,000%
≥ \$100000000	0,050%	0,000%
≥ \$250000000	0,040%	0,000%
≥ \$500000000	0,030%	0,000%

Infine, abbiamo considerato i costi di deposito e ritiro per i bitcoin: come per la maggior parte degli Exchange, tali fees sono nulli per Gemini. Coinbase applica 0,1\$ per il ritiro di Bitcoin. Sia Gemini che Coinbase applicano anche una convenience fee: si tratta di una commissione pari al 0,50% applicata al prezzo di mercato. Determinati intermediari con commissioni basse applicano uno spread superiore, facendo pagare di più un bitcoin quando si acquista o di meno in caso di vendita. Riportiamo di seguito una tabella riassuntiva delle commissioni applicate dai due intermediari. Si nota che Coinbase presenta commissioni più alte rispetto a Gemini.

Tabella 12 mostra un esempio delle commissioni richieste dalle due piattaforme selezionate per eseguire l'arbitraggio.

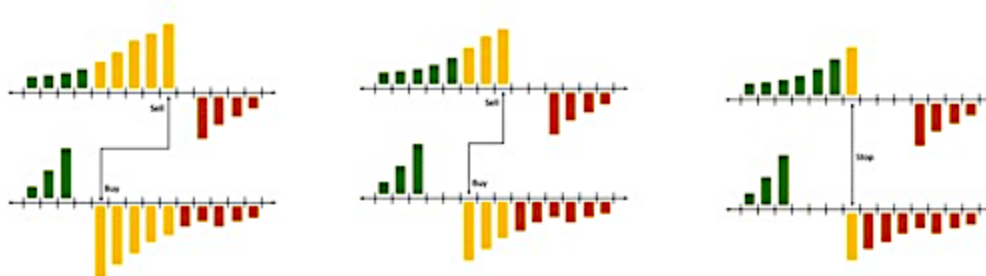
Exchange	coinbase	gemini
Fiat deposit fees %	1,49	free
Trading fees \$	25,0384	25,0963
Taker fees %	0,35	0,35
Bitcoin Withdrawal fees %	0,1	free
Bitcoin deposit fees %	free	free
Fiat withdrawal fees \$	25	free
Convenience fee %	0,5	0,5 ⁴¹

⁴¹ Dati aggiornati al 2020 (finder.com)

4.2 Prova applicata

L'opportunità di arbitraggio viene individuata nella differenza tra il prezzo bid più alto e il prezzo ask più basso: quando il prezzo bid del bitcoin in una piattaforma è più alto del prezzo ask di un'altra piattaforma, si può intervenire per eseguire un arbitraggio. L'esecuzione di una determinata operazione tenderà a consumare l'order book, quindi una riduzione dell'opportunità di arbitraggio dopo ogni contrattazione.

Figura 21 Il grafico rappresenta il consumo dell'order book quando si sfrutta un'opportunità di arbitraggio



Consideriamo due opportunità di arbitraggio differenti: nel primo caso si acquista bitcoin in Coinbase, piattaforma con volumi maggiori e prezzo inferiore e si vende in Gemini, piattaforma con volumi inferiori e prezzo maggiore. Nel secondo caso abbiamo eseguito il percorso inverso, abbiamo acquistato ad un prezzo ask più basso in Gemini e vendiamo ad un prezzo bid più alto su Coinbase.

Per ogni opportunità di arbitraggio consideriamo 3 differenti casi. A seconda della commissione di transazione che siamo disposti a pagare, abbiamo evidenziato tre casi differenti: fees bassa con un arco temporale lungo pari a 100 minuti, fees alta con un holding period di 5 minuti e la taker fees ipotizzando un attesa media di 60 minuti. Consideriamo in seguito anche il tempo necessario per muovere il bitcoin da un Exchange all'altro. Per Coinbase, il tempo richiesto per spostare la cripto valuta tra i due wallet varia tra i 15 e i 90 minuti (abbiamo considerato un'attesa media di 30 minuti). Per Gemini invece, sono necessari circa 30 minuti per spostare un Bitcoin in un'altra piattaforma.

Il tempo richiesto per il deposito è stato considerato di pochi secondi dato che viene effettuato in modo istantaneo in entrambe le piattaforme. Solitamente quando si acquista un bitcoin, le fees vengono detratte dal valore depositato; in questo invece abbiamo considerato di depositare una somma totale pari alla somma della quotazione BTC/USD e le fees pagate. Nel momento della vendita invece le fees saranno detratte dal prezzo di vendita.

4.2.1 Coinbase low Gemini high: Transazione lenta

Le formule utilizzate sono le seguenti:

$$B_{buy} = BTC * n^{\circ} * (1 + deposit\ fees) * (1 + spread) + trading\ fees + withdrawal\ fees$$

$$B_{sell} = BTC * n^{\circ} * (1 - spread)$$

Come sopra indicato, abbiamo riscontrato un'opportunità di arbitraggio al minuto 21:34:00, con bitcoin quotato a \$10.116,508 in Coinbase (prezzo ask) e \$10.139,924 in Gemini (prezzo bid). Il guadagno teorico al lordo delle commissioni è pari a \$23,42 (0,231%).

Tabella 13 Arbitrage calculator

21:34:00	Cheap Exchange	Expensive Exchange
Exchange	coinbase	gemini
BTC	10116,50803	10139,92486
Fiat deposit fees %	1,49	
Trading fees \$	25,03835737	25,09631403
Bitcoin Withdrawal fees \$	0,1	0
Bitcoin deposit fees		
Fiat withdrawal fees \$	25	0
convenience fee %	0,5	0,5
N. of Bitcoins to arbitrage	1	
Estimated revenue	\$10.089,2252	
Invested money	\$10.343,7186	
Profit / Loss	-\$254,49	

Eseguendo all'istante le operazioni, riscontriamo come le commissioni annullino l'eventuale profitto realizzabile dall'arbitraggio, chiudendo in negativo per una somma pari a -\$254,49.

Tuttavia, le transazioni richiedono un determinato periodo di tempo per essere effettuate, a seconda delle fees di transazione che siamo disposti a pagare. Considerando 11 satoshi per byte, ci attendiamo di aspettare tra 0 e 6 blocchi per la conferma nella Blockchain, ossia circa 100 minuti.

Tabella 14

23:14:00	Cheap Exchange	Expensive Exchange
Exchange	coinbase	gemini
BTC	10116,50803	10118,31
Fiat deposit fees %	1,49	
Trading fees \$	25,03835737	25,04281725
Bitcoin Withdrawal fees \$	0,1	0
Bitcoin deposit fees		
Fiat withdrawal fees \$	25	0
convenience fee %	0,5	0,5
N. of Bitcoins to arbitrage	1	
Estimated revenue	\$10.067,7185	
Invested money	\$10.343,7186	
Profit / Loss	-\$276,000	

In attesa della conferma, il prezzo su Gemini è variato a causa della volatilità. Il prezzo è diminuito, arrivando a \$10118,31. In questo caso la perdita è maggiore ed è pari a -\$276,00.

In seguito, abbiamo considerato il tempo necessario per spostare il bitcoin tra un wallet e l'altro. Per Coinbase, abbiamo considerato un tempo medio di 30 minuti.

Tabella 15

23:44:00	Cheap Exchange	Expensive Exchange
Exchange	coinbase	gemini
BTC	10116,50803	10133,648
Fiat deposit fees %	1,49	
Trading fees \$	25,03835737	25,04281725
Bitcoin Withdrawal fees \$	0,1	0
Bitcoin deposit fees		
Fiat withdrawal fees \$	25	0
convenience fee %	0,5	0,5
N. of Bitcoins to arbitrage	1	
Estimated revenue	\$10.082,98	
Invested money	\$10.343,72	
Profit / Loss	-\$260,74	

In 30 minuti la volatilità è talmente alta da rialzare il prezzo del bitcoin in Gemini, \$10133, 648. Abbiamo iniziato l'operazione alle 21:34:00 e la abbiamo conclusa alle 23:44:00. Le fees eliminano totalmente il profitto teorico, con una perdita pari a \$260,74.

Tabella 16

	coinbase		gemini	
convenience fees \$	51,33622001	18%	50,59155	18%
btc withdrawal fees \$	0,1	0%		
trading fees \$	25,03835737	9%		
fiat withdrawal fees \$				
fiat deposit fees \$	150,7359697	54%		

Riportiamo in tabella quanto incide la singola commissione sul risultato finale. La fees di deposito incide per il 54% risultando la più influente. Le fees pongono dei limiti all'opportunità di arbitraggio. Un ruolo fondamentale è deciso anche dal tempo richiesto per la sua realizzazione. La volatilità è molto elevata e le variazioni del prezzo possono aumentare o ridurre la perdita.

4.2.2 Coinbase low Gemini high: Transazione veloce

Nella seconda ipotesi abbiamo considerato una commissione di transazione di 40 satoshi, con la transazione inserita nel primo blocco libero e un'attesa di conferma di 5 minuti. Compriamo in Coinbase alle 21:34:00 con il corrispettivo prezzo in Gemini pari a \$10139,924.

Tabella 17

21:34:00	Cheap Exchange	Expensive Exchange
Exchange	coinbase	gemini
BTC	10116,50803	10139,92486
Fiat deposit fees %	1,49	
Trading fees \$	91,0485723	91,25932378
Bitcoin Withdrawal fees	0,1	0
Bitcoin deposit fees		
Fiat withdrawal fees	25	0
convenience fee %	0,5	0,5
N. of Bitcoins to arbitrage	1	
Estimated revenue	\$10.089,225241	
Invested money	\$10.409,728795	
Profit / Loss	-\$320,504	

Aumentando la velocità con la quale realizzare la transazione, la trading fee aumenta da \$25,038 a \$91,048. A parità delle altre condizioni, la nostra perdita aumenta a \$320,504. Con 5 minuti richiesti come attesa per la conferma, il nostro arbitraggio risulta:

Tabella 18

21:39:00	Cheap Exchange	Expensive Exchange
Exchange	coinbase	gemini
BTC	10116,50803	10168,645
Fiat deposit fees %	1,49	
Trading fees \$	91,0485723	91,25932378
Bitcoin Withdrawal fees	0,1	0
Bitcoin deposit fees		
Fiat withdrawal fees	25	0
convenience fee %	0,5	0,5
N. of Bitcoins to arbitrage	1	
Estimated revenue	\$10.117,801775	
Invested money	\$10.409,728795	
Profit / Loss	-\$ 291,927	

La volatilità è talmente alta che il prezzo in Gemini varia da \$10139,924 a \$10168,645. La volatilità a nostro favore che aumenta il prezzo, diminuisce la perdita a \$291,927.

Tabella 19

22:09:00	Cheap Exchange	Expensive Exchange
Exchange	coinbase	gemini
BTC	10116,50803	10238,23786
Fiat deposit fees %	1,49	
Trading fees \$	91,0485723	91,517805
Bitcoin Withdrawal fees	0,1	0
Bitcoin deposit fees		
Fiat withdrawal fees	25	0
convenience fee %	0,5	0,5
N. of Bitcoins to arbitrage	1	
Estimated revenue	\$10.187,05	
Invested money	\$10.409,73	
Profit / Loss	-\$222,68	

Considerando i 30 minuti necessari per spostare il bitcoin da Coinbase a Gemini, alle 22:09:00 il prezzo è aumentato a \$10239,237. La nostra perdita alla fine dell'operazione è pari a \$222,68.

Tabella 20

	coinbase		gemini	
convenience fees \$	51,33622	15%	50,84323	15%
btc withdrawal fees \$	0,1	0%		
trading fees \$	91,0485723	26%		
fiat withdrawal fees \$				
fiat deposit fees \$	150,73597	44%		

Le commissioni di deposito continuano ad incidere per il 44%, mentre aumenta il trading fee al 26%, dovuto al fatto che siamo disposti a pagare una somma maggiore per accelerare la transazione. L'aumento di questa commissione tuttavia, incide negativamente. La velocità di transazione inciderebbe positivamente nel caso in cui il profitto teorico fosse superiore alle commissioni pagate.

4.2.3 Coinbase low Gemini high: Taker fees

Nel terzo caso, abbiamo ipotizzato di pagare la taker fees pari allo 0,35%, considerando un tempo di attesa di 60 minuti, 6 blocchi con una media di 10 minuti ciascuno. Effettuando un'operazione istantanea alle 21:34:00, le commissioni sono elevate e non permettono di ottenere un profitto.

La perdita realizzabile da tale operazione è di \$265,57.

Tabella 21

21:34:00	Cheap Exchange	Expensive Exchange
Exchange	coinbase	gemini
BTC	10116,50803	10139,92486
Fiat deposit fees %	1,49	
Trading fees %	0,35	0,35
Bitcoin Withdrawal fees \$	0,1	0
Bitcoin deposit fees		
Fiat withdrawal fees \$	25	0
convenience fee %	0,5	0,5
N. of Bitcoins to arbitrage	1	
Estimated revenue	\$10.089,2252	
Invested money	\$10.354,7953	
Profit / Loss	-\$265,57	

Nei 60 minuti nei quali viene confermata la transazione, il prezzo varia da \$10139,924 a \$10175,706. La volatilità è molto alta, tale da permettere di duplicare l'eventuale profitto.

Tabella 22

22:34:00	Cheap Exchange	Expensive Exchange
Exchange	coinbase	gemini
BTC	10116,50803	10175,70667
Fiat deposit fees %	1,49	
Trading fees %	0,35	0,35
Bitcoin Withdrawal fees \$	0,1	0
Bitcoin deposit fees		
Fiat withdrawal fees \$	25	0
convenience fee %	0,5	0,5
N. of Bitcoins to arbitrage	1	
Estimated revenue	\$10.124,8281	
Invested money	\$10.354,7953	
Profit / Loss	-\$ 229,9671	

Tuttavia, il risultato dell'operazione è sempre negativo e pari a \$229,967. Nonostante l'opportunità di arbitraggio e la volatilità alta che aumenta il prezzo, l'operazione è sempre negativa.

Il terzo aspetto che consideriamo è il tempo richiesto per spostare il Bitcoin da Coinbase a Gemini. Con un arco temporale di 30 minuti, l'operazione si concluderà alle 23:04:00 con una perdita di \$291,507. Le commissioni sono oltre il limite che permette di sfruttare l'opportunità di arbitraggio. La volatilità è molto alta, dopo 90 minuti, il prezzo su Gemini è di \$10113,857 ossia inferiore al prezzo di acquisto su Coinbase. L'elevata oscillazione del prezzo elimina l'opportunità di arbitraggio.

Tabella 23

23:04:00	Cheap Exchange	Expensive Exchange
Exchange	coinbase	gemini
BTC	10116,50803	10113,8575
Fiat deposit fees %	1,49	
Trading fees %	0,35	0,35
Bitcoin Withdrawal fees \$	0,1	0
Bitcoin deposit fees		
Fiat withdrawal fees \$	25	0
convenience fee %	0,5	0,5
N. of Bitcoins to arbitrage	1	
Estimated revenue	\$10.063,288213	
Invested money	\$10.354,7953	
Profit / Loss	-\$ 291,507041	

Tabella 24

	coinbase	gemini
convenience fees \$	51,34 18%	50,88 18%
btc withdrawal	0,10 0%	
trading fees \$	35,59 12%	
fiat withdrawal fees \$		
fiat deposit fees \$	150,74 52%	

La commissione che più incide resta quella di deposito. La taker fee risulta comporta un'attesa di 60 minuti, interponendosi tra 11 e 40 satoshi/byte. Pur pagando una commissione inferiore rispetto ai 40 satoshi, il risultato finale dell'arbitraggio evidenzia una perdita superiore. Ciò è dovuto all'effetto dell'elevata volatilità. Aspettando la conferma della transazione, il prezzo in Gemini si è mosso contro il nostro investimento.

4.2.4 Gemini low Coinbase high: Transazione lenta

Le formule utilizzate sono le seguenti:

$$B_{buy} = BTC * n^{\circ} * (1 + spread) + trading\ fees$$

$$B_{sell} = BTC * n^{\circ} * (1 - spread) - withdrawal\ fees$$

Riscontriamo l'opportunità di arbitraggio al minuto 22:50:00 con bitcoin quotato a \$10075,714 in Gemini e \$10117,752 in Coinbase. Al lordo delle commissioni, il profitto teorico è uguale a \$42,038 ossia 0,417% se l'operazione fosse istantanea e senza alcun rischio.

Tabella 25

22:50:00	Cheap Exchange	Expensive Exchange
Exchange	gemini	coinbase
BTC	10075,714	10117,7527
Fiat deposit fees %		1,49
Trading fees \$	24,93739215	25,04143794
Bitcoin Withdrawal fees \$	0	0,1
Bitcoin deposit fees		
Fiat withdrawal fees \$	0	25
convenience fee %	0,5	0,5
N. of Bitcoins to arbitrage	1	
Estimated revenue	\$10.042,1639	
Invested money	\$10.151,0300	
Profit / Loss	-\$108,866	

Nonostante ciò, il risultato dell'arbitraggio sarebbe negativo registrando una perdita di \$108,886. La trading fee che abbiamo pagato è pari a 11 satoshi per byte. Pagando una commissione così bassa, il tempo richiesto è di circa 100 minuti, da 0 a 6 blocchi di attesa per la conferma.

Tabella 26

00:30:00	Cheap Exchange	Expensive Exchange
Exchange	gemini	coinbase
BTC	10075,714	10199,65458
Fiat deposit fees %		1,49
Trading fees \$	24,93739215	25,24414509
Bitcoin Withdrawal fees \$	0	0,1
Bitcoin deposit fees		
Fiat withdrawal fees \$	0	25
convenience fee %	0,5	0,5
N. of Bitcoins to arbitrage	1	
Estimated revenue	\$10.123,6563	
Invested money	\$10.151,0300	
Profit / Loss	-\$27,374	

Alle 00:30:00 quando la nostra transazione si è conclusa, il prezzo del bitcoin in Coinbase è variato a causa dell'alta volatilità. Il prezzo subisce un aumento dello 0,81% rispetto alle 22:50:00, portando il profitto al lordo delle commissioni a \$123,940, ossia il 1,23%. Se potessimo trasportare la nostra cripto da Gemini in Coinbase all'istante, anche in questo caso le commissioni elevate causerebbero un risultato negativo. L'elevata volatilità gioca a favore della nostra operazione, riducendo la perdita del 74,85%, ossia a -\$27,374.

Consideriamo infine il tempo necessario per spostare il bitcoin tra i nostri due wallet: l'operazione si concluderebbe alle 01:00:00, ossia dopo 130 minuti. l'effetto principale da tenere in considerazione è la volatilità. Se il prezzo in Coinbase continuasse ad aumentare, potrebbe portare ad una diminuzione della perdita, o addirittura un possibile profitto al netto delle commissioni. In questo caso il prezzo è pari a \$10190,986.

Tabella 27

01:00:00	Cheap Exchange	Expensive Exchange
Exchange	gemini	coinbase
BTC	10075,714	10190,98689
Fiat deposit fees %		1,49
Trading fees \$	24,93739215	25,24414509
Bitcoin Withdrawal fees \$	0	0,1
Bitcoin deposit fees		
Fiat withdrawal fees \$	0	25
convenience fee %	0,5	0,5
N. of Bitcoins to arbitrage	1	
Estimated revenue	\$10.115,03	
Invested money	\$10.151,03	
Profit / Loss	-\$36,00	

L'operazione finale si concluderebbe con una perdita di \$36, inferiore rispetto ad un'operazione conclusa all'istante del 66,93% pari a \$72,868.

Tabella 28

	gemini	coinbase
convenience fees \$	50,38 33%	50,955 34%
btc withdrawal fees \$		
trading fees \$	24,94 16%	
fiat withdrawal fees \$		25 17%
fiat deposit fees \$		

Variando la struttura delle fees rispetto alla precedente opportunità di arbitraggio, pagando 11 satoshi per byte, lo spread applicato ad entrambe le piattaforme incide con un 67% sulla perdita realizzata dall'operazione. Senza tale commissione, l'operazione si sarebbe conclusa con un profitto di \$65,34, al netto dei costi e dell'effetto della volatilità.

Se aumentassimo il numero di bitcoin acquistati in Gemini, ad esempio ipotizzando di comprare 4 bitcoin, realizzeremmo un profitto al netto delle commissioni delle due piattaforme e al netto dell'effetto della volatilità. L'arbitraggio si concluderebbe con un profitto pari a \$5,82.

Tabella 29

01:00:00	Cheap Exchange	Expensive Exchange
Exchange	gemin	coinbase
BTC	10075,714	10190,98689
Fiat deposit fees %		1,49
Trading fees \$	24,93739215	25,24414509
Bitcoin Withdrawal fees	0	0,1
Bitcoin deposit fees		
Fiat withdrawal fees	0	25
convenience fee %	0,5	0,5
N. of Bitcoins to arbitrage	4	
Estimated revenue	\$40.535,13	
Invested money	\$40.529,31	
Profit / Loss	\$5,82	

Tuttavia, molte piattaforme presentano dei limiti sul numero di bitcoin acquistabili. Fornire maggiori informazioni personali, come definito dalla politica del *Know Your Customer* fornisce la possibilità di poter aumentare tali limiti. Gemini impone ai propri clienti un limite di \$500 che può alzarsi fino a \$15k al giorno. Con tale limite, alle 22:50:00 in Gemini sarà possibile acquistare una quantità di bitcoin pari a circa 1,49 B.

Tabella 30

01:00:00	Cheap Exchange	Expensive Exchange
Exchange	gemin	coinbase
BTC	10075,714	10190,98689
Fiat deposit fees %		1,49
Trading fees \$	24,93739215	25,24414509
Bitcoin Withdrawal fees	0	0,1
Bitcoin deposit fees		
Fiat withdrawal fees	0	25
convenience fee %	0,5	0,5
N. of Bitcoins to arbitrage	1,49	
Estimated revenue	\$15.083,65	
Invested money	\$15.112,82	
Profit / Loss	-\$29,17	

Il risultato dell'arbitraggio risulterebbe ancora negativo con una perdita di \$29,17.

4.2.5 Gemini low Coinbase high: Transazione veloce

Consideriamo l'effetto che produrrebbe un'operazione svolta con una maggiore velocità, pagando una trading fee pari a 40 satoshi per byte. Acquistando e vendendo

nello stesso istante, l'arbitraggio provocherebbe una perdita pari a \$174,61. Le commissioni superano il limite massimo che consente di realizzare un guadagno.

Tabella 31

22:50:00	Cheap Exchange	Expensive Exchange
Exchange	gemini	coinbase
BTC	10075,714	10117,7527
Fiat deposit fees %		1,49
Trading fees \$	90,681426	91,05977432
Bitcoin Withdrawal fees	0	0,1
Bitcoin deposit fees		
Fiat withdrawal fees	0	25
convenience fee %	0,5	0,5
N. of Bitcoins to arbitrage	1	
Estimated revenue	\$10.042,1639	
Invested money	\$10.216,7740	
Profit / Loss	-\$174,610	

L'acquisto richiederebbe un'attesa di 5 minuti, con la transazione inserita subito nel primo blocco disponibile. Con una transazione veloce, subiamo meno l'effetto della volatilità, tuttavia, alle 22:55:00 il prezzo del bitcoin in Coinbase diminuisce a \$10106,265 aumentando la nostra perdita a \$186,04.

Tabella 32

22:55:00	Cheap Exchange	Expensive Exchange
Exchange	gemini	coinbase
BTC	10075,714	10106,26514
Fiat deposit fees %		1,49
Trading fees \$	90,681426	90,95638629
Bitcoin Withdrawal fees	0	0,1
Bitcoin deposit fees		
Fiat withdrawal fees	0	25
convenience fee %	0,5	0,5
N. of Bitcoins to arbitrage	1	
Estimated revenue	\$10.030,7338	
Invested money	\$10.216,7740	
Profit / Loss	-\$186,040	

Con tempo pari a 30 minuti per spostare la cripto valuta tra i due Exchange, la nostra operazione si concluderebbe alle 23:25:00. La volatilità in questo arco temporale è elevata e gioca a favore dell'arbitraggio alzando il prezzo su Coinbase a \$10134,943. La volatilità aumenta il profitto teorico realizzabile allo 0,58%, però le elevate commissioni pagate concludono l'operazione con una perdita di \$157,51.

Tabella 33

23:25:00	Cheap Exchange	Expensive Exchange
Exchange	gemini	coinbase
BTC	10075,714	10134,94356
Fiat deposit fees %		1,49
Trading fees \$	90,681426	0
Bitcoin Withdrawal fees	0	0,1
Bitcoin deposit fees		
Fiat withdrawal fees	0	25
convenience fee %	0,5	0,5
N. of Bitcoins to arbitrage	1	
Estimated revenue	\$10.059,27	
Invested money	\$10.216,77	
Profit / Loss	-\$157,51	

Aumentando la velocità di esecuzione dell'ordine e con una volatilità a favore che aumenta il prezzo nel mercato in cui vendiamo, l'operazione si conclude comunque con un risultato negativo. La maggior velocità implica un triplicarsi della trading fee che incide per il 42%. Rilevante è anche lo spread applicato dalle due piattaforme che incide per il 46% sul risultato negativo dell'operazione.

Tabella 34

	gemini	coinbase
convenience fees \$	50,38 23%	50,531 23%
btc withdrawal fees \$		
trading fees \$	90,68 42%	
fiat withdrawal fees \$		25 12%
fiat deposit fees \$		

4.2.6 Gemini low Coinbase high: Taker fees

Nella terza ipotesi abbiamo considerato di pagare la taker fees pari a 0,35%, con un'attesa media per la conferma della transazione di 60 minuti. La taker fee si interpone tra la commissione di 11 satoshi/byte con un'attesa media di 100 minuti e 40 satoshi/byte con un'attesa media di 5 minuti.

Tabella 35

22:50:00	Cheap Exchange	Expensive Exchange
Exchange	gemini	coinbase
BTC	10075,714	10117,7527
Fiat deposit fees %		1,49
Trading fees %	0,35	0,35
Bitcoin Withdrawal fees	0	
Bitcoin deposit fees		
Fiat withdrawal fees	0	25
convenience fee %	0,5	0,5
N. of Bitcoins to arbitrage	1	
Estimated revenue	\$10.042,1639	
Invested money	\$10.161,5339	
Profit / Loss	-\$119,37	

Eseguendo l'operazione all'istante alle 22:50:00 il profitto teorico dello 0,41% viene annullato dalle commissioni pagate. Registriamo una perdita pari a \$119,37. Consideriamo il tempo richiesto per la conferma della transazione nella Blockchain. Nei successivi 60 minuti di attesa, opera l'effetto volatilità: il prezzo in Coinbase oscilla tra un minimo di \$10085,106 e un massimo di \$10164,59 per poi toccare quota \$10169,572 alle 23:50:00.

Tabella 36

23:50:00	Cheap Exchange	Expensive Exchange
Exchange	gemini	coinbase
BTC	10075,714	10169,57258
Fiat deposit fees %		1,49
Trading fees %	0,35	0,35
Bitcoin Withdrawal fees \$	0	0,1
Bitcoin deposit fees		
Fiat withdrawal fees \$	0	25
convenience fee %	0,5	0,5
N. of Bitcoins to arbitrage	1	
Estimated revenue	\$10.093,7247	
Invested money	\$10.161,5339	
Profit / Loss	-\$ 67,8092	

In tale situazione, potremmo realizzare un profitto dello 0,932% eppure il risultato dell'arbitraggio è negativo evidenziando una perdita pari a \$67,809.

Per spostare il bitcoin tra Gemini e Coinbase sono richiesti altri 30 minuti. La nostra operazione si concluderebbe alle 00:20:00 con la volatilità che spinge la quotazione

del bitcoin tra un minimo di \$10156,52 ed un massimo di \$10228,262 per toccare nel momento della vendita un prezzo pari a \$10170,591.

Tabella 37

00:20:00	Cheap Exchange	Expensive Exchange
Exchange	gemini	coinbase
BTC	10075,714	10170,59171
Fiat deposit fees %		1,49
Trading fees %	0,35	0,35
Bitcoin Withdrawal fees \$	0	0,1
Bitcoin deposit fees		
Fiat withdrawal fees \$	0	25
convenience fee %	0,5	0,5
N. of Bitcoins to arbitrage	1	
Estimated revenue	\$10.094,7388	
Invested money	\$10.161,5339	
Profit / Loss	-\$ 66,7951	

La volatilità, nei 90 minuti richiesti per la conferma della transazione nella Blockchain, favorisce l'arbitraggio alzando il prezzo in Coinbase e raddoppiando il profitto teorico da 0,417% allo 0,941%. Tuttavia, le commissioni sono troppo elevate segnando una perdita pari a \$66,795.

Tabella 38

	gemini		coinbase	
convenience fees \$	50,38	31%	50,85	31%
btc withdrawal fees \$				
trading fees \$	35,44	22%		
fiat withdrawal fees \$			25,00	15%
fiat deposit fees \$				

Lo spread applicato dalle piattaforme incide con il 62% sull'esito negativo dell'operazione. Senza tale commissione l'arbitraggio produrrebbe un guadagno di \$34,612.

4.3 Bande di non arbitraggio

Gli arbitraggisti monitorano costantemente i mercati tramite appositi algoritmi in cerca di opportunità di arbitraggio da sfruttare. Come abbiamo detto, la possibilità di arbitraggio si realizza quando il prezzo ask del mercato in cui acquisto è inferiore al prezzo bid del mercato in cui vendo. Quando i prezzi bid e ask nelle differenti piattaforme permettono un possibile profitto, acquistiamo al prezzo inferiore, trasferiamo la criptovaluta nell'Exchange con prezzo di vendita superiore e la vendiamo, realizzando così un profitto al netto dei costi di transazione. Possiamo definire il limite di arbitraggio come la differenza minima di prezzo che permette al trader di realizzare un profitto al netto dei costi di transazione. Abbiamo costruito per ogni Exchange le bande di non arbitraggio aggiungendo al prezzo ask e togliendo al prezzo bid le commissioni di transazione del periodo di riferimento.

Figura 24 Il grafico rappresenta le bande di non arbitraggio di Coinbase. Le bande sono costruite a partire dai prezzi bid ask, ossia il prezzo di vendita e di acquisto. la banda superiore rappresenta l'ipotesi di acquisto, è composta dal prezzo ask più le fees di transazione; mentre la banda inferiore è il prezzo bid meno le fees di transazione. Notiamo che il prezzo di Coinbase rimane sempre dentro le due barre.

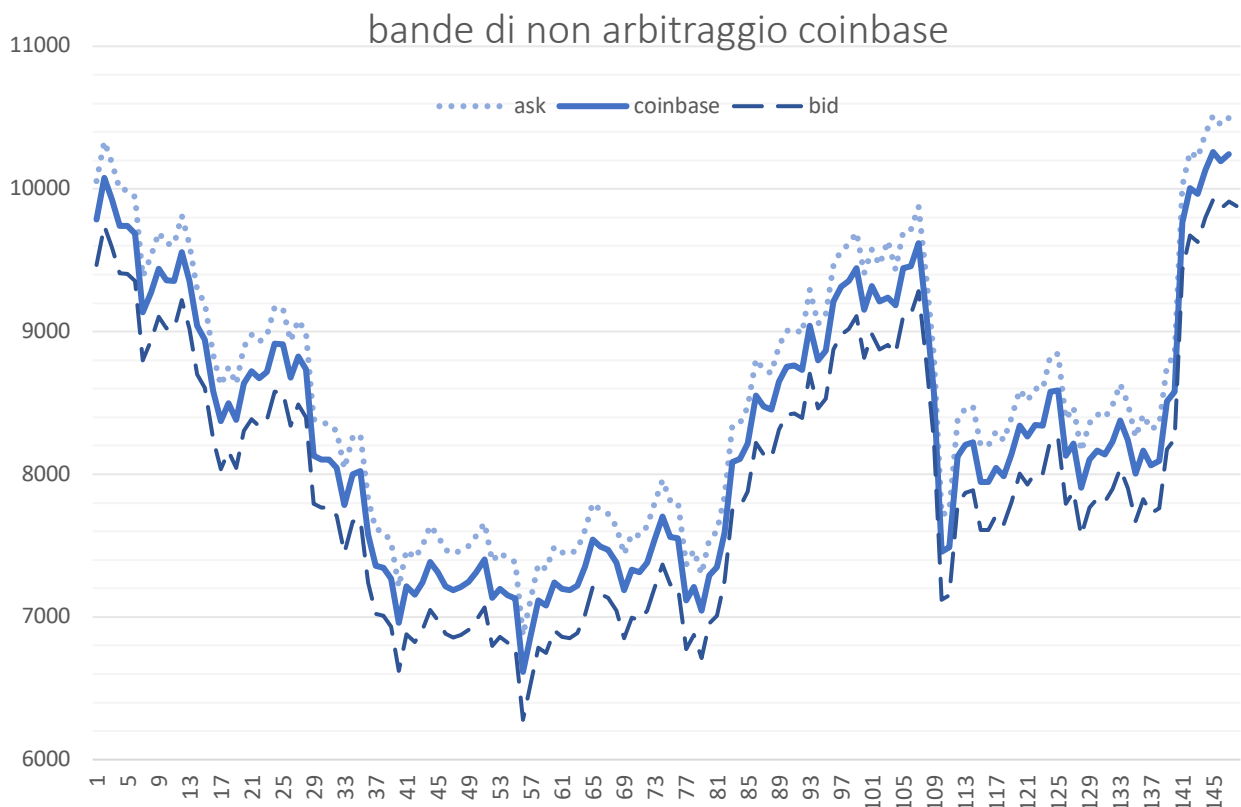
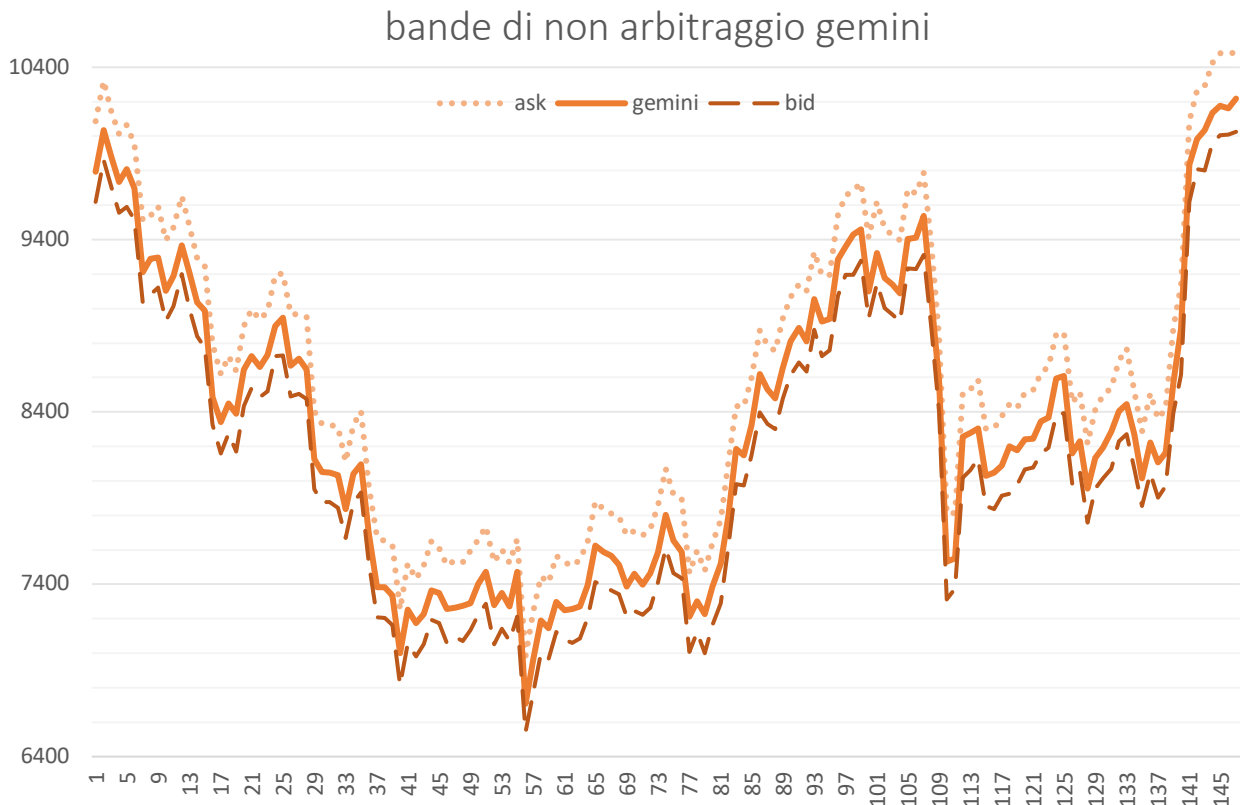


Figura 25 Il grafico rappresenta le bande di non arbitraggio per il mercato Gemini. Anche in questo caso le bande di non arbitraggio sono costruite a partire dai prezzi bid ask. Il prezzo di Gemini rimane dentro le due bande.



In seguito, confrontiamo i prezzi ask di un mercato con i prezzi bid dell'altro per verificare i limiti di non arbitraggio imposti dalle commissioni.

Da quanto si osserva le commissioni di transazione impongono dei limiti all'arbitraggio bitcoin. Infatti, riscontriamo in entrambe le direzioni nelle quali possiamo eseguire l'arbitraggio che il prezzo bid del mercato di vendita è inferiore al prezzo ask del mercato in cui acquistiamo. Quando la differenza tra il prezzo bid di un mercato e il prezzo ask dell'altro è negativa, non vi sono possibilità di eseguire l'arbitraggio⁴². L'operazione realizza una perdita quando:

$$Coinbase_t^{bid} - Gemini_t^{ask} < 0$$

Riportiamo di seguito i grafici con le bande di non arbitraggio al netto dei costi di transazione, per entrambe le direzioni dell'operazione. Si noti che le bande non si intersecano mai, con il prezzo bid sempre inferiore al prezzo ask.

⁴² Hautsch Scheuch Voigt, Limits to Arbitrage in Markets with Stochastic Settlement Latency.

Figura 26 Il grafico rappresenta le bande di non arbitraggio al netto dei costi di transazione per l'operazione di acquisto in Gemini e vendita in Coinbase. La banda superiore rappresenta il prezzo ask di Gemini, il mercato in cui compriamo. La banda inferiore rappresenta il prezzo bid di Coinbase. Quando il prezzo ask resta sopra al prezzo bid come evidenziato dal grafico, non è possibile realizzare un profitto dall'arbitraggio.

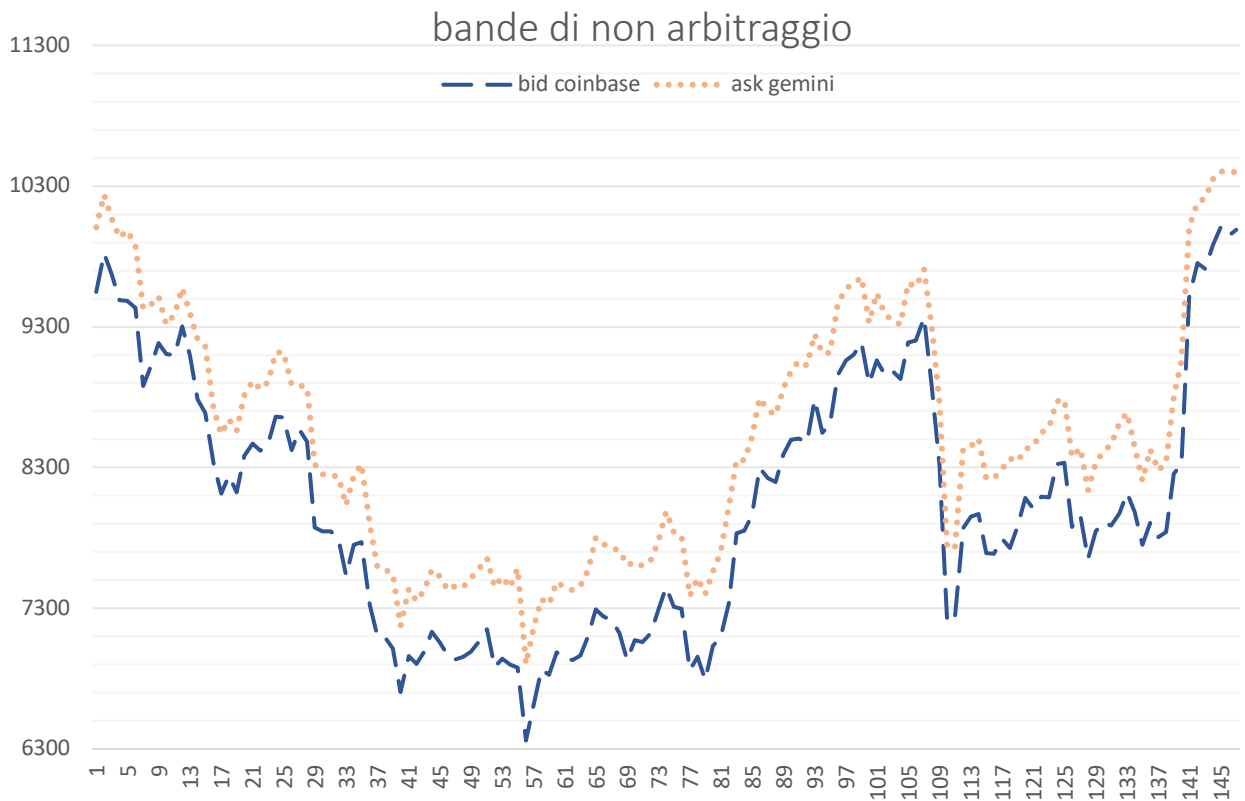
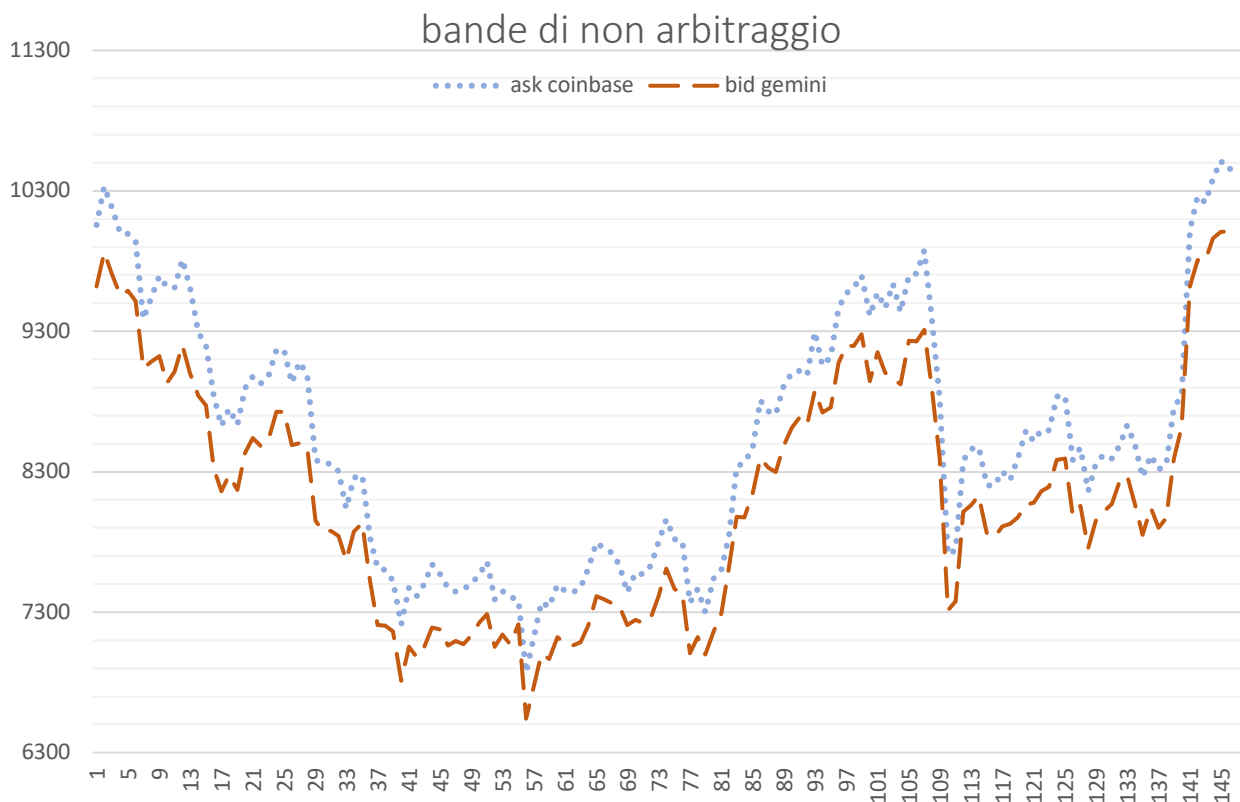


Figura 27 Il grafico evidenzia le bande di non arbitraggio al netto dei costi di transazione per l'operazione di acquisto in Coinbase e vendita in Gemini. La banda superiore rappresenta il prezzo ask del mercato Coinbase, mentre la banda inferiore è il prezzo bid di Gemini. Quando la differenza tra i prezzi bid-ask è negativa non è possibile eseguire l'arbitraggio.



I limiti fin qui presentati tengono in conto solo l'effetto delle fees di transazione senza considerare la latenza. In sistemi come quelli della Blockchain, i *minatori* ricevono un compenso per inserire un'operazione nel blocco in attesa della conferma. Dato che lo spazio per inserire le informazioni è limitato, si attribuisce ai *minatori* un incentivo per avere la priorità nel regolamento dell'operazione. Più alta è la commissione, più la latenza del regolamento diminuisce. Se da una parte si riduce la latenza, diminuendo il rischio che il prezzo possa variare nel secondo mercato, dall'altro lato aumentano i costi dell'arbitraggista. Si riporta di seguito il grafico delle bande di non arbitraggio per l'operazione di acquisto in Gemini e vendita in Coinbase che tiene in considerazione l'effetto della latenza e delle commissioni.

Figura 28 Il grafico rappresenta le bande di non arbitraggio tra il prezzo di acquisto di Gemini e il prezzo di vendita di Coinbase. In questo caso si tiene conto anche dell'effetto della latenza: per ridurre la possibilità che durante l'attesa il prezzo in Coinbase possa variare, si decide di pagare una fees superiore che riduce i minuti necessari per eseguire la transazione.

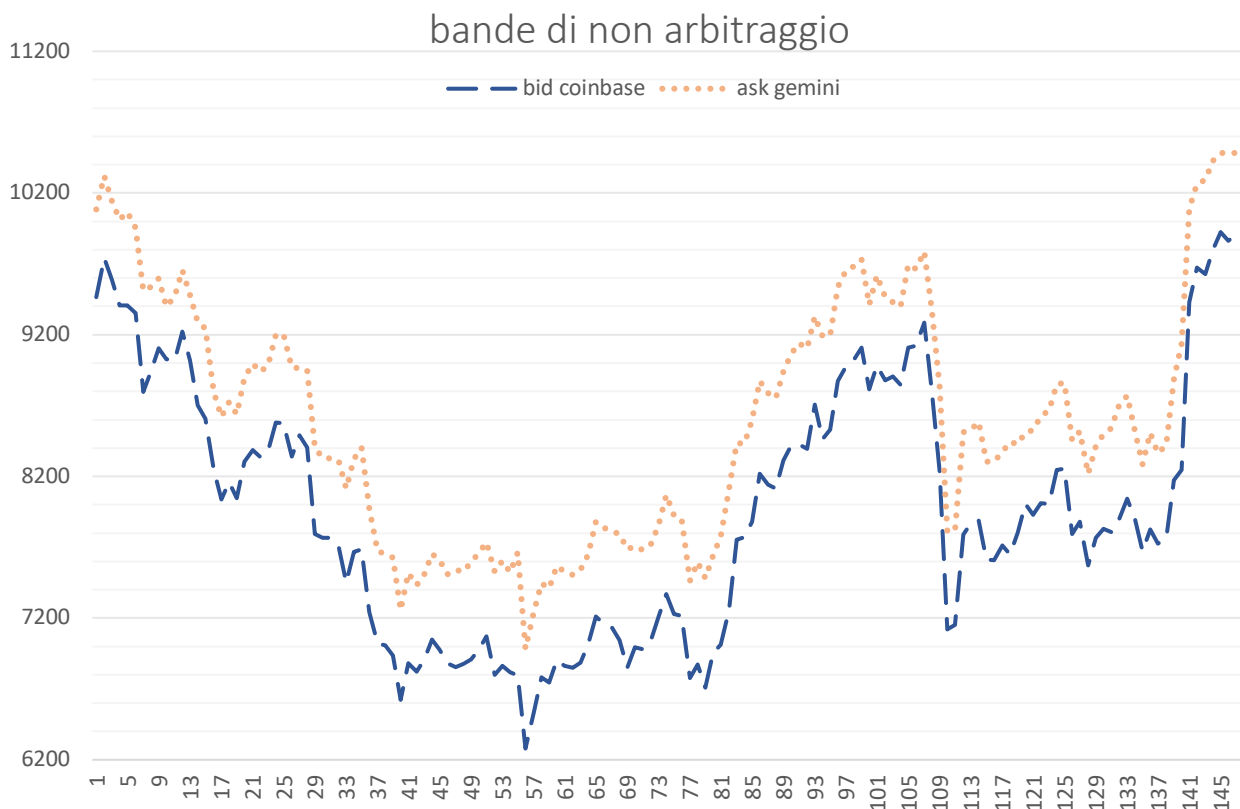
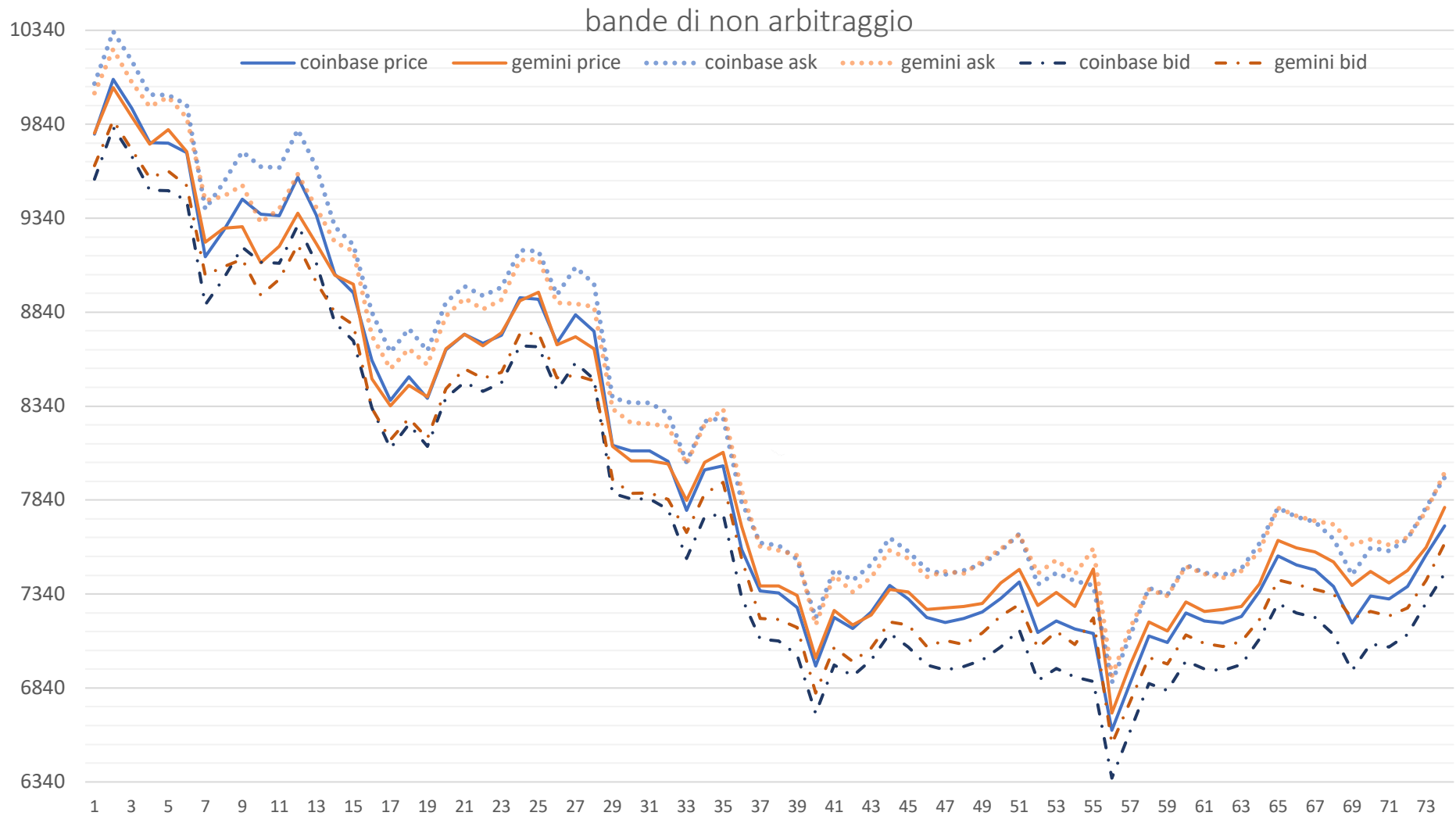


Figura 29 Il grafico evidenzia le bande di non arbitraggio per entrambe le direzioni dell'operazione. Le bande considerano l'effetto delle commissioni di transazione e della latenza. Il prezzo ask di Gemini e Coinbase sta sempre sopra il rispettivo prezzo bid dell'altro rispettivo mercato. Questo indica che il prezzo di acquisto di un mercato è superiore al prezzo di vendita dell'altro al netto delle fees e della latenza. Questo indica che le differenze di prezzo del Bitcoin tra i differenti Exchange non rappresentano un'opportunità di arbitraggio, sono dovute invece a frizioni di mercato come la latenza.



CONCLUSIONE

È innegabile che nei mercati di cripto valute esistano delle opportunità di arbitraggio che possono generare un profitto per gli arbitraggisti. Tuttavia, non sono semplici da individuare e da eseguire: l'arbitraggio e il facile guadagno possono sembrare semplici da eseguire se si trascurano le commissioni. Le commissioni di ogni passaggio dell'arbitraggio pongono un limite fondamentale. Prima di decidere se intraprendere l'attività, è necessario verificare se al netto delle fees il risultato netto è positivo permettendo un profitto. Una volta che si considerano tali costi, diventa molto più difficile realizzare un profitto. È richiesta una buona conoscenza dei mercati e delle valute e delle loro politiche. Considerando tutti i problemi evidenziati nell'arbitraggio, date le enormi quantità di fondi richiesti che verrebbero messi a rischio, possiamo affermare che un eventuale profitto non è un risultato realistico per la maggior parte dei trader. Molti Exchange forniscono in cambio di una commissione dei bot per il trading automatico, i quali forniscono suggerimenti durante l'attività di trading. Serve tuttavia mantenere una diffidenza. Un aspetto importante è il tempo richiesto per effettuare l'arbitraggio. Ogni passaggio oltre a implicare una commissione, richiede anche una quantità variabile di minuti per essere concluso. La latenza dipende da diversi fattori: dal metodo di pagamento, dalla quantità di commissioni che si è disposti a pagare, dal numero di transazione in attesa di conferma nella Blockchain. Bitcoin è caratterizzato da un'elevata volatilità. Il prezzo può variare di centinaia di dollari nel giro di pochi minuti. Abbiamo visto come in determinati casi la volatilità ha inciso aumentando la nostra perdita. Tuttavia, quando il prezzo tendeva ad aumentare, la volatilità ha ridotto il deficit dell'operazione. È evidente quindi che prima di avviare una qualsiasi operazione di arbitraggio, una volta riscontrata un'opportunità, si deve adottare un'azione combinata di controllo delle commissioni e degli effetti della volatilità. Serve una conoscenza dettagliata degli Exchange coinvolti e delle commissioni che essi applicano, per poter essere in grado di valutare se il risultato dell'arbitraggio al netto

delle fees permetta di raggiungere un profitto. Anche la ricerca dell'arbitraggio è una chiave fondamentale. Bisogna evidenziare e intervenire con velocità prima che gli ordini restringano l'order book. Eseguendo una determinata opportunità di arbitraggio si consuma l'order book, quindi si evidenzia una riduzione dell'opportunità di arbitraggio dopo ogni contrattazione. Perciò la velocità nell'identificare un'opportunità di arbitraggio è fondamentale.

Si possono prendere delle scorciatoie che permettono di ridurre in parte l'attesa e le commissioni. Abbiamo notato come in molti casi la commissione che incideva maggiormente nella perdita fosse la fee di deposito. Si potrebbe scegliere di utilizzare Exchange che non applicano tale caricamento, come ad esempio Gemini. Una seconda opzione è quella di depositare determinate somme di denaro in anticipo su due piattaforme tramite modalità che non implicino una commissione. In tale modo si salterebbe già un passaggio dell'operazione. In ogni piattaforma si spende metà della liquidità personale per acquistare dei bitcoin. Nel momento in cui riscontriamo un'opportunità nella piattaforma con il prezzo inferiore, useremo la rimanente liquidità per poter acquistare bitcoin, mentre nella piattaforma con il prezzo più alto, andremo a vendere i bitcoin precedentemente acquistati. Tale strategia permetterebbe di ridurre sostanzialmente i nostri tempi di attesa (si evita l'attesa del deposito e il tempo necessario per spostare il bitcoin tra le piattaforme) e di armonizzare i costi tuttavia, restano comunque elevati i rischi data la grande oscillazione dei prezzi. Evidenziamo in questo modo come un'operazione di arbitraggio sul bitcoin non sia un'operazione finanziaria facile e veloce da essere svolta da qualsiasi trader Retail che opera nel mercato delle crypto valute.

RIFERIMENTI

Basu, S., Easley, D. and O'Hara, M. (2017), "From Mining to Markets: The Evolution of Bitcoin Transaction Fees". Working paper.

Bondarenko, O. (2003). Statistical Arbitrage and Securities Prices. *The Review of Financial Studies* 16(3), 875–919.

Bystrom, H. and Krygier, D. (2018), "What drives Bitcoin Volatility?". Working paper.

Chiu, J. and Koepl, T. V. (2018), "Blockchain-based Settlement for Asset Trading". Working paper.

Foucault, T., Kozhan, R. and Tham, W. W. (2015), "Toxic Arbitrage". Working paper.

Gandal, N., J. Hamrick, T. Moore, and T. Oberman (2018), Price Manipulation in the Bitcoin Ecosystem. *Journal of Monetary Economics*, Forthcoming 95, 86 – 96.

Hautsch, N. Scheuch, C. and Voigt, S. (2018), "Limits to Arbitrage in Markets with Stochastic Settlement Latency". Working paper.

Johansson, N. S. and Tjebstrom, M. (2014), "The Price Volatility of Bitcoin: A search for drivers affecting the price volatility of this digital currency".

Kapsoulis, N., Psychas, A., Palaiokrassas, G., Marinakis, A., Litke, A. and Varvarigou, T. (2020), "KYC Implementation with Smart Contracts on a Privacy-Oriented Decentralized Architecture".

Kim, T. (2017), "On the transaction cost of Bitcoin". Working paper.

Loi, H. (2017), The Liquidity of Bitcoin, *International Journal of Economics and Finance*. Working paper.

Makarov, I. and Schobar, A. (2019), "Trading and Arbitrage in Cryptocurrency Markets", The London School of Economics and Political Science. Working paper.

Menkveld, A. J. and Zoican, M. A. (2017), Need for Speed? Exchange Latency and Liquidity. *The Review of Financial Studies* 30 (4), 1188–1228.

Nakamoto, S. (2008), Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. Working Paper.

Palomba, G. (2004), Modelli ARCH.

Pichl, P. (2017), Volatility Analysis of Bitcoin Price Time Series. Working paper.

Scholz, P. (2018), “Decentralized Efficiency? Arbitrage in Bitcoin Markets”. Working paper.

Stock, J.H., Watson, M.W. (2005), Introduzione all'Econometria pagine 550 e seguenti.

Tsay Ruey S. (2005), University of Chicago, Analysis of Financial Time Series, 3d Edition.

Velde, F. (2013), Bitcoin – A Primer, Chicago Fed Letter.

SITOGRAFIA

<https://bitcoinfees.earn.com>

<https://www.blockchain.com/charts/market-price>

<https://www.blockchain.com/charts/median-confirmation-time>

<https://www.buybitcoinworldwide.com/it/quantit-bitcoin-ci-sono-li/>

<https://www.coinbase.com>

<https://www.coindesk.com>

<https://www.coindesk.com/the-mechanics-of-market-manipulation>

<https://data.bitcoinity.org/markets/arbitrage/USD>

<https://www.gemini.com>

<https://www.finder.com/coinbase-exchange-review>

<https://www.finder.com/gemini-exchange-review>