

UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Sede Amministrativa: Università degli Studi di Padova

Dipartimento di Tecnica e Gestione dei Sistemi Industriali

CORSO DI DOTTORATO DI RICERCA IN INGEGNERIA ECONOMICO GESTIONALE

CICLO XXXIV

**BLOCKCHAIN PER L'ANTICONTRAFFAZIONE DI PRODOTTO NELLE SUPPLY CHAIN:
ANALISI DI CASI STUDIO ALL'INTERNO DELL'INDUSTRIA VITIVINICOLA**

Tesi redatta con il contributo finanziario della Fondazione Cariparo

Coordinatore: Ch.mo Prof. Anna Nosella

Supervisore: Ch.mo Prof. Pamela Danese

Co-Supervisore: Ch.mo Prof. Pietro Romano

Dottorando: Riccardo Mocellin

Ringraziamenti

Desidero ringraziare tutti coloro che mi hanno permesso di raggiungere questo significativo e tanto atteso traguardo.

Un primo sincero ringraziamento va ai miei supervisori, la professoressa Danese e il professor Romano, senza i quali questo lavoro di tesi non sarebbe stato possibile. Sono stati per me un esempio di professionalità in questi tre intensi anni di dottorato e li ringrazio per la loro disponibilità, pazienza e per fiducia che dal primo istante mi hanno accordato.

Grazie anche a tutti coloro che si sono resi disponibili per le interviste o semplicemente per un arricchente confronto sul tema blockchain e alle rispettive aziende. I diversi incontri, oltre ad aver contribuito allo sviluppo della ricerca, sono stati occasioni di crescita personale.

Grazie anche ai coordinatori della scuola di dottorato, prof.ssa Nosella, prof.ssa Agostini, per l'impegno e la dedizione con cui avete organizzato questo percorso.

Un doveroso grazie a tutti i miei cari amici, in modo particolare a Stefano, Fabio, Federico, Davide, Giorgio, Andrea, ai ragazzi conosciuti in biblioteca, e ai compagni di dottorato con i quali ho condiviso momenti meravigliosi durante questi tre anni.

Non posso fare a meno fare a meno di ringraziare mio padre Carlo, i miei cari fratelli Francesco e Lucia e i miei amati nonni Caterina e Giuseppe, che da sempre mi sono accanto con pazienza e amore, dandomi forza e coraggio in ogni situazione. Siete tutti d'esempio per me.

Un grazie di cuore a Manuela per la sua preziosa presenza.

Grazie a tutti, avete contribuito a rendere questo lavoro migliore.

A mia madre

Sommario

La rivoluzione promessa dalla tecnologia blockchain è solo agli inizi, ma le potenzialità connesse ad un suo utilizzo da parte delle aziende sembrano essere molteplici. Diversi studiosi dell'ambito supply chain management sostengono che essa cambierà in maniera significativa il modo in cui oggi le filiere vengono gestite.

In letteratura accademica vi è oggi una evidente carenza di casi studio concreti dai quali manager e consulenti possono trarre ispirazione e non vi è chiarezza circa l'effettivo valore della tecnologia in quest'ambito, quindi i benefici che può portare rispetto alle tecnologie esistenti nonché le eventuali sfide connesse ad una sua implementazione.

Alla luce di ciò, il presente lavoro di tesi si propone di contribuire alla ricerca scientifica sull'utilizzo di blockchain per la gestione delle supply chain attraverso lo studio di cinque casi studio di aziende vitivinicole italiane che sono state pioniere nell'adozione di sistemi basati su tale tecnologia per contrastare il problema della contraffazione di prodotto, oggi rilevante in questo settore nonostante le diverse misure messe in atto da aziende e governi.

Le evidenze empiriche raccolte hanno sottolineato l'importanza di affrontare il problema adottando una visione sistemica, tenendo in considerazione che una progettazione ed un utilizzo adeguati di una soluzione blockchain finalizzata all'anticontraffazione richiedono sia decisioni di natura più tecnologica che legate ai processi, le quali spaziano oltre alla semplice configurazione della tecnologia blockchain e riguardano invece i processi di scrittura e lettura del dato e le relative tecnologie che vengono utilizzate per tali finalità.

Dalla ricerca emerge inoltre che blockchain non deve essere considerata una tecnologia di tipo “*one-size-fits-all*”, poiché richiede un'opportuna configurazione sulla base del contesto specifico di utilizzo.

I risultati di questo studio permettono di contribuire alla concettualizzazione del costruito “soluzione blockchain” in ambito SCM grazie all'identificazione di un set di variabili che la caratterizzano offrendo ai *decision maker* alcuni suggerimenti pratici per modulare le stesse con il fine di affrontare con differenti gradi di efficacia il problema della contraffazione, il quale si può verificare prima o dopo che il prodotto giunga sul mercato.

Abstract

The revolution promised by blockchain is only in its infancy, but the technology is receiving growing interest from both practitioners and academics due to its transformative potential for companies. Several scholars of the supply chain management field argue that it will significantly change the way in which supply chains are managed today.

Academic literature lacks of real-world case studies from which managers and decision-makers can draw inspiration. Moreover, there is a lack of clarity about the actual value of the technology in this area, the benefits it can bring to companies when compared to existing technologies, as well as challenges associated with its implementation.

In light of this, this thesis aims to contribute to the scientific research about the use of blockchain for supply chain management through developing a multiple-case study of five Italian wine companies that have been pioneers in the adoption of blockchain systems to address the problem of product counterfeiting, which represents a relevant issue in this sector despite the different measures implemented by companies and governments.

The empirical evidence gathered in this research underline the importance of addressing this problem by using a systemic vision, hence taking into consideration that an adequate design and use of a blockchain solution aimed at anti-counterfeiting requires both technological- and process-related decisions, which range beyond the simple configuration of blockchain technology and instead concern the processes of writing and reading the data and the related technologies that are used for these purposes.

The research also shows that blockchain should not be considered a "one-size-fits-all" technology, since it requires an appropriate configuration based on the context of use.

The results of this study allow us to contribute to the conceptualization of the "blockchain solution" construct in the SCM field thanks to the identification of a set of key variables that characterize it, offering decision-makers some practical suggestions to design BC systems by modulating them in accordance with the desired level of counterfeiting protection, which can occur before or after a product reaches the market.

Indice

| | |
|---|-----------|
| Introduzione..... | 1 |
| Struttura della tesi | 3 |
| | |
| CAPITOLO 1. La tecnologia blockchain..... | 5 |
| 1.1. Contesto in cui blockchain si sviluppa..... | 5 |
| 1.2. La nascita della blockchain | 7 |
| 1.3. Il ledger blockchain..... | 9 |
| 1.4. Il network blockchain..... | 12 |
| 1.5. Tipologie di piattaforme blockchain | 14 |
| 1.6. La firma digitale | 16 |
| 1.7. Il meccanismo di consenso distribuito | 18 |
| 1.8. Gli ambiti applicativi..... | 19 |
| 1.9. Esempi di applicazioni blockchain per il supply chain management | 20 |
| 1.9.1. Smart contract per l'automatizzazione dei processi: Il caso Flight Delay..... | 22 |
| 1.9.2. Blockchain a supporto della tracciabilità di filiera: Il caso Walmart | 24 |
| 1.9.3. Blockchain a supporto dell'anticontraffazione: Il caso LVMH, Richemont e Prada ... | 26 |
| | |
| CAPITOLO 2. Revisione sistematica della letteratura | 29 |
| 2.1. Metodologia | 29 |
| 2.2. Finalità e domande di ricerca alla base della revisione della letteratura..... | 30 |
| 2.3. Ricerca degli articoli nei database..... | 32 |
| 2.3.1. Selezione di database, keywords e query | 32 |
| 2.3.2. Processo di screening | 34 |
| 2.3.3. Modalità di analisi dei dati | 35 |
| 2.3.3.1. Processo di estrazione dei dati | 35 |
| 2.4. Analisi dei dati e risultati | 37 |
| 2.4.1. Analisi generale degli articoli: risultati | 37 |
| 2.4.2. Analisi specifica degli articoli sulla base delle domande di ricerca: risultati..... | 40 |
| 2.4.2.1. Settori industriali in cui la BC viene implementata | 40 |
| 2.4.2.2. Driver che hanno guidato l'adozione della BC da parte delle aziende | 41 |
| 2.4.2.3. Barriere/sfide ad una diffusione della BC nelle supply chain..... | 42 |
| 2.4.2.4. Tecnologie complementari a BC | 43 |
| 2.4.2.5. Gap della ricerca..... | 44 |
| 2.5. Obiettivo della tesi e domande della ricerca | 45 |

| | |
|--|------------|
| CAPITOLO 3. Blockchain per l'anticontraffazione di prodotto nelle filiere vitivinicole: analisi di casi studio..... | 47 |
| 3.1. Introduzione allo studio..... | 48 |
| 3.2. Letteratura rilevante | 56 |
| 3.2.1. Blockchain a supporto del supply chain management..... | 56 |
| 3.2.2. La contraffazione di prodotto e le contromisure esistenti | 59 |
| 3.2.3. I sistemi blockchain a supporto dell'anticontraffazione di prodotto | 62 |
| 3.2.4. Il problema della contraffazione nelle supply chain del settore vitivinicolo..... | 67 |
| 3.3. Metodologia..... | 69 |
| 3.3.1. Selezione dei casi | 70 |
| 3.3.1.1. Boundaries della ricerca..... | 72 |
| 3.3.2. Raccolta dei dati | 74 |
| 3.3.3. Analisi dei dati | 76 |
| 3.4. Descrizione dei casi..... | 77 |
| 3.4.1. Caso A..... | 77 |
| 3.4.2. Caso B | 79 |
| 3.4.3. Caso C | 79 |
| 3.4.4. Caso D..... | 80 |
| 3.4.5. Caso E | 82 |
| 3.5. Analisi dei casi e risultati | 82 |
| 3.5.1. Data reduction e operazionalizzazione..... | 82 |
| 3.5.2. Analisi dei dati relativi a ciascun caso (<i>Within-case analysis</i>)..... | 86 |
| 3.5.3. Confronto incrociato dei casi (<i>Cross-case analysis</i>)..... | 89 |
| 3.5.4. Formulazione delle proposizioni | 91 |
| CAPITOLO 4. Discussione..... | 101 |
| 4.1. Contributi teorici dello studio..... | 101 |
| 4.2. Contributi manageriali dello studio | 106 |
| CAPITOLO 5. Conclusioni | 109 |
| 5.1. Limiti dello studio e direzioni di futura ricerca..... | 110 |
| Bibliografia..... | 115 |
| Appendice A – Articoli del database..... | 135 |
| Appendice B – Domande del protocollo di ricerca | 143 |

Indice delle figure

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Blockchain: un cambio di paradigma di portata rilevante..... | 6 |
| Figura 2 - Blockchain: una combinazione originale ed intelligente di tecnologie esistenti..... | 8 |
| Figura 3 - Struttura del ledger blockchain..... | 9 |
| Figura 4 - Analogia tra un blocco della blockchain e una pagina del registro contabile | 10 |
| Figura 5 - Esecuzione di una transazione in una rete blockchain | 13 |
| Figura 6 - Propagazione dell'informazione tra i nodi di una rete BC..... | 13 |
| Figura 7 - Gestione centralizzata “a silos” delle informazioni..... | 14 |
| Figura 8 - Funzionamento della firma digitale..... | 18 |
| Figura 9 - Benefici correlati all'utilizzo della blockchain per il supply chain management | 22 |
| Figura 10 - Fasi del processo di revisione della letteratura..... | 30 |
| Figura 11 - Ricerca nei database: selezione delle keywords | 32 |
| Figura 12 - Ricerca nei database: le query | 33 |
| Figura 13 - Ricerca nei database: la prima selezione degli articoli..... | 34 |
| Figura 14 - Risultati dell'applicazione dei filtri all'interno del processo di screening | 35 |
| Figura 15 - Porzione di database utilizzato durante la LR per l'estrazione dei dati..... | 36 |
| Figura 16 - Numero di articoli di rivista per anno di pubblicazione | 37 |
| Figura 17 - Numero di articoli di rivista per area di ricerca del journal..... | 38 |
| Figura 18 - Classificazione AiIG dei journal selezionati | 39 |
| Figura 19 - Numero di articoli per journal | 39 |
| Figura 20 - Classificazione degli articoli sulla base della metodologia di ricerca adottata | 40 |
| Figura 21 - Settori industriali in cui BC promette di avere maggiori impatti | 41 |
| Figura 22 - Driver all'adozione di BC da parte delle aziende..... | 42 |
| Figura 23 - Barriere alla diffusione di blockchain nel contesto di supply chain..... | 43 |
| Figura 24 - Tecnologie utilizzate a complemento di blockchain | 44 |
| Figura 25 - Gap: necessità di ricerca empirica su BC per il SCM | 45 |
| Figura 26 - Domanda di ricerca 1 | 46 |
| Figura 27 - Domanda di ricerca 2 | 46 |
| Figura 28 - Ciclo di Gartner: maturità della tecnologia blockchain..... | 51 |
| Figura 29- Analisi cross-case | 92 |
| Figura 29- Analisi cross-case (continuazione)..... | 93 |

Indice delle tabelle

| | |
|---|----|
| Tabella 1 - Blockchain pubbliche e private | 16 |
| Tabella 2 - Dimensioni rilevanti per l'estrazione dei dati dagli articoli | 36 |
| Tabella 3 - Approcci tradizionali all'anticontraffazione | 60 |
| Tabella 4 - Configurazione dei sistemi blockchain | 67 |
| Tabella 5 - Metodologia adottata..... | 69 |
| Tabella 6 - Panoramica dei casi studio | 71 |
| Tabella 7 - Soluzione BC: data reduction e operazionalizzazione | 83 |
| Tabella 8 - Variabili contestuali: data reduction e operazionalizzazione | 85 |
| Tabella 9 - Case profiling sulle variabili delle soluzioni BC..... | 87 |
| Tabella 10 - Case profiling sulle variabili contestuali..... | 87 |

Introduzione

Blockchain (d'ora in avanti "BC") viene presentata per la prima volta il 31 ottobre 2008 all'interno di un *white paper* scritto da Satoshi Nakamoto, la cui identità è tuttora ignota. La prima implementazione concreta della tecnologia avviene un anno dopo in ambito finanziario con *Bitcoin*, un sistema digitale innovativo che permette lo scambio di denaro elettronico in maniera affidabile senza dover fare riferimento ad un'autorità centrale che funga da garante. Oggi BC rappresenta per molti un'innovazione radicale in grado di cambiare il modo in cui le informazioni digitali vengono gestite e promette di avere impatti significativi in svariati ambiti, tra cui quello governativo, bancario e, al contempo, in una moltitudine di settori industriali. Un ambito che sta destando particolare interesse e che si trova sotto la lente di manager aziendali, consulenti e accademici riguarda oggi la gestione dei diversi processi delle supply chain.

Tale tema sta attirando l'attenzione degli accademici, come testimoniato dal numero di studi scientifici in continua crescita. Esso, data la sua natura multidisciplinare, viene affrontato all'interno della letteratura scientifica utilizzando prospettive differenti. Tuttavia, nonostante questa tecnologia venga generalmente indicata da accademici, manager e media come una delle invenzioni informatiche più promettenti di questa generazione, capace di influenzare in maniera radicale il modo in cui le aziende interagiscono tra loro, il problema viene spesso affrontato solo da un punto di vista concettuale o utilizzando dati secondari.

Di conseguenza, le implicazioni di una sua implementazione in termini di gestione dei processi di filiera (es. benefici, potenziale ROI, costi) vengono generalmente predette sulla base delle sue caratteristiche tecniche intrinseche.

Tale mancanza di chiarezza su benefici e limiti reali della BC per le supply chain si traduce in una diversità di opinioni, come spesso accade nei confronti delle tecnologie innovative. In particolare, oltre ai sostenitori convinti che BC possa rappresentare la panacea di tutti i mali, vi sono i detrattori che ne sottolineano i limiti attuali sostenendo che, a causa di questi, BC non porterà alcun beneficio alla società o, addirittura, che rappresenti solamente una soluzione in cerca di un problema.

La carenza di evidenze empiriche a supporto delle diverse argomentazioni, legata principalmente alla scarsità di implementazioni concrete da parte delle aziende, comporta oggi la necessità di condurre rigorosi studi scientifici di analisi e comparazione dei casi pionieristici di implementazione per comprendere se, ed eventualmente come, BC potrà effettivamente realizzare le aspettative e diventare lo strumento rivoluzionario che promette di essere per il SCM. Questo scenario, a sua volta, richiede alle aziende una grande disponibilità alla sperimentazione.

Il seguente lavoro di tesi, frutto di uno studio durato tre anni, nasce con l'obiettivo di contribuire alla ricerca esistente sull'utilizzo di BC in ambito supply chain management (SCM) attraverso la raccolta di evidenze empiriche derivanti da casi studio inerenti implementazioni

concrete della tecnologia. In primo luogo, è stato necessario studiare a fondo la tecnologia attraverso una revisione sistematica della letteratura accademica e manageriale assieme alla consultazione di siti web e ad altre fonti bibliografiche, come manuali di testo. Tali attività sono state affiancate dalla partecipazione a diverse conferenze e *workshop* sul tema, nonché dal confronto con diverse realtà aziendali direttamente coinvolte in progetti BC (es. produttori, distributori, GDO) e con i diversi *provider* tecnologici responsabili dello sviluppo delle soluzioni BC attualmente disponibili sul mercato. Questa fase si è rivelata propedeutica per lo studio poiché ha permesso di comprendere le caratteristiche e il funzionamento della BC. Al contempo, si è rilevata importante per determinare i settori industriali in cui sta attraendo maggior interesse per gli impatti che promette di avere in termini di gestione dei processi di filiera, i driver che in questi contesti spingono le aziende all'adozione, le sfide e le barriere che frenano una sua più ampia diffusione, così come le tecnologie complementari con cui viene principalmente utilizzata. Grazie a questa fase è emerso un quadro esaustivo dello stato dell'arte della conoscenza scientifica su tale argomento, dei *gap* esistenti e quindi delle opportunità di ricerca.

A questa è seguito il cuore del lavoro, ovvero la conduzione di uno studio empirico che ha riguardato cinque aziende vitivinicole italiane, pioniere nell'adozione di BC, le quali hanno implementato la tecnologia con il fine di prevenire il problema della contraffazione di prodotto, molto sentito in questo settore come dimostrano i numerosi scandali, frodi e incidenti verificatisi negli ultimi anni.

Lo studio ha consentito di portare diversi contributi dal punto di vista teorico dimostrando che un design e utilizzo appropriato delle soluzioni BC richiedono sia decisioni di carattere tecnologico che relative ai processi. Attraverso una serie di proposizioni derivate induttivamente a partire da evidenze empiriche, lo studio fornisce inoltre un contributo pratico utile ai *decision maker* per la progettazione di soluzioni BC evidenziando che la tecnologia non è di tipo “*one-size-fits-all*” e che invece le decisioni relative alle diverse variabili definite all'interno dello studio devono essere prese in maniera coerente con il contesto di applicazione e, nel caso studiato in particolare, sulla base del desiderio dell'azienda di affrontare il problema della contraffazione nelle sue varie forme.

Da un punto di vista pratico, quindi, lo studio fornisce utili linee guida per progettare ed utilizzare le soluzioni BC chain in maniera differente all'interno delle supply chain sulla base di una serie di variabili, chiarendo come la scelta di quest'ultime determini le garanzie fornite dalla soluzione in termini di protezione al problema della contraffazione e quindi di autenticità di prodotto.

Data la natura emergente del tema, si è pensato di iniziare la tesi con un capitolo finalizzato a fornire una panoramica generale della tecnologia BC necessaria per comprenderne caratteristiche e funzionamento assieme all'utilizzo che ne può essere fatto in ambito industriale, con una prima introduzione alle applicazioni di filiera.

Viene ora descritta la struttura della tesi, utile per guidare il lettore nei capitoli seguenti.

Struttura della tesi

Il capitolo 1, tenendo in considerazione la recente natura della BC e la sua alta complessità tecnologica, fornisce una panoramica sul contesto industriale in cui essa si sviluppa, le caratteristiche distintive e il funzionamento del *ledger* BC e il suo utilizzo all'interno di un *network* di attori, le diverse tipologie di piattaforme BC oggi esistenti, i meccanismi tecnologici che stanno alla base del suo funzionamento e i principali ambiti applicativi. Viene inoltre fornita una prima introduzione all'uso che ne può essere fatto in ambito di SCM, con focus sulle finalità di automatizzazione dei processi, tracciabilità e anticontraffazione di prodotto.

Il capitolo 2 presenta i risultati della revisione sistematica della letteratura esistente relativa all'utilizzo della tecnologia BC in ambito SCM. Al suo interno viene in primo luogo descritta la metodologia adottata per condurre un'indagine rigorosa della letteratura scientifica assieme alle finalità di tale processo e alle domande di ricerca che l'hanno guidato. Il capitolo si focalizza poi sulle modalità di ricerca all'interno dei *database* selezionati, quindi sulla selezione di *keyword* e *query* e, successivamente, su come gli articoli raccolti sono stati filtrati e analizzati. In secondo luogo, sono riportati i risultati delle domande poste all'inizio di tale processo e vengono sottolineati i *gap* della letteratura che hanno guidato la definizione dell'obiettivo della tesi e, quindi, le domande di ricerca specifiche che invece hanno guidato il nostro studio.

Il capitolo 3, che rappresenta il cuore della tesi, presenta lo studio empirico condotto durante i tre anni di dottorato relativo all'utilizzo di soluzioni BC da parte di aziende del settore vitivinicolo per affrontare il problema della contraffazione di prodotto. Dopo una introduzione allo studio, viene presentata in forma più approfondita la letteratura rilevante per la ricerca, ovvero gli studi relativi all'utilizzo di BC per il SCM, alla contraffazione di prodotto e alle tecniche anticontraffazione oggi utilizzate dalle aziende e dai governi, alle potenzialità di BC per mitigare tale problematica e alle diverse sfaccettature del fenomeno della contraffazione all'interno del settore vitivinicolo. Viene poi descritta la metodologia adottata nello studio -quindi come sono avvenute la selezione dei casi, la raccolta e l'analisi dei dati- assieme ai *boundaries* della ricerca. Vengono poi descritti nel dettaglio i cinque casi studio esaminati (*within-case analysis*) i quali sono in seguito analizzati e caratterizzati secondo un insieme di variabili definite con le operazioni di *data reduction* e operazionalizzazione. Viene poi condotto un confronto incrociato dei casi (*cross-case analysis*). Infine, il capitolo presenta le proposizioni elaborate a partire dalle evidenze empiriche raccolte grazie allo studio.

Il capitolo 4 discute i risultati della ricerca evidenziando da un lato quelli che sono i contributi teorici alla letteratura scientifica e, dall'altro, le implicazioni manageriali.

Il lavoro di tesi termina con il capitolo 5 che presenta le conclusioni dello studio, le limitazioni e le opportunità di futura ricerca.

CAPITOLO 1. La tecnologia blockchain

Per analizzare il reale potenziale trasformativo della BC è necessario innanzitutto conoscerne le origini, le caratteristiche distintive e gli utilizzi concreti che oggi ne vengono fatti. Scopo di questo capitolo è, pertanto, quello di fornire un'introduzione dettagliata sull'argomento centrale della ricerca, la tecnologia BC, fornendo una prima introduzione relativa a come essa potrebbe essere utilizzata in un contesto di SCM. Come testimoniato dal crescente numero di pubblicazioni scientifiche e studi di carattere manageriale realizzati da differenti società di consulenza, si tratta di un tema ampiamente dibattuto in ambito accademico e manageriale. Inoltre, l'interesse da parte dell'industria viene dimostrato dal crescente numero di imprese coinvolte in progetti pilota che fanno uso di questa tecnologia. Nonostante il recente sviluppo in ambito industriale, va specificato che BC non è una tecnologia nuova, se si considera che essa nasce nel 2009 con *Bitcoin*, la prima moneta elettronica decentralizzata. All'interno di questo capitolo vengono presentati la storia di BC, le sue caratteristiche distintive, il suo utilizzo all'interno di una rete di attori tra cui avviene uno scambio di informazioni, il contesto in cui la tecnologia si sviluppa, le diverse tipologie oggi esistenti, i meccanismi di firma digitale e di consenso, i principali ambiti applicativi, i benefici che promette di portare alle aziende e il suo utilizzo combinato con gli *smart contract*. Un focus particolare viene riservato nella parte finale del capitolo all'uso della tecnologia con finalità di supporto della automatizzazione di processi, tracciabilità e anticontraffazione di prodotto, per cui vengono riportati rispettivamente tre esempi di casi applicativi reali.

1.1. Contesto in cui blockchain si sviluppa

Il momento storico in cui ci troviamo a vivere è caratterizzato da fattori come la globalizzazione, la volatilità della domanda dei prodotti e dalla richiesta di una personalizzazione sempre più spinta da parte dei consumatori finali che hanno inasprito la competizione tra le aziende nella maggior parte dei settori industriali. Le filiere produttive, sempre più frammentate, hanno incrementato la loro complessità, principalmente in conseguenza ad un aumento del numero di attori coinvolti nella realizzazione dei prodotti e nella loro messa a disposizione ai consumatori finali.

All'interno del panorama della quarta rivoluzione industriale -a cui molti fanno riferimento con il termine "*Industry 4.0*", utilizzato per la prima volta nel 2011 alla fiera di Hannover- sono state introdotte diverse tecnologie digitali grazie al progresso tecnologico, le quali promettono di rivoluzionare l'operatività delle singole aziende e delle filiere produttive, incrementandone efficienza, flessibilità e competitività attraverso una più forte interconnessione e allineamento delle risorse.

Una tecnologia che di recente sta destando particolare interesse mediatico -attirando aziende, *big tech*, governi, istituzioni e pubbliche amministrazioni- è senza dubbio la BC. Implementata per

la prima volta con *Bitcoin* nel 2009, questa viene spesso indicata da accademici e industriali come una delle più promettenti invenzioni informatiche della generazione corrente, uno di quei cambi di paradigma che in genere avvengono solo ogni decina di anni, come lo sono stati i mainframe, i personal computer, internet, i social network e gli smartphone (Figura 1).



Figura 1 - Blockchain: un cambio di paradigma di portata rilevante

La versatilità del suo utilizzo in innumerevoli settori e l'influenza che potenzialmente potrebbe avere sulla società e sull'economia, fanno sì che venga oggi considerata, al pari di Internet, una *general purpose technology* o "tecnologia di fondamento" (Catalini e Gans, 2016). Questo è dovuto al fatto che si pensa che -come è stato ad esempio per le tecnologie di tipo TCP/IP e *cloud*-starà alla base di nuovi modelli di business di imprese e *start-up* tecnologiche (Basile, 2019).

L'impegno delle aziende di diversi settori nell'adozione della tecnologia BC è attestato da un recente report redatto da Deloitte (2019) a partire da un'intervista condotta a *senior executives* di 1386 realtà internazionali. Questo evidenzia come il 77% delle realtà intervistate ritiene che la non adozione di BC da parte delle aziende potrebbe far perdere loro vantaggio competitivo, mentre il 53% è convinto che la tecnologia rivestirà un ruolo critico per l'industria e rappresenterà negli anni a venire una delle principali priorità strategiche aziendali. Inoltre, da un differente report redatto da Statista emerge che la spesa mondiale per soluzioni BC tra il 2017 e il 2024 subirà un incremento esponenziale, partendo da 950 milioni di dollari spesi nel 2017 ad una previsione di spesa pari a quasi 18 miliardi nel 2024 (Statista, 2020).

Numerosi progetti lanciati da importanti realtà aziendali a livello mondiale supportano la convinzione degli accademici che tale tecnologia si presta bene all'utilizzo all'interno delle supply chain, ad esempio in quelle situazioni in cui si vuole assicurare la trasparenza e visibilità dei processi interaziendali e la tracciabilità completa dei prodotti (Casey e Wong, 2017; Tapscott e Tapscott, 2017; Kshetri, 2018). Tale garanzia permette di venire a conoscenza di ciò che accade all'interno della filiera e risulta quindi utile, in primo luogo, nelle transazioni B2B come assicurazione "tecnica" sulle performance di fornitori, produttori, distributori e rivenditori (Tribis et al., 2018; Duan e Aloysius, 2019). Infatti, le informazioni sulle operazioni svolte dai diversi attori vengono salvate in modo permanente all'interno delle transazioni BC e, coerentemente con quanto Xu et al. (2019)

sottolineano nel loro studio, possono essere verificate in qualsiasi momento da ogni partecipante della filiera. In secondo luogo, è utile nelle transazioni di tipo B2C come assicurazione “commerciale”, ossia come metodo di comunicazione per assicurare gli *stakeholders* (in primis i consumatori finali) su come sono state svolte le attività da parte dei membri della supply chain e rinforzare la fiducia nel *brand* (Carter e Rogers, 2008; Leong et al., 2019).

Permettendo di determinare in maniera affidabile la provenienza delle materie prime utilizzate per realizzare un certo prodotto, dove questo è stato realizzato e conservato, sotto quali condizioni è stato processato, trasportato e distribuito, la tecnologia BC sembra poter fornire maggiori garanzie di trasparenza rispetto alle tecnologie esistenti.

Questa potenzialità può essere sfruttata al fine di contrastare il problema della contraffazione, molto sentito in alcune supply chain, quali ad esempio quelle agro-alimentari. Secondo i dati messi a disposizione dall’Organizzazione Mondiale della Sanità, il numero di alimenti contraffatti è in costante crescita e ogni anno ben 420 mila individui muoiono per aver mangiato cibo contaminato. Come naturale conseguenza, un numero sempre più grande di consumatori finali pretende rassicurazioni circa l’origine, la sicurezza e la qualità dei prodotti che acquista. Oltre ad essere di supporto a questo problema, la letteratura accademica suggerisce ulteriori benefici legati all’utilizzo di BC da parte delle aziende, tra cui una maggior efficienza dei processi interaziendali (Wang et al., 2019a) o il supporto alla sostenibilità dei prodotti (Saberli et al., 2019b; Kouhizadeh et al., 2020) attraverso una condivisione delle informazioni più rapida e sicura (Kim et al., 2018; Kshetri, 2018).

Se tutte queste potenzialità verranno confermate dai fatti, la BC potrebbe risultare determinante per la difesa del *Made in Italy* nelle filiere agro-alimentari, rafforzando ad esempio la garanzia dei prodotti “bio” e dei marchi di qualità DOP, IGP e DOCG, ma allo stesso tempo nelle altrettanto importanti filiere del lusso, nel settore farmaceutico, ecc.

Tuttavia, oggi si legge e si sente anche parlare di progetti di implementazione pilota della BC poco credibili, lanciati con finalità di marketing o a scopo speculativo. Spesso si tratta di applicazioni BC di tipo *entry-level* che sfruttano il nome di BC con il fine di migliorare la *customer experience* e sono sviluppate con l’ottica di ottenere un ritorno nel breve termine. È necessario però non fermarsi a tali progetti e comprendere l’effettiva utilità che la tecnologia BC può portare alle aziende. Per comprendere come queste ultime possano trarre vantaggio dalla BC è opportuno, in primo luogo, conoscere nel dettaglio come essa è nata, si è sviluppata, e i principi che stanno alla base del suo funzionamento. Tali aspetti vengono trattati nel prossimo paragrafo.

1.2. La nascita della blockchain

Il concetto di BC nasce formalmente nel 2008 grazie a Satoshi Nakamoto -pseudonimo di uno o più persone la cui identità è ad oggi ancora ignota- all’interno del suo *white paper* “*Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*” (Nakamoto, 2008). L’articolo venne pubblicato online poco più di un

mese dopo il crack di Lehman Brothers (15 settembre) che diede il via alla famosa crisi finanziaria del 2008, partita dall'America e diffusa poi in tutto il mondo. In questo articolo vennero rese note le caratteristiche distintive di quella che un anno dopo è diventata formalmente la sua prima e principale implementazione, *Bitcoin*, con cui BC viene spesso ancora oggi erroneamente confusa. Nato in ambito finanziario, *Bitcoin* rappresenta il primo sistema al mondo che consente lo scambio digitale di denaro in maniera affidabile, eliminando il noto problema del “*double spending*” (che si verifica quando uno stesso importo viene speso due volte), fino ad allora non risolvibile se non facendo riferimento ad un'autorità terza fidata che fungesse da garante (es. banche o altri istituti finanziari) verificando e certificando il trasferimento (Swan, 2015).

La tecnologia è venuta in auge attorno al 2015, principalmente a causa dei numerosi fenomeni speculativi connessi alle criptovalute che hanno catturato l'attenzione mediatica a livello internazionale in seguito alle ampie e rapide variazioni del loro prezzo. Il *Bitcoin* è passato quindi dall'essere un prodotto di nicchia ad essere una delle *keyword* più utilizzate sul web e, alla fine di quest'anno, BC è stata annoverata da importanti riviste internazionali come uno dei *trend* tecnologici più interessanti a livello mondiale (Garavaglia, 2018). Ad esempio, verso ottobre/novembre 2015 la prima pagina dell'*Economist* presentava il seguente titolo “*The trust machine – How the technology behind bitcoin could change the world*” (The Economist, 2015).

Nonostante il carattere innovativo e l'alta complessità tecnologica che la contraddistinguono, è bene ricordare che BC è frutto di una combinazione originale ed efficace di tecnologie già esistenti e consolidate, come la crittografia a chiave pubblica, i *database* distribuiti, le reti con architettura *peer-to-peer*, i protocolli di consenso, e il *Merkle tree hashing* (Figura 2).

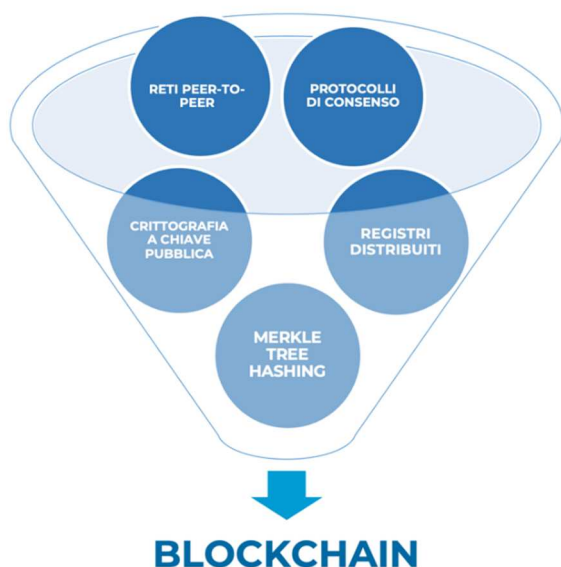


Figura 2 - Blockchain: una combinazione originale ed intelligente di tecnologie esistenti

Tale innovazione informatica, a più di dieci anni di distanza dalla sua nascita, è ancora oggi da considerarsi in fase di prototipazione poiché soggetta a continui aggiornamenti. Essa è volta a cambiare il modo in cui le informazioni vengono gestite, a portare la sicurezza dei dati ad un livello superiore e a permettere lo scambio di valore tramite internet. Se fino ad oggi Internet ha permesso l'invio di informazioni -quali ad esempio file Word, foto, video, fogli Excel, PDF- attraverso la trasmissione di una copia delle stesse (quindi della stringa di bit che le descrivono digitalmente), BC consente di scambiare digitalmente il valore. Questo significa che BC rende possibile la rappresentazione univoca di qualsiasi *asset* -tra cui ad esempio denaro, azioni e obbligazioni, musica, biglietti di eventi- senza che si perda l'informazione di quale sia l'originale e di chi ne sia il proprietario, il tutto eliminando la necessità di ricorrere a qualsiasi tipo di intermediario. Tale innovazione permette di passare dall' "internet delle informazioni" al cosiddetto "Web 3.0", o "internet del valore" (Tapscott e Tapscott, 2017). Per comprendere il vero potenziale e le implicazioni della BC, anche al di fuori dell'ambito finanziario in cui si è inizialmente sviluppata, è necessario innanzitutto definire cos'è, nonché conoscerne i meccanismi che stanno alla base del suo funzionamento. Per fare questo è utile effettuare una prima divisione tra il concetto di "ledger BC", o registro BC, e il concetto di "network BC".

1.3. Il ledger blockchain

Senza scendere troppo sul tecnico, facendo riferimento alle diverse definizioni che si trovano oggi in letteratura (es. Swan, 2015; Bradley, 2016; Mendling et al., 2018; Treiblmaier, 2018), è possibile considerare la tecnologia BC come un nuovo paradigma per gestire digitalmente le informazioni, in cui la struttura dei dati è basata su *database* distribuiti e prende la forma di una lista concatenata di blocchi (da qui il nome), collegati crittograficamente e disposti in ordine cronologico. Ciascuno dei blocchi contiene un record immutabile di transazioni che descrivono le attività che si sono verificate fino a quel momento all'interno di una rete di attori. La Figura 3 può aiutare a comprendere meglio questa definizione.

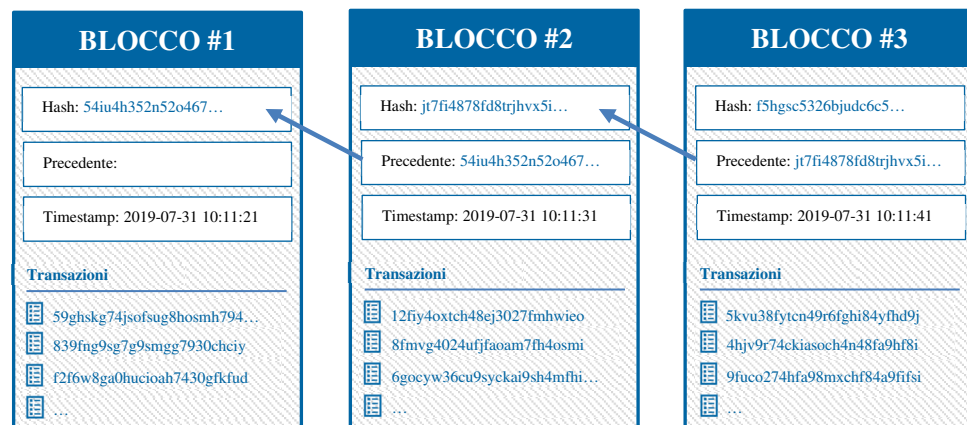


Figura 3 - Struttura del ledger blockchain

Questa struttura dati prende anche il nome di *ledger*, data la sua analogia con il tradizionale registro contabile. Tale registro consente di memorizzare in maniera sicura le informazioni che si scambiano i membri di una rete. Ad esempio, se un'azienda spedisce ad un suo cliente un lotto di cento pezzi di un prodotto e desidera salvare indelebilmente tale evento nella BC, questo verrà rappresentato all'interno di una delle transazioni, che in Figura 3 sono rappresentate nella parte in basso dei blocchi. La transazione rappresenta pertanto l'unità elementare di dati che viene memorizzata all'interno della BC (Radziwill, 2018). Come si evince dall'esempio, essa può avere una natura diversa da quella finanziaria: può infatti rappresentare il trasferimento di qualsiasi cosa abbia valore (es. prodotti fisici, documenti, dati clinici, ecc.) oltre alle criptovalute come *Bitcoin* (Swan, 2015; Tapscott e Tapscott, 2017). Nello specifico quindi, BC permette di descrivere il trasferimento di *asset* attraverso le transazioni, il cui contenuto dipende strettamente dalle applicazioni per le quali BC viene utilizzata. Tale capacità di scambiare diversi *asset* digitali, come si accennava in precedenza, si dice consenta di passare dall'odierno internet in cui vengono scambiate informazioni al cosiddetto "internet del valore", in cui gli utenti potranno scambiarsi valore con la medesima facilità con cui oggi si scambiano dati (Tapscott e Tapscott, 2017). Le transazioni possono essere tanto più complesse quanto più è alto il livello di programmabilità consentito dalla piattaforma BC. Una caratteristica naturale della BC è che le transazioni vengono registrate al suo interno direttamente dai membri della rete e non richiedono la necessità di convalida da parte di una terza parte (es. un governo o un'autorità esterna).

Una volta verificate, esse vengono raggruppate in maniera ordinata all'interno di strutture dati che sono chiamate "blocchi". Facendo una semplice analogia, è possibile considerare ogni blocco come una pagina del registro contabile, in cui sono contenute le transazioni avvenute lungo un certo periodo di tempo (Figura 4).

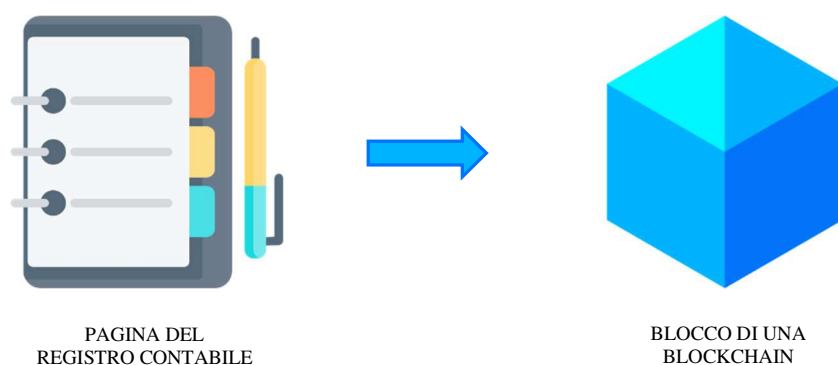


Figura 4 - Analogia tra un blocco della blockchain e una pagina del registro contabile

L'insieme dei blocchi tra loro connessi e ordinati cronologicamente, che rappresenta la BC, può essere invece visto come l'intero registro, motivo per cui viene a volte identificata anche con il termine *ledger* (libro mastro digitale) (Bashir, 2018).

Ciascun blocco è costituito da due parti, il *block body* (il corpo) e il *block header* (l'intestazione). Mentre il primo contiene le transazioni, il cui numero dipende dalla dimensione del blocco stesso e da quella di ogni transazione, il secondo è generalmente caratterizzato dai seguenti valori in esso contenuti:

- *Index*: valore numerico che identifica in maniera progressiva la posizione del blocco (es. blocco 1, blocco 2, ecc.);
- *Merkle root*: valore alfanumerico (*hash*) che viene generato grazie ad un algoritmo di crittografia di tipo *one-way* (funzione di *hash*) a partire dalle transazioni memorizzate e che identifica quest'ultimo in maniera univoca (Khan e Salah, 2018). Caratteristica della funzione matematica di *hash* è quella di trasformare qualsiasi tipo di dato in input in una stringa alfanumerica di lunghezza prefissata (chiamata *Digest* o impronta digitale), indipendentemente dalle dimensioni o caratteristiche dei dati in ingresso, da cui è impossibile risalire ai dati di input;
- Valore alfanumerico (*hash*) identificativo del blocco precedente (non presente nel blocco 1, anche chiamato "*genesis block*"). Assicura la sequenzialità di un blocco da un blocco precedente;
- *Timestamp*: anche detta "marcatatura temporale", è una sequenza di caratteri che certifica in modo univoco e immutabile la data e l'ora in cui è avvenuta la creazione del blocco.

Per completezza si aggiunge che, generalmente, i blocchi contengono altri valori oltre a quelli sopra elencati (es. il *nonce*) che non vengono qui esposti con l'intento di semplificare la trattazione. La conformazione dei blocchi dipende anche dal tipo di BC utilizzata (es. *Bitcoin*, *Ethereum*, *Corda*, ecc.). Allo stesso tempo è variabile la frequenza con la quale vengono aggiunti i blocchi a una BC (nella BC di *Bitcoin*, ad esempio, viene generato un blocco ogni dieci minuti).

È inoltre bene sottolineare che l'elemento che consente di ordinare i blocchi nel tempo e di garantire una diretta connessione tra loro è il campo relativo al valore di *hash* del blocco precedente. Tale concatenazione aiuta inoltre a preservare l'immutabilità delle informazioni -caratteristica che contraddistingue la tecnologia BC- poiché rende evidente qualsiasi tipo di modifica alla catena. Infatti, qualora si verificasse una manomissione di una qualsiasi informazione all'interno di un blocco, cambierebbe di conseguenza il valore di *hash* che descrive il blocco e si spezzerebbe quindi la catena, dato che il blocco successivo non punterebbe più al blocco in questione (Lewis, 2015). Se, ad esempio, l'azienda prima considerata nell'esempio decidesse in un secondo momento di modificare la transazione affermando che ha inviato al cliente un quantitativo pari a ottanta pezzi e non cento, l'algoritmo di crittografia creerebbe un nuovo *hash* per il blocco 1 e il blocco 2 punterebbe comunque al vecchio *hash*: la catena, di conseguenza, verrebbe a spezzarsi e sarebbe immediatamente individuabile la causa. Grazie all'utilizzo dei valori di *hash*, non è quindi possibile manipolare/rimuovere transazioni o blocchi all'interno della BC senza che tali azioni vadano a

compromettere la validità dell'intera catena in maniera evidente. È corretto sottolineare però che, sebbene il meccanismo appena esposto consenta di rendere evidente qualsiasi modifica ai dati contenuti in BC, gli elementi che permettono di impedire le modifiche o l'eliminazione di blocchi e transazioni, rendendole proibitivamente dispendiose, sono la natura distribuita e decentralizzata della BC, l'utilizzo dei meccanismi di *timestamp* e di consenso collaborativo, che verranno approfonditi in seguito.

1.4. Il network blockchain

Il *ledger* BC viene memorizzato, utilizzato e aggiornato da un *network* di attori, una rete di computer interconnessi in una modalità chiamata "*peer-to-peer*" che in informatica indica un modello di architettura di rete in cui i nodi sono equivalenti, potendo fungere al contempo da *client* e *server* verso gli altri attori -detti nodi- della rete. In questo tipo di applicazione, ciascun attore conserva localmente una copia aggiornata della catena di blocchi (natura distribuita della BC). Inoltre, nessuno dei nodi della rete possiede il controllo dei dati (natura decentralizzata della BC) ed essi si accordano con cadenza regolare sullo stato aggiornato del registro transazionale senza ricorrere ad un'autorità centrale (Christidis e Devetsikiotis, 2016). Da tale gestione del registro ne consegue che tutti i nodi possono consultare simultaneamente, in maniera indipendente e in *real-time* le informazioni contenute all'interno del registro ed essere quindi aggiornati sulle attività della rete (Gupta, 2017; Cole et al., 2019). Questo livello di trasparenza sulle informazioni lo si ritrova anche per quanto riguarda il codice sorgente che governa il comportamento del sistema, il quale può essere consultabile pubblicamente. Tutte le operazioni di scrittura di dati non sono pertanto controllate da un ente centrale, ma sono invece regolate in maniera indipendente dagli attori del *network* grazie all'utilizzo di algoritmi di consenso, come si vedrà in seguito (Nakamoto, 2008; Raval, 2016). Tali caratteristiche permettono di dare vita ad una sorta di libro mastro elettronico condiviso, un sistema "*trustless*" distribuito e decentralizzato, che rimuove il bisogno di trasferire l'autorità e la responsabilità ad intermediari poiché la fiducia verso un soggetto terzo non è più necessaria e può essere riposta nella tecnologia stessa e nelle regole che ne governano il funzionamento. Questo sistema garantisce inoltre un nuovo livello di sicurezza dei dati, poiché non vi è più un unico *database* centrale che potrebbe essere compromesso ma vi sono più copie identiche possedute dai diversi nodi della rete.

La Figura 5 riporta in maniera semplificata i passaggi che riguardano il processo di scrittura di una transazione, in questo caso di denaro, all'interno di una rete BC.

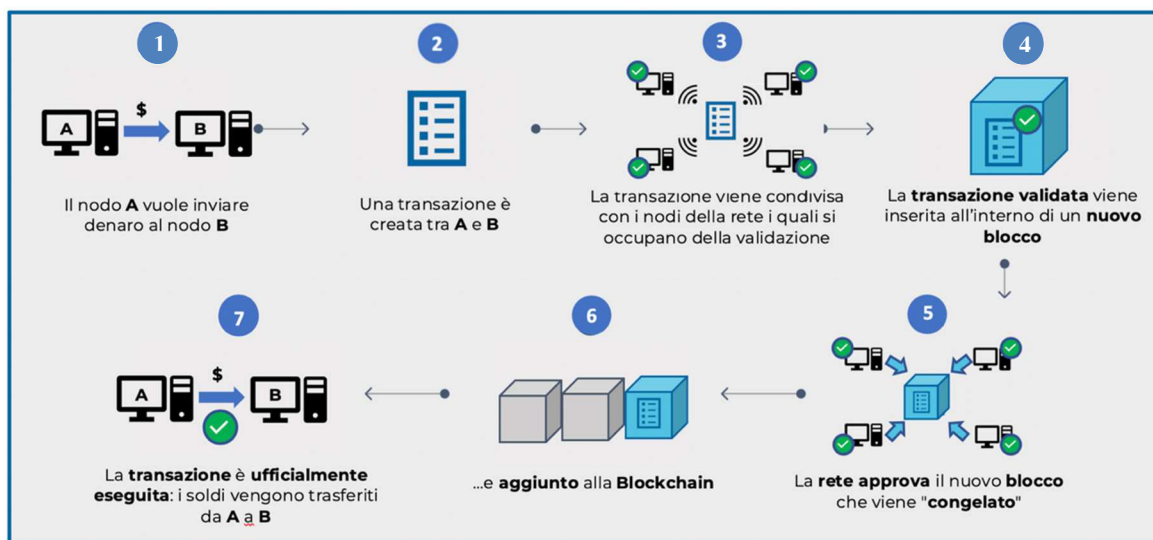


Figura 5 - Esecuzione di una transazione in una rete blockchain

Nel momento in cui un blocco viene aggiunto alla BC, l'informazione relativa a questo cambiamento viene propagata a tutti gli attori della rete in modo tale che ognuno di essi possa aggiornare opportunamente la copia del proprio *ledger*. Una volta effettuato l'aggiornamento, ciascun nodo trasmette questo messaggio ai nodi vicini, come è illustrato in Figura 6. A questo punto il sistema si può dire aggiornato, poiché ciascun nodo possiede l'ultima versione aggiornata del *ledger*.

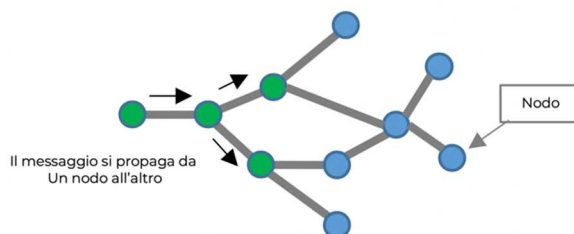


Figura 6 - Propagazione dell'informazione tra i nodi di una rete BC

È interessante evidenziare la differenza che esiste tra come vengono gestite le informazioni in un'applicazione di filiera che utilizza sistemi tradizionali e invece una gestione di tali informazioni basata su BC. Quest'ultima, si differenzia dalla prima in cui i dati vengono gestiti con un approccio "a silos", ovvero in cui ciascuna azienda della supply chain salva i propri dati in maniera isolata all'interno dei propri sistemi informativi (Figura 7) e gli scambi tra le aziende avvengono generalmente via e-mail o in forma cartacea (Jiang e Ke, 2019). Una gestione digitale distribuita dei dati consente di ridurre errori, perdite di informazioni, frodi ed inefficienze, tipici invece di una gestione centralizzata. Allo stesso tempo consente di ridurre il noto problema del *bullwhip effect* (Jeong e Hong, 2019).

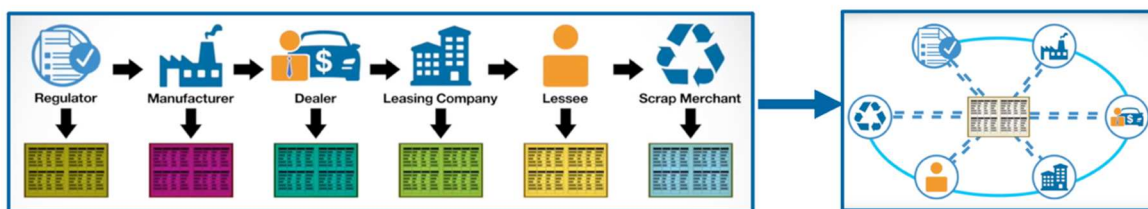


Figura 7 - Gestione centralizzata "a silos" delle informazioni

1.5. Tipologie di piattaforme blockchain

Quando si parla delle differenti tipologie di BC esistenti, è necessario in primo luogo effettuare una distinzione tra il concetto di piattaforma e quello di applicazione BC. Per comprendere cos'è una piattaforma BC è possibile concentrarsi sui due elementi che la costituiscono:

- L'infrastruttura: rete di nodi che detengono e gestiscono il registro BC distribuito;
- Il protocollo: insieme di regole informatiche condivise da tutti i nodi che definiscono tutti quegli aspetti che determinano il funzionamento e la struttura della piattaforma, tra cui struttura del registro, dimensione dei blocchi, regole crittografiche, meccanismo di consenso, struttura degli incentivi, modalità di comunicazione tra i nodi, ecc.

D'altro lato, un'applicazione BC è invece una soluzione che si basa sulle piattaforme BC e che fa leva su alcune caratteristiche peculiari della tecnologia (ad esempio la programmabilità o l'immutabilità del registro). Esempi di applicazioni BC sono i seguenti:

- Tracciabilità: soluzioni che sfruttano le caratteristiche di immutabilità e trasparenza di BC per garantire una tracciabilità affidabile di prodotto lungo tutta la supply chain;
- Notarizzazione: soluzioni che utilizzano il registro distribuito di piattaforme esistenti per certificare la data di un documento e garantire che esso non sia stato modificato nel tempo.

Riguardo alle piattaforme, oltre a *Bitcoin*, ne esistono diverse (ad es. *Ethereum*, *Iota* e *Monero*) che, pur presentando configurazioni differenti -principalmente dettate dallo scopo per le quali sono state sviluppate- condividono generalmente le seguenti caratteristiche di base:

- Struttura a blocchi: il *ledger* è strutturato come una catena di blocchi ordinati nel tempo;
- Natura distribuita: il *ledger* è distribuito tra più nodi per garantire la sicurezza informatica e la resilienza del sistema;
- Disintermediazione/decentralizzazione: la gestione delle transazioni avviene senza il ricorso ad un'autorità centrale o intermediari;
- Trasparenza del registro: il contenuto del *ledger* è accessibile a tutti;

- Paternità delle transazioni: per ciascuna transazione è possibile risalire all'autore, nonché al momento in cui è stata effettuata.

È giusto sottolineare come, in realtà, le caratteristiche appena elencate facciano riferimento alla tipologia di BC originale, come era stata pensata da Satoshi Nakamoto, che viene detta “pubblica”. A livello generale, è possibile dividere le piattaforme BC in due macro categorie, ovvero in BC pubbliche, o “*permissionless*”, e private, o “*permissioned*”. Tale divisione viene fatta sulla base dei diritti di accesso alle BC, ovvero di chi può leggere e scrivere le transazioni al suo interno e di chi può partecipare al processo di consenso (Zheng e Shaoan, 2018). Facendo una semplice analogia, è possibile associare le BC pubbliche ad internet e le BC private ad intranet.

Le BC di tipo pubblico (ad es. *Bitcoin*, *Ethereum*), non controllate da alcun nodo, completamente aperte e decentralizzate, rappresentano la forma originale della tecnologia, come era stata pensata da Satoshi Nakamoto (Kamble et al., 2019a). Esse vengono utilizzate in quegli scenari in cui chiunque può accedere alla BC diventando un nodo, visionare il contenuto del *ledger*, effettuare transazioni, mantenere una copia della BC, e partecipare alla verifica e validazione delle transazioni e alla successiva creazione di un nuovo blocco tramite l'attività di *mining*. I diversi nodi hanno uguali diritti e responsabilità e vengono identificati dai loro indirizzi pubblici (pseudo-anonimità), che prendono la forma di stringhe alfanumeriche. Caratteristiche principali delle BC pubbliche sono la resistenza alla censura e l'immutabilità nel tempo, le quali sono garantite principalmente grazie al complesso meccanismo di consenso utilizzato. I limiti principali di tali BC sono il basso *throughput* con cui le transazioni vengono scritte, la mancanza di privacy e l'alto utilizzo di energia (Chang et al., 2019).

Le BC private (es. *Hyperledger Fabric*) trovano invece applicazione in quei contesti di business in cui le informazioni, per motivi di privacy, devono essere limitate a certi confini (es. organizzazioni o consorzi industriali). La netta predilezione da parte delle aziende per questo tipo di BC (Pilkington, 2016) è anche legata alla loro capacità di processare le transazioni in maniera più rapida e di controllare gli accessi, oltre al fatto che l'identità dei diversi membri è nota e che i costi sono inferiori, dato che richiedono un consumo inferiore di energia. In questo tipo di BC l'autorità è spesso centralizzata e affidata ad una singola entità, la quale gestisce gli accessi e decide i privilegi per l'esecuzione di diverse operazioni, quali la lettura delle transazioni, la verifica, la scrittura, ecc. Per accedere è quindi necessario registrarsi, identificarsi ed essere autorizzati da un'entità centrale. Nel caso in cui l'autorità sia distribuita tra più partecipanti del *network*, si parla di BC *consortium*.

Dalla trattazione emerge come diverse configurazioni consentano alle aziende di ottenere un diverso *trade-off* tra le seguenti coppie di caratteristiche: trasparenza-privacy, e sicurezza-velocità.

A tal riguardo, i puristi della forma originale di BC pensata da Nakamoto (*permissionless*), sottolineano però come le BC private non garantiscano proprio quei vantaggi fondamentali che differenziano BC dai tradizionali *database*, quali l'immutabilità delle informazioni salvate e la

decentralizzazione dell'autorità. Per tale ragione, essi preferiscono definirle con il termine “*distributed ledger technology*” (DLT) che, più in generale, identifica la famiglia di piattaforme basate su registri distribuiti (ovvero in cui tutti i nodi della rete possiedono la medesima copia del registro), all'interno della quale BC si inserisce. Sebbene tutte le BC siano DLT, non è vero il contrario. Infatti, non tutte le DLT possiedono le caratteristiche sopra esposte che conferiscono a BC il suo carattere innovativo. Se volessimo fornire una definizione generale di DLT distaccata da BC, potremmo dire che sono sistemi informativi basati su un registro distribuito tra i diversi nodi di una rete. All'interno di questi, BC si presenta come la tecnologia il cui registro è strutturato come in una catena di blocchi concatenati tramite crittografia e contenenti più transazioni.

Con lo scopo di combinare il meglio delle BC pubbliche e private, hanno iniziato a diffondersi di recente le BC di tipo ibrido.

La Tabella 1 riporta un confronto tra le caratteristiche distintive delle BC pubbliche e private.

Tabella 1 - Blockchain pubbliche e private

| | TIPI DI PIATTAFORME BLOCKCHAIN | |
|---|----------------------------------|-----------------------------------|
| | BC PUBBLICHE (PERMISSIONLESS) | BC PRIVATE (PERMISSIONED) |
| ESEMPI DI PIATTAFORME | ETHEREUM E BITCOIN | HYPERLEDGER FABRIC, QUORUM, CORDA |
| ACCESSO (LETTURA/SCRITTURA) | APERTO A TUTTI | LIMITATO |
| DIRITTO DI VERIFICA E VALIDAZIONE DELLE TRANSAZIONI | ESTESO A TUTTI I NODI | LIMITATO |
| VELOCITÀ DI ESECUZIONE DELLE TRANSAZIONI | BASSA | ALTA |
| GRADO DI IMMUTABILITÀ | ALTO | BASSO |
| PRIVACY DEI DATI | NON PRESERVATA | PRESERVATA |
| IDENTITÀ DEGLI ATTORI | PSEUDO-ANONIMITÀ | NOTA |
| CONSUMO ENERGETICO | ELEVATO | BASSO |
| GOVERNANCE | DECENTRALIZZATA | CENTRALIZZATA |

1.6. La firma digitale

La firma digitale rappresenta un elemento cardine della BC poiché è ciò che consente di:

- Dimostrare da quale mittente è stato inviato un certo messaggio e quindi chi è l'autore di una certa transazione (autenticazione);
- Assicurare che il contenuto del messaggio non ha subito alcun tipo di manipolazione dopo la sua creazione (integrità);

- Rendere impossibile che, nel momento in cui un mittente firma un messaggio, questo possa in un secondo momento negare di averlo fatto (non ripudio).

In una BC la firma digitale viene creata grazie ad una combinazione di *hashing* e crittografia asimmetrica a chiave pubblica e viene utilizzata per la convalida delle transazioni. Va specificato che, in questo caso, lo scopo della crittografia non è -come si potrebbe pensare- quello per cui viene generalmente utilizzata, ovvero di oscurare e rendere segreto il contenuto di un messaggio, bensì quello di garantire le tre caratteristiche sopra esposte. La crittografia è infatti definita come la scienza di inviare messaggi in maniera affidabile tra diversi soggetti in presenza di attori malevoli che desiderano corrompere il loro contenuto.

Per chiarirne il funzionamento, riprendiamo l'esempio iniziale in cui un fornitore vuole inviare un messaggio ad un cliente per avvertirlo dell'invio di un lotto di cento pezzi di un prodotto. Egli possiede il contenuto del messaggio e due chiavi che nei sistemi di crittografia asimmetrica hanno i seguenti ruoli:

- Chiave pubblica: associata in maniera univoca al fornitore, nota a tutti i membri del *network*, viene utilizzata per decriptare il messaggio precedentemente criptato con la chiave privata del fornitore.
- Chiave privata: associata in maniera univoca al fornitore e non accessibile pubblicamente, viene utilizzata da quest'ultimo per criptare, o "firmare", il documento. Il suo valore non ha alcuna correlazione con quello della rispettiva chiave pubblica;

Per prima cosa il fornitore crea l'*hash* del messaggio che desidera inviare utilizzando l'algoritmo di *hash*. A tale valore applica poi la sua chiave privata, che porta alla creazione di un ulteriore valore alfanumerico, il quale rappresenta la sua firma digitale. Quest'ultima viene in seguito inviata assieme al messaggio in chiaro al cliente che procede ad eseguire due operazioni distinte. In primo luogo, applica la funzione di *hash* (la stessa utilizzata dal fornitore) al messaggio ricevuto, che restituisce un valore alfanumerico di lunghezza definita (i.e. il codice *hash* del messaggio). A questo punto applica la chiave pubblica del fornitore per decriptare la firma digitale e ottenere il valore di *hash* inizialmente generato dal fornitore. Un confronto tra i due valori di *hash* ottenuti permette al cliente di determinare se il messaggio è stato modificato durante l'invio, e allo stesso tempo di verificare che il fornitore rappresenta l'effettivo mittente. La Figura 8 aiuta a comprendere tale processo.

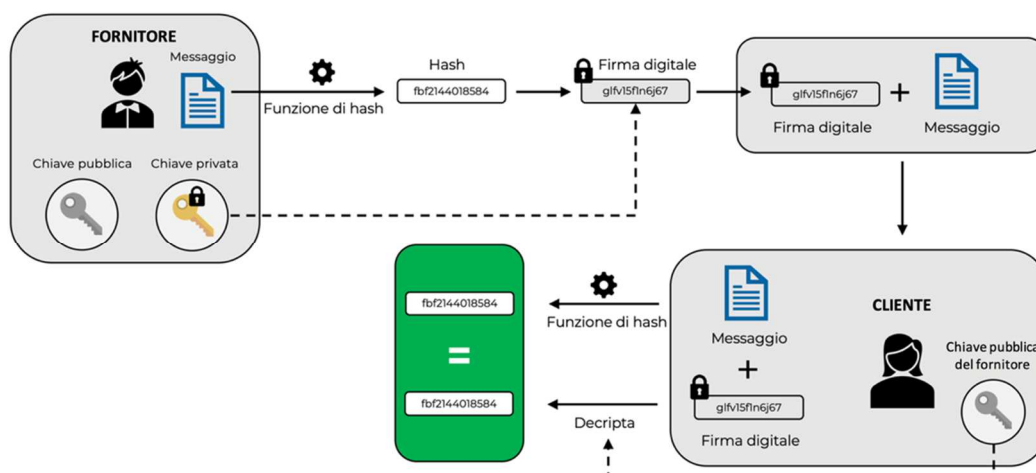


Figura 8 - Funzionamento della firma digitale

1.7. Il meccanismo di consenso distribuito

Dopo aver compreso le caratteristiche distintive di una rete BC, è necessario capire come sia possibile all'interno di una rete di attori tra loro sconosciuti raggiungere un accordo condiviso su una singola versione del registro distribuito e quindi sulle transazioni che esso contiene. In uno scenario tradizionale, la responsabilità di verificare la validità delle transazioni che avvengono tra più entità viene affidata ad un'autorità centralizzata, quale ad esempio una banca, ma in un sistema di tipo decentralizzato le modalità sono differenti. In particolare, in una rete BC si parla di "consenso distribuito" per indicare quell'insieme di regole e procedure, scritte in forma di codice informatico, che consente di raggiungere un consenso sulla validità delle transazioni prima che queste vengano inserite nei blocchi, mantenendo l'integrità e la sicurezza del sistema e aggiornando il *ledger* in maniera completamente distribuita, quindi in assenza di un intermediario. Tale meccanismo, che tratteremo solo a livello concettuale data la sua natura tecnica e alta complessità, è decentralizzato, consente cioè ai diversi nodi di lavorare insieme senza la necessità di fare affidamento su un intermediario, garantendo che le regole del protocollo siano seguite e che tutti i nodi possiedano una copia aggiornata del *ledger* e mitigando al contempo eventuali azioni di attori malintenzionati. Nel dettaglio, il modo in cui le diverse BC raggiungono il consenso presenta delle differenze ed è quindi differente il modo in cui vengono verificate le transazioni e viene gestita la politica di *rewarding*.

Le piattaforme BC pubbliche utilizzano il processo di *mining*: alcuni nodi della rete, chiamati "*miners*", mettono a disposizione il loro potere computazionale per eseguire degli algoritmi (es. *Proof of Work*, *Proof of Stake*, *Proof of Capacity*, *Proof of Authority*) che

hanno lo scopo di validare le transazioni, raggrupparle in blocchi e aggiungerle alla catena di blocchi. Tali algoritmi sono progettati in modo tale da mitigare la possibilità che si verifichi una condotta scorretta da parte di soggetti malevoli. Per tale ragione, ad esempio, alcuni di essi sono resi volutamente complessi, *time-consuming* o energivori. Il loro utilizzo assieme ai meccanismi crittografici e la decentralizzazione, consentono di preservare l'integrità del registro: una volta che i dati vengono salvati in BC, qualsiasi modifica/manipolazione successiva diviene facilmente identificabile, difficile e costosa (Adams *et al.*, 2017; Bashir, 2018).

In un ambiente di BC private, dove gli utenti possono essere identificati, il processo di validazione dei blocchi è generalmente più semplice ed efficiente e il *mining* non è necessario: il più delle volte la responsabilità di autorizzare l'aggiunta di nuovi blocchi viene affidata a dei nodi validatori specifici, scelti da coloro che gestiscono il *network* e nei quali gli stessi ripongono fiducia. Sebbene tale meccanismo consenta di ottenere una maggior velocità nella verifica delle transazioni e nell'aggiunta di blocchi, esso comporta una centralizzazione nella presa di decisioni e quindi la necessità di avere fiducia in alcuni attori, aspetto che si allontana dall'ideale di disintermediazione su cui BC si basa (Gupta, 2017; Wang *et al.*, 2019a). Inoltre, un sistema di questo tipo risulta essere più suscettibile a manipolazioni dei dati o condotte scorrette.

1.8. Gli ambiti applicativi

Le caratteristiche che contraddistinguono BC dalle altre tecnologie, che sono state descritte finora, hanno generato grandi aspettative, nella quale molti accademici e manager vedono il potenziale per trasformare una pluralità di settori, presentandosi come un'opportunità considerevole -un cosiddetto "*gamechanger*"- non solo per i nuovi entranti ma anche per le realtà aziendali già consolidate (Tapscott e Tapscott, 2017; Queiroz *et al.*, 2019). Sarebbe riduttivo relegare la BC all'ambito in cui essa è nata, ovvero il settore finanziario. Infatti, sebbene questo sia tuttora il più attivo per quanto riguarda l'utilizzo della tecnologia, sono svariati i settori in cui essa viene oggi implementata dalle aziende per migliorare i propri processi intra- o inter-organizzativi o con il fine di creare nuove opportunità di business, tra cui quello farmaceutico, sanitario, educativo, assicurativo, energetico e delle telecomunicazioni (Mougyar, 2016; Kouhizadeh e Sarkis, 2018).

Secondo un censimento delle principali news internazionali relative ai casi di applicazione della tecnologia BC recentemente condotto dal politecnico di Milano, da inizio

2016 a fine 2020 sono stati identificati 508 progetti lanciati da parte di aziende e governi, di cui 197 solo nel 2020 (+59% rispetto al 2018). Il totale dei casi d'uso, se consideriamo anche gli annunci che non si sono ancora evoluti negli stadi successivi -rispettivamente in *proof of concept*, *proof of work*, progetti operativi- sono 1242. Gran parte dei progetti si limitano a rimanere annunci o *proof of concept*, mentre solo un 23% dei progetti ha raggiunto lo stadio di *proof of work*. Nonostante ciò, nel 2020 gli annunci sono calati di circa l'80%, un possibile segnale che indica lo spostamento dall'*hype* verso progetti più concreti. Nello scenario europeo, l'Italia si posiziona prima per numero di progetti. A livello internazionale, le nazioni in cui sono stati sviluppati più progetti BC dell'Italia sono in ordine USA, Cina, Giappone, Australia e Corea del Sud. In generale, le aziende più attive sono quelle della finanza, le pubbliche amministrazioni, gli operatori logistici e le aziende del settore agro-alimentare, mentre le applicazioni riguardano principalmente la gestione dei pagamenti, la gestione documentale (coordinamento e verificabilità dei dati) e la tracciabilità di filiera. Tra le piattaforme più utilizzate dalle aziende vi sono *Hyperledger* ed *Ethereum*; solo in rari casi i progetti pilota sviluppano una nuova BC ad hoc. Se è vero che il settore finanziario rimane il più attivo, è interessante notare che dal 2016, in cui rappresentava l'81% dei casi, al 2017 la percentuale è scesa al 55% del campione e al 38% nel 2018, mentre crescono le sperimentazioni nel settore agro-alimentare, logistico, del lusso e nella pubblica amministrazione.

1.9. Esempi di applicazioni blockchain per il supply chain management

È noto che a seguito della crescente globalizzazione le supply chain sono diventate sempre più ampie, articolate e frammentate, quindi caratterizzate da una moltitudine crescente di attori che sono coinvolti nelle diverse fasi che si trovano tra l'iniziale produzione di materie prime e la realizzazione del prodotto finito. Questo scenario ha portato ad un inasprimento di alcuni problemi -in primo luogo quelli relativi alla sicurezza, qualità, autenticità e sostenibilità ambientale e sociale di prodotto- principalmente causati dalla mancanza di visibilità e quindi alla scarsa sincronizzazione tra gli attori, che spesso utilizzano sistemi informativi isolati e differenti che non comunicano tra loro (Awaysheh e Klassen, 2010; Brody, 2017). Ad aggravare il problema del disallineamento informativo, e quindi della mancanza di integrazione nelle supply chain, vi è il fatto che spesso le aziende utilizzano documentazione cartacea, la quale aumenta i tempi di attraversamento e la probabilità di errori/manipolazioni (Cole et al., 2019; Behnke e Janssen, 2020; Nandi et al., 2020). Per

comprendere la rilevanza di tale problema possiamo citare lo studio di Tijan et al. (2019), che sottolinea che in una gestione di un processo logistico, ben il 10% dei documenti cartacei può contenere errori i quali danno spesso vita a controversie tra le parti coinvolte in cui si fatica a determinare di chi sia la responsabilità degli stessi. In aggiunta, un'ulteriore criticità deriva dall'utilizzo di sistemi informativi isolati e centralizzati, i quali possono portare alla manipolazione delle informazioni e quindi a fenomeni opportunistici o di contraffazione.

Dal punto di vista dei consumatori, tale complessità delle filiere si riflette nella difficoltà di conoscere la storia dei prodotti che acquistano, di cui spesso anche le stesse aziende stesse non sono a conoscenza. Stabilire l'effettiva provenienza di un prodotto, ripercorrendo il tragitto effettuato dalla materia prima, alla produzione, alla distribuzione, fino al momento in cui esso giunge nelle mani del cliente finale, richiede un sistema di tracciabilità che sia in grado di collezionare informazioni affidabili lungo tutto il suo ciclo di vita.

La tecnologia BC si inserisce in quest'ambito promettendo di cambiare il modo in cui le supply chain vengono gestite, rispondendo alle richieste di maggior efficienza, sicurezza, trasparenza e reattività (Kim e Laskowski, 2018; Kshetri, 2018; Queiroz et al., 2019). In termini di tracciabilità, la garanzia di immutabilità e sicurezza dei dati memorizzati, consente di salvare informazioni relative ai diversi processi a cui un prodotto è andato incontro in maniera indelebile rendendole accessibili a tutte le parti autorizzate, sia interne che esterne alla filiera (Treiblmaier, 2018). Gli attori della filiera possono operare in un ambiente non fidato poiché la fiducia non è più necessaria: essa viene infatti sostituita dalla capacità di verificare ogni singola azione che si realizza all'interno del sistema.

Questo concetto viene sintetizzato dal noto motto "*don't trust, verify*". Inoltre, la condivisione dei dati *real-time* rende possibile una migliore pianificazione delle attività e una miglior presa di decisioni. I benefici che, come emerge da uno studio della letteratura scientifica, BC promette di portare a livello di gestione delle supply chain sono riassunti nella Figura 9.



Figura 9 - Benefici correlati all'utilizzo della blockchain per il supply chain management

1.9.1. Smart contract per l'automatizzazione dei processi: Il caso Flight Delay

Gli *smart contract* sono programmi software memorizzati in BC che si eseguono all'interno della stessa nel momento in cui vengono salvate determinate informazioni. Per comprenderne il funzionamento viene ora illustrato un esempio concreto di utilizzo.

Flight Delay è una soluzione sviluppata recentemente dalla *startup* tedesca *Etherisc* che, sfruttando la tecnologia BC di *Ethereum*, offre servizi assicurativi decentralizzati. L'obiettivo è quello di consentire ai clienti di compagnie aeree che lo desiderano di ricevere automaticamente e in maniera tempestiva il rimborso del biglietto in caso di ritardi superiori ad una certa soglia o qualora si verificasse una cancellazione nei voli, assicurando un processo trasparente, affidabile ed immediato. Per utilizzare tale applicazione è necessario registrarsi al relativo sito web, inserire i propri dati anagrafici e specificare le informazioni sul volo che si vuole assicurare. Tutto il processo non richiede alcuna interazione con la compagnia aerea. Per reperire dati affidabili in *real-time* dei voli, la soluzione si affida a un'organizzazione esterna, chiamata "*FlightStats*". La soluzione non necessita di fare affidamento su alcuna autorità centrale poiché sfrutta il potenziale degli *smart contract*, uno degli aspetti più innovativi connessi alla tecnologia BC. Questi hanno un'accezione più ampia del significato legale e rappresentano un insieme di istruzioni di vario tipo, espresse attraverso il linguaggio informatico, visibili a tutti gli attori della rete BC in cui operano che si eseguono in automatico (es. il rimborso) al verificarsi di determinate condizioni relative a dati che vengono raccolti dal mondo reale e salvati all'interno della rete BC (es. ritardo oltre un certo minutaggio o cancellazione del volo) (Alharby e van Moorsel, 2017). Quando sono

uniti alla tecnologia BC, essi consentono di eseguire transazioni e scambi di documenti in maniera rapida, economica ed affidabile senza alcun tipo di intervento umano (Korpela et al., 2017). Lo *smart contract* nel caso di Flight Delay funziona esattamente come un normale contratto, nel senso che comprende una serie di condizioni pattuite tra le parti coinvolte e le conseguenti azioni operative da attuare nel caso in cui si verificano tali condizioni. A differenza però dei contratti tradizionali, non vi è la necessità di un supporto legale di una terza parte in quanto il contratto è in grado di operare autonomamente grazie appunto all'utilizzo di software, protocolli informatici e della BC.

L'idea di *smart contract* non è però nuova: già nel 1997 Nick Szabo aveva discusso circa la possibilità di appoggiarsi a protocolli digitali per eseguire in automatico i termini dei contratti all'interno di un business, minimizzando la possibilità di azioni malevole e la necessità di ricorrere ad intermediari e quindi il relativo dispendio di tempo e costi (Szabo, 1997). Quando vengono memorizzati in BC però, gli *smart contract* si arricchiscono di nuove interessanti proprietà:

- si basano su condizioni contrattuali che una volta fissate diventano trasparenti e immutabili; ciò elimina la possibilità da parte di un utente o di un'azienda di avere una condotta non coerente con il contratto e, di conseguenza, vi è certezza dell'esecuzione di tali condizioni senza che vi sia la possibilità di censura;
- rendono le transazioni registrate immutabili e trasparenti;
- consentono di trovare un accordo anche in assenza di fiducia poiché è sufficiente riporre fiducia nel codice e nella rete BC.

Per tali caratteristiche, un utilizzo degli *smart contract* in ambito supply chain può consentire l'automatizzazione delle procedure contrattuali, la riduzione delle interazioni tra le parti e, di conseguenza, dei tempi di attraversamento e i costi di transazione (Wang et al., 2019a). Si pensi ad esempio a un loro utilizzo in varie fasi del ciclo dell'ordine: tempi e costi possono essere significativamente ridimensionati supportando il processo di *expediting* grazie a informazioni affidabili di tracciabilità *real-time*, automatizzando i pagamenti connessi alla consegna della merce o applicando in automatico delle penali nel caso in cui i termini definiti tra le parti non vengano rispettati. Ovviamente, affinché tali strumenti funzionino in modo appropriato, è in primo luogo necessario che siano estremamente precisi sia nella loro scrittura sia nella gestione delle regole che ne determinano l'applicazione e di quelle che devono governarne le eventuali anomalie e, più in generale, tutte le situazioni che si possono verificare. Questo perché l'intervento umano è minimo, se non nullo, e quindi

non c'è alcun modo di gestire una situazione anomala non prevista; inoltre, le interpretazioni del contratto non sono possibili. In secondo luogo, considerando che le condizioni analizzate dagli *smart contract* generalmente si verificano al di fuori dell'ambiente in cui essi vengono sviluppati, è richiesto il ricorso ad "oracoli" -soggetti umani o elettronici il cui scopo è fornire informazioni in input dal mondo reale alla BC- che siano affidabili e veritieri. Gli *smart contract* presentano oggi diverse criticità, tra cui la gestione di contratti complessi di difficile interpretazione e difficilmente traducibili in codice informatico, l'attribuzione di un sistema giuridico effettivamente applicabile, la scarsa comprensibilità per molti soggetti del codice con cui sono scritti e, non ultima, la loro validità legale. La regolamentazione degli *smart contract* a livello internazionale è tuttora un tema aperto e, nonostante si ritenga che i benefici indotti da un utilizzo maturo di questo strumento potrebbero essere rilevanti, la loro applicazione nelle supply chain è tuttora in fase esplorativa. La BC più utilizzata per l'utilizzo di *smart contract* è oggi *Ethereum*, dato il suo alto grado di programmabilità, fattore che la contraddistingue da *Bitcoin*. Quest'ultima è stata infatti pensata per consentire in maniera sicura e decentralizzata transazioni di carattere finanziario ed è caratterizzata da una bassa configurabilità. È bene inoltre sottolineare che gli *smart contract* facilitano l'integrazione di BC con i sistemi esterni, quali ad esempio i sistemi informativi utilizzati dalle aziende.

1.9.2. Blockchain a supporto della tracciabilità di filiera: Il caso Walmart

Un caso studio rilevante per quanto riguarda l'utilizzo di BC in ambito logistico/distributivo, e in particolare il miglioramento della tracciabilità di filiera e della sicurezza alimentare è quello relativo alla catena statunitense di supermercati Walmart, numero uno per dimensioni a livello mondiale, nota per il suo coinvolgimento nei confronti dell'innovazione digitale. Tra i diversi progetti, tale realtà è stata pioniera nell'implementazione di sistemi tecnologici e informativi a supporto della gestione delle supply chain tra cui l'*Electronic Data Interchange* (EDI), il *Vendor Managed Inventory* (VMI), il *Radio Frequency Identification* (RFID), l'Universal Product Code (UPC).

Tra la fine 2016 e la metà del 2017, Walmart ha implementato due progetti sperimentali in collaborazione con IBM basati sulla piattaforma BC privata "*Hyperledger Fabric*" (Kamath, 2018). Il primo progetto ha riguardato la filiera del mango venduto da Walmart nei propri punti vendita negli Stati Uniti e proveniente dall'America centrale e meridionale. Questo è stato lanciato con lo scopo di garantire un efficiente monitoraggio

delle diverse fasi della filiera. In particolare, attraverso l'utilizzo di tale soluzione, il colosso della GDO può conoscere dove ciascun frutto è stato coltivato, chi l'ha ispezionato, in quali condizioni è stato confezionato e come è stato distribuito (es. tempistiche e condizioni di trasporto/stoccaggio). Allo stesso tempo, il sistema fornisce una più rapida rintracciabilità, permettendo, in casi di difformità o problematiche, di evidenziare le relative cause in pochi istanti, rintracciando tutti i prodotti che potenzialmente potrebbero presentare lo stesso problema e facilitando quindi il loro ritiro dal mercato. Riguardo a quest'ultimo aspetto, i risultati dimostrano che tale soluzione ha permesso di rintracciare l'origine di una confezione di tale frutto in un tempo di poco superiore ai 2 secondi. Questo ha rappresentato un miglioramento sostanziale, considerando che con i sistemi di rintracciabilità utilizzati sino a quel momento, che richiedevano di risalire la catena con un processo seriale *step-by-step* -il più delle volte ricostruendo la storia del prodotto partendo da documenti cartacei- erano necessarie alcune settimane (Wong et al., 2019).

Il secondo progetto ha riguardato invece la filiera cinese della carne suina ed ha coinvolto una moltitudine di attori diversi dagli allevamenti fino ai punti vendita. In questo caso, la tecnologia BC, grazie alle sue caratteristiche, ha permesso di conservare in maniera sicura e immutabile le informazioni relative al luogo e alle modalità di allevamento, il numero di lotto dei prodotti derivati dalla macellazione del maiale, nonché la temperatura in cui questi sono stati conservati lungo le diverse fasi della filiera e le informazioni sulla spedizione. In primo luogo, questo è stato reso possibile identificando ciascun suino con un codice a barre. In secondo luogo, attraverso l'utilizzo di sensori installati lungo le diverse fasi della filiera per la tracciatura di parametri quali temperatura, umidità e geolocalizzazione è stato possibile assicurare che la carne venisse trasportata e stoccata in condizioni sicure. Nella situazione in cui uno o più parametri, quali ad esempio la temperatura, si trovavano al di sopra dei valori di soglia, Walmart veniva allertata in tempo reale e poteva intervenire rapidamente.

In entrambi i casi appena esposti, la trasparenza garantita dalla BC si è rivelata utile anche per il consumatore finale a cui viene data la possibilità in fase di acquisto del prodotto, tramite una semplice scansione con il proprio *smartphone* del QR code ad esso applicato, di visionare le informazioni ad esso connesse (es. data di scadenza, ecc.). Nel caso in cui si verificano contaminazioni o per alcuni prodotti si superi la data di scadenza stabilita, la soluzione consente una rapida identificazione degli stessi e un successivo richiamo, beneficio che è stato riconosciuto da diversi accademici (es. Creydt e Fischer, 2019).

Verificata l'efficacia di tali progetti pilota, Walmart ha deciso di ampliarne la portata. In particolare, a fine 2018, probabilmente spinta dall'epidemia di batteri *Escherichia coli* che ha colpito gli Stati Uniti nella primavera dello stesso anno a causa di una fornitura di lattuga romana contaminata, Walmart ha richiesto a tutti i suoi fornitori di verdure fresche a foglia di aderire a tale sistema di tracciabilità basato su BC entro fine 2019 per il monitoraggio di tali generi alimentari lungo tutta la filiera. Tale requisito, necessario per mantenere i rapporti con Walmart, è stato poi esteso ad agricoltori, partner commerciali e imprese di logistica. Ad essi è stato richiesto di passare dai metodi di tracciabilità utilizzati tradizionalmente, spesso basati su documentazione cartacea o fogli di calcolo, all'utilizzo della piattaforma "IBM Food Trust Solution", in cui potranno inserire informazioni relative ai processi. Walmart si è occupata anche della formazione degli attori coinvolti nell'adesione di tale soluzione. In questo modo Walmart e il consumatore saranno in grado, ad esempio, di sapere dove è stata coltivata l'insalata, quali ispezioni sono state fatte, in quali condizioni è stata confezionata, ecc. Inoltre, come sostenuto da Frank Yiannas -responsabile della sicurezza alimentare di Walmart- il sistema è pensato per consentire ai rivenditori e agli agricoltori di ridurre i costi di richiamo della merce. La miglior capacità di risalire alla fonte delle contaminazioni e problematiche che si possono verificare all'interno di una o più fasi della filiera può essere d'aiuto anche alle agenzie governative e agli organismi di controllo, i quali possono intervenire per bloccare in maniera tempestiva il diffondersi di potenziali epidemie o intossicazioni di larga scala. Walmart ha annunciato di ampliare le linee di prodotti che verranno tracciate dal sistema. Sull'onda dell'esempio di Walmart, diverse realtà della GDO (es. Carrefour, Auchan) hanno adottato sistemi BC per tracciare i processi di approvvigionamento. Esse, come nel caso di Walmart, potrebbero accelerare la diffusione di tali soluzioni, inserendo l'adozione della BC, qualora si dovesse dimostrare vantaggiosa, come requisito nei capitolati di acquisto sottoscritti con i fornitori.

1.9.3. Blockchain a supporto dell'anticontraffazione: Il caso LVMH, Richemont e Prada

Il settore del lusso è oggi macchiato dal dilagante fenomeno della contraffazione, alimentato anche dalla crescita degli acquisti effettuati tramite piattaforme online. Il colosso francese LVMH -che possiede marchi importanti come Louis Vuitton, Bulgari e Christian Dior- assieme a Cartier e Prada del Gruppo Richemont hanno lanciato il progetto congiunto "*Aura Blockchain Consortium*" finalizzato a sviluppare un sistema globale basato su BC volto a

fronteggiare tale problematica. La soluzione, nata in collaborazione con Microsoft e ConsenSys, mira a certificare l'autenticità di ciascun prodotto ed è aperta a tutti i marchi del lusso a livello mondiale. Al contempo, essa consente di garantire l'approvvigionamento responsabile dei materiali e la sostenibilità ambientale dei prodotti. Attraverso l'applicazione ufficiale del *brand*, al cliente finale viene data la possibilità di consultare dati non manomissibili relativi al prodotto che desiderano acquistare, avere prova certa circa la sua origine e conoscere il suo intero ciclo di produzione nonché informazioni relative alla distribuzione dello stesso. Tale applicazione potrebbe favorire anche gli scambi di prodotti di seconda mano tenendo traccia in maniera affidabile e immutabile degli scambi di proprietà del bene e degli interventi sul prodotto (es. manutenzioni), così come semplificare gli audit condotti da parte di enti esterni. Aura si basa su una BC privata multi-nodale e fa uso di uno smart label per l'identificazione di ciascun prodotto. Ai diversi *brand* è consentito di scegliere quali informazioni/documenti vogliono inserire nel certificato rilasciato da Aura, come ad esempio l'origine dei materiali o informazioni relative alla responsabilità sociale, ambientale e al benessere degli animali. I benefici per i produttori vanno dal poter fornire un'assicurazione ai consumatori finali sugli standard adottati per la fabbricazione dei prodotti, la costruzione della fiducia con i clienti, la protezione contro la contraffazione, ecc.

Ad ottobre 2021 Aura Blockchain Consortium ha visto il coinvolgimento del gruppo di moda OTB, che controlla marchi quali Diesel, Margiela, Marni Jil Sander, Viktor&Rolf. Tra i diversi progetti attualmente in fase di sviluppo è bene evidenziare Aura Light, una soluzione di tipo SaaS per quelle realtà che intendono prendere parte al consorzio pur non avendo a disposizione le risorse interne necessarie per sviluppare un proprio sistema, e che si trovano quindi alla ricerca di una soluzione facile da implementare. Inoltre, si sta valutando l'utilizzo di non-fungible token (NFT), ovvero rappresentazioni digitali univoche di beni reali.

CAPITOLO 2. Revisione sistematica della letteratura

Questo capitolo presenta i risultati di quello che ha rappresentato il primo passo della ricerca, ovvero la revisione sistematica della letteratura, la quale si è rivelata necessaria per comprendere lo stato dell'arte della conoscenza relativa all'utilizzo della tecnologia BC all'interno del contesto di SCM. In primo luogo, viene presentata la metodologia utilizzata per effettuare la ricerca degli articoli all'interno della letteratura scientifica. In secondo luogo, sono illustrati i risultati di tale studio, con un focus sugli aspetti più rilevanti, ovvero sulle risposte alle domande di ricerca che hanno guidato l'analisi. In terzo luogo, si presentano i *gap* e le opportunità di ricerca futura. Infine, vengono esposte le domande di ricerca che hanno guidato lo studio empirico che rappresenta il centro di questa tesi.

2.1. Metodologia

La revisione sistematica della letteratura è un metodo consolidato basato su una procedura scientifica rigorosa, sequenziale, replicabile e trasparente finalizzata ad analizzare nel dettaglio le pubblicazioni scientifiche esistenti in un dato momento riguardo ad un certo argomento (Tranfield et al., 2003).

L'obiettivo generale della revisione della letteratura è quello di analizzare e sintetizzare la ricerca rilevante sul tema studiato al fine produrre un quadro chiaro e completo del suo stato dell'arte, chiarendo da un lato il livello di conoscenza esistente e dall'altro evidenziando le nuove linee di ricerca futura basate sui *gap* che andrebbero affrontati. Durante l'attività di dottorato la revisione della letteratura ha rappresentato un'attività di carattere propedeutico, utile per definire un tema di ricerca rilevante e, rispetto a questo, a chiarire quelli che sono i costrutti e le teorie esistenti (Karlsson e Åhlström, 2016).

Seguendo le linee guida indicate da Tranfield et al. (2003) e Kitchenham e Charters (2007), il processo di revisione sistematica della letteratura è stato effettuato seguendo 3 fasi principali: (1) fase di *planning*, (2) fase di *conducting*, (3) fase di *reporting*.

Nella prima fase di *planning* sono stati definiti l'obiettivo della revisione della letteratura e le domande di ricerca che hanno guidato l'analisi. Partendo da tali domande è stato sviluppato un protocollo di ricerca, sono state definite le *keywords* da utilizzare nelle *query*, il tipo di fonti da prendere in considerazione (*journal*, *conference proceeding*, ecc.) e i *database* a cui fare riferimento per la ricerca degli articoli. La definizione di tali aspetti è stata necessaria per minimizzare eventuali *bias* massimizzando al contempo la generalizzabilità, affidabilità e riproducibilità dei risultati.

Una volta definito il protocollo, la fase di *conducting* ha riguardato la ricerca vera e propria degli articoli all'interno dei *database* scelti nel passo precedente e utilizzando le *query* definite, lo *screening* dei risultati ottenuti e l'analisi dei *paper* selezionati. Questo ha permesso di costruire un *database* ordinato di articoli, i quali sono stati analizzati per ricavare lo stato dell'arte della conoscenza e produrre una lista dei maggiori *gap* esistenti sull'utilizzo di BC nel SCM, le opportunità di ricerca futura, così come le domande di ricerca da investigare.

Infine, la fase di *reporting* è costituita dalla presentazione dei risultati che viene proposta in questo capitolo.

Le sotto fasi del processo di revisione della letteratura sono presentate in Figura 10.



Figura 10 - Fasi del processo di revisione della letteratura

Nella prossima sezione verranno fornite informazioni dettagliate circa le fasi di *planning* e *conducting*.

2.2. Finalità e domande di ricerca alla base della revisione della letteratura

Per guidare la fase iniziale di revisione della letteratura è stato importante definire delle domande di ricerca a cui attraverso tale processo si vuole fornire una risposta. Queste hanno infatti consentito di identificare un sotto-insieme preciso di tutti gli studi presenti in letteratura scientifica inerenti all'utilizzo di BC per il SCM.

Due ulteriori passaggi si sono rivelati propedeutici alla definizione delle domande di ricerca: (1) la definizione delle motivazioni iniziali che giustificano la ricerca, e (2) la

definizione dell'obiettivo della revisione della letteratura. Riguardo al primo punto, le motivazioni definite all'inizio del nostro studio sono le seguenti:

- Nonostante il crescente interesse per gli impatti che la tecnologia BC promette di portare a livello di gestione dei processi di filiera, la ricerca scientifica sull'utilizzo BC nel campo SCM si trova ancora in una fase iniziale, è frammentata e prevalentemente concettuale;
- Studi empirici rigorosi sono necessari per valutare in maniera critica le implicazioni reali, i benefici e le sfide legati all'utilizzo della tecnologia BC all'interno delle SC;
- Nonostante le grandi aspettative, ad eccezione di alcuni casi studio di natura descrittiva basati su *secondary data* (es. Hackius e Petersen, 2017), c'è oggi una scarsità di casi studio concreti relativi all'applicazione della tecnologia BC nel SCM e le implicazioni non sono state sufficientemente investigate;
- I *decision-maker* non possiedono sufficienti evidenze empiriche per comprendere come BC possa essere utilizzata per migliorare i processi delle supply chain.

Partendo da tali considerazioni è stato definito il seguente obiettivo alla base della revisione della letteratura:

- **LR-AIM:** Comprendere qual è lo stato dell'arte della letteratura relativa all'utilizzo di BC nel contesto di SCM e identificare i principali *gap/opportunità* esistenti che potrebbero guidare la futura ricerca sul tema.

Abbiamo quindi definito, a partire dall'obiettivo generale, le seguenti domande di ricerca:

- **LR-RQ1:** *In quali settori industriali un'applicazione della tecnologia BC può portare maggiori benefici per il supply chain management?*
- **LR-RQ2:** *Quali sono i principali driver che spingono le aziende a adottare BC nel contesto delle supply chain?*
- **LR-RQ3:** *Quali sono le principali sfide/barriere che frenano la diffusione di BC nel contesto delle supply chain?*
- **LR-RQ4:** *Quali sono le principali tecnologie che vengono utilizzate a complemento di BC nelle applicazioni per il supply chain management?*
- **LR-RQ5:** *Quali sono i più importanti gap esistenti sul tema relativo all'utilizzo di BC per il SCM che possono guidare la futura ricerca?*

2.3. Ricerca degli articoli nei database

Per assicurare la generalizzabilità e l'affidabilità del processo di revisione della letteratura intrapreso, e ridurre la possibilità di eventuali *bias*, è stato sviluppato uno specifico protocollo di ricerca sulla base delle linee guida indicate da Kitchenham e Charters (2007).

Il capitolo illustra come è avvenuta la selezione dei *database* e delle *keyword*, le domande che hanno guidato tale processo, come sono state formulate le *query*, i criteri di inclusione ed esclusione (*screening*) degli articoli che sono stati utilizzati, l'analisi dei dati, nonché i risultati emersi dall'analisi.

2.3.1. Selezione di database, keywords e query

Nella strategia di ricerca, è stato inizialmente necessario specificare i *database* scientifici a cui fare riferimento, i termini da utilizzare all'interno delle *query* per ricercare gli articoli, così come il tipo di fonti da prendere in considerazione.

Si è deciso di utilizzare due tra i principali *database* oggi utilizzati per la ricerca di articoli scientifici, ovvero *Web of Science* e *Scopus*. Questa scelta ha permesso di ottenere una visione esaustiva dell'attività di ricerca condotta sul tema in questione nelle aree di ricerca del management e dell'ingegneria.

Una volta definiti i *database*, partendo dalle domande di ricerca riportate sopra sono stati definiti due set di *keyword* relativi ai due costrutti in questione, ovvero quello di BC e di SCM per ciascuno dei quali si riporta una definizione (Figura 11).

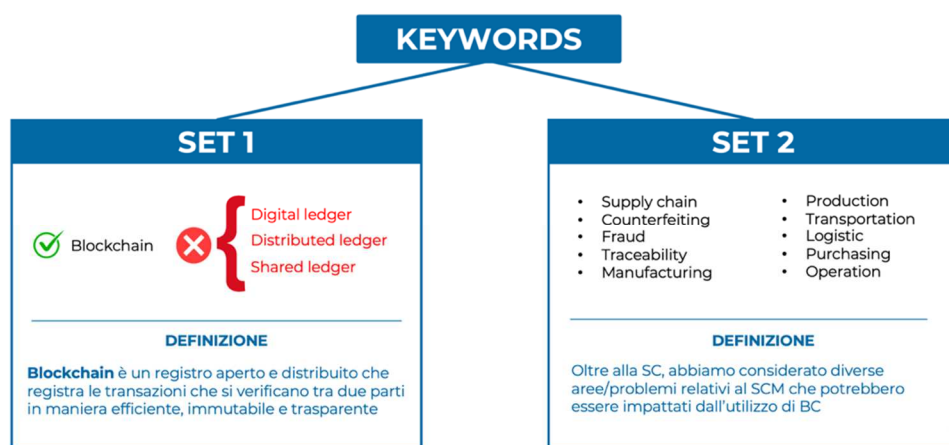


Figura 11 - Ricerca nei database: selezione delle keyword

Riguardo al primo set di *keyword* è bene sottolineare come sia stata una scelta intenzionale quella di utilizzare solo il termine "Blockchain" e non i termini "digital ledger",

“*distributed ledger*”, “*shared ledger*” che spesso vengono erroneamente utilizzati come sinonimi del primo, nonostante non lo siano. Infatti, come già spiegato all’interno del capitolo 1, le caratteristiche tecniche della BC la differenziano da questi ultimi, ad esempio, per la sua capacità di salvare le informazioni in maniera immutabile, per la modalità di accesso aperta alla rete e la trasparenza delle transazioni (Viriyasitavat e Hoonsopon, 2019).

Per quanto riguarda il secondo blocco, oltre alla *keyword* “supply chain” si è deciso di includere parole relative ad alcuni tra i principali problemi (es. contraffazione, tracciabilità) e aree (es. approvvigionamento, trasporto) che potrebbero venire impattati dall’implementazione della tecnologia.

La definizione delle *keyword* è stata facilitata dal confronto con le precedenti revisioni della letteratura pubblicate riguardo a questo argomento (Wang *et al.*, 2019a; Queiroz *et al.*, 2019).

Una volta definite le *keyword* e i *database*, questi ultimi sono stati interrogati utilizzando le *query* riportate in Figura 12, nelle quali si è deciso di utilizzare la *keyword* “blockchain” in coppia con ciascuna delle *keyword* appartenenti al secondo blocco.



Figura 12 - Ricerca nei database: le query

Nel caso di Scopus, le *query* sono state inserite nel campo “*Article title, Abstract, Keywords*”, mentre nel caso di Web of Science nel campo “*Topic*” che, come specificato nel sito, effettua una ricerca nei campi titolo, *abstract* e *keyword*. Una prima ricerca ha prodotto un totale di 1118 articoli dal sito Web of Science e di 2389 dal sito Scopus.

Per assicurare un buon equilibrio tra il numero e la rilevanza dei risultati, si è deciso di applicare diversi filtri alla ricerca. In primo luogo, con il fine di garantire il rigore e la qualità degli articoli selezionati e quindi dei relativi contenuti, sono stati presi in considerazione solo articoli “*peer-reviewed*” pubblicati all’interno di riviste scientifiche e scritti in lingua inglese, escludendo invece dalla ricerca i *proceeding* di conferenza. Per quanto riguarda il periodo temporale investigato, sono stati presi in considerazione tutti gli articoli pubblicati fino a Gennaio 2020. L’applicazione di questi filtri ha ridotto il numero degli articoli a 499 per Web of Science e 1044 per Scopus. Gli articoli sono stati poi filtrati

per area di ricerca, secondo i criteri evidenziati in Figura 13, che sintetizza il processo appena descritto.

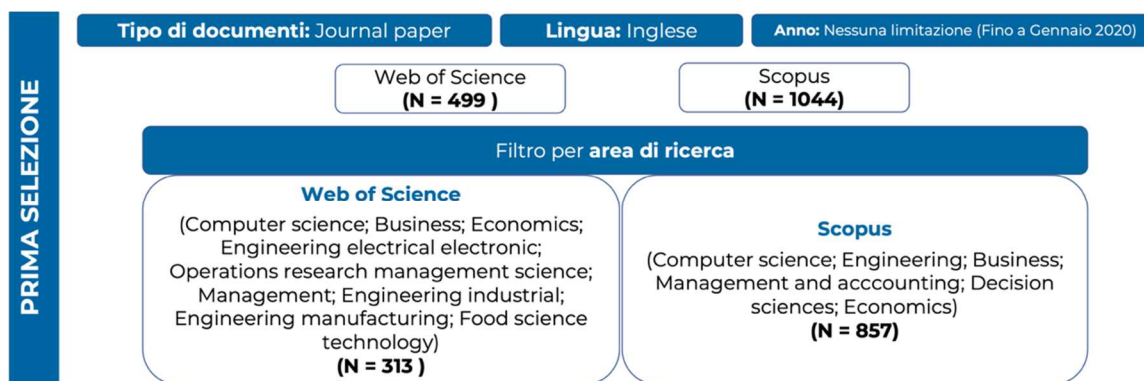


Figura 13 - Ricerca nei database: la prima selezione degli articoli

Considerando che BC è un tema nuovo all'interno dell'ambito di SCM, per ottenere un quadro di articoli più completo e identificare i filoni tematici principali abbiamo ritenuto necessario prendere in considerazione anche gli articoli appartenenti ad altri campi di ricerca, come ad esempio l'ambito "computer science" (Holmström et al., 2009). Questo approccio ci ha permesso di ottenere informazioni utili riguardo alle implicazioni della tecnologia per le supply chain. Tale processo ha prodotto 313 articoli su Web of Science e 857 su Scopus.

Una volta conclusa questa prima fase di selezione dei risultati, si è passati allo *screening* vero e proprio, in cui gli articoli sono stati filtrati secondo criteri prestabiliti precisi, processo che sarà descritto nel paragrafo successivo.

2.3.2. Processo di screening

Un processo di *screening* più specifico degli studi estratti dai *database* è stato effettuato in questa fase per assicurare che gli articoli non utili al perseguimento dello scopo della revisione della letteratura venissero esclusi.

Partendo dagli articoli ottenuti in seguito alla prima selezione descritta nel paragrafo precedente, sono stati applicati i seguenti criteri di esclusione (Figura 14):

- Esclusione degli articoli doppi: attraverso un controllo dei titoli, degli autori, del *journal* e dell'anno sono stati identificati quegli articoli che sono stati estratti da entrambi i *database* e quindi duplicati. Questo ha permesso di assicurare l'univocità dei risultati.
- Esclusione degli articoli focalizzati su aspetti prettamente tecnici, sulla tematica del *Bitcoin*, sull'ambito finanziario, bancario, *fintech* e, più in generale, non aventi una

prospettiva economico/manageriale: considerando la natura tecnologica della BC e il fatto che è nata in ambito finanziario e qui ha avuto un ingente sviluppo, dopo un'attenta lettura di titoli, *keyword*, *abstract* e successivamente -per gli articoli rimasti- dei *paper* completi, è stato escluso un numero rilevante di articoli.

L'applicazione di tali filtri ha permesso di giungere ad un totale di 63 articoli, diventati 74 in seguito all'applicazione della strategia di *snowballing*, secondo la quale a partire dalle *reference* degli articoli studiati sono stati presi in considerazione ulteriori studi che soddisfacevano i criteri finora esposti e che sono stati reputati utili per il perseguimento dell'obiettivo prestabilito.

La Figura 14, riportata sotto, illustra il numero degli articoli ottenuti in seguito all'applicazione di ciascuno dei filtri sopra illustrati.

Al termine di questo processo, un totale di 74 articoli è stato incluso nel *database* finale (Appendice A).

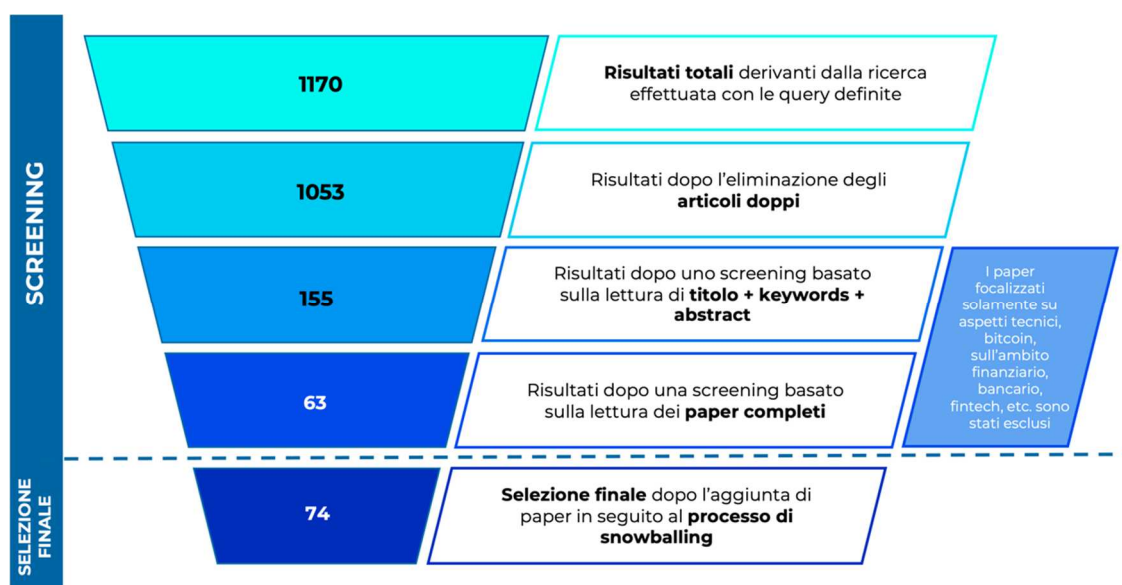


Figura 14 - Risultati dell'applicazione dei filtri all'interno del processo di screening

2.3.3. Modalità di analisi dei dati

2.3.3.1. Processo di estrazione dei dati

Una volta selezionati gli articoli da prendere in considerazione per la revisione della letteratura, è stata applicata una strategia per estrarre da ciascuno le informazioni rilevanti per rispondere alle domande di ricerca definite. La definizione delle dimensioni rilevanti da tenere in considerazione ha seguito un processo ciclico: ad una prima definizione iniziale è seguita una fase in cui, a seguito della lettura degli articoli, è stata valutata l'aggiunta di

categorie emergenti dagli stessi sulla base della loro rilevanza rispetto all'obiettivo di ricerca. Tali dimensioni sono riassunte nella Tabella 2.

Tabella 2 - Dimensioni rilevanti per l'estrazione dei dati dagli articoli

| DIMENSIONE | DEFINIZIONE |
|--|---|
| Informazioni sull'articolo e sul journal di carattere generale | Nomi degli autori, titolo dell'articolo, nome del <i>journal</i> , anno di pubblicazione, principale area del <i>journal</i> |
| Metodologia di ricerca utilizzata | Approccio metodologico utilizzato nello studio (es. concettuale, casi studio multipli, interviste ad esperti, <i>survey</i> , descrittivo) |
| Settori industriali considerati come ambiti applicativi della BC | Settori industriali menzionati nello studio in relazione all'utilizzo della tecnologia BC (es. agroalimentare, fashion, metalmeccanico, <i>automotive</i>) |
| Driver che hanno guidato l'adozione della BC da parte delle aziende | Motivazioni in termini di benefici attesi/desiderati che hanno guidato le aziende all'implementazione della BC (es. anticounterfeiting, tracciabilità, visibilità, disintermediazione, sicurezza dei dati, riduzione della documentazione cartacea) |
| Barriere/sfide ad una diffusione di BC nelle supply chain | Fattori evidenziati nello studio che vanno a limitare la diffusione di BC all'interno delle supply chain (es. mancata interoperabilità, problemi di privacy, bisogno di coinvolgere tutti gli attori della filiera) |
| Tecnologie complementari | Tecnologie considerate nello studio a supporto della BC (es. <i>Internet of things</i> , intelligenza artificiale) |
| Gap della ricerca | Gap sottolineati nello studio relativamente al tema in questione su cui sarebbe necessaria ulteriore ricerca. |

La Figura 15 riporta una sezione del *database* creato per l'estrazione dei dati, in cui, per ciascun articolo sono state inserite le informazioni relative alle categorie sopra definite.

| # | AUTHORS' NAMES | PAPER TITLE | JOURNAL TITLE | YEAR OF PUBLICATION | JOURNAL MAIN AREA | METHODOLOGICAL APPROACH | INDUSTRIAL SECTORS WHERE BC IS IMPLEMENTED | DRIVERS FOR BLOCKCHAIN IN THE SUPPLY CHAIN CONTEXT | MAIN CHALLENGES TO BC FURTHER DIFFUSION IN SUPPLY CHAIN CONTEXT | TECHNOLOGIES COMPLEMENTING BC | IDENTIFIED RESEARCH GAPS |
|---|--|---|---|---------------------|-------------------------------------|---|---|--|--|-------------------------------|---|
| 3 | Behnia, K. and Jansen, M.F. W. H. A. | Boundary conditions for traceability in food supply chains using blockchain technology | International Journal of Information Management | 2019 | Computer Science | Multiple case study | Food, insurance, logistics, healthcare | Traceability and visibility | Regulatory uncertainties, Decision on what data is shared and who has access (privacy), Difficulties in bringing all the partners together | QR code | Further empirical investigation of pervasive use cases are needed to foster the adoption of BC and to reveal benefits for its users. |
| 4 | Biswas, B. and Gupta, R. | Analysis of barriers to implement blockchain in industry and service sectors | Computers and Industrial Engineering | 2019 | Computer Science | Literature review, experts' interviews | Service, automotive, logistics | Counterfeiting mitigation | Scalability, Implementation and maintenance costs, Privacy, Legal and regulatory challenges | RFID | Need of empirical case-based analysis to identify barriers to successful adoption and implementation |
| 5 | Bumblavskas, D., Mann, A., Dugan, B. and Rittner, J. | A blockchain use case in food distribution: Do you know where your food has been? | International Journal of Information Management | 2019 | Computer Science | Single case study | Food, financial, healthcare, chemical, retail | Traceability and visibility, efficiency and process automation, counterfeiting mitigation, costs of recalls, customer relationship | Data quality | IoT, QR code, GPS, NFC, RFID | More information derived from empirical investigation is needed to understand difficulties of BC implementation (e.g. how to ensure data quality) |
| 6 | Chang, Y., Iakovou, E. and Shi, W. | Blockchain in global supply chains and cross border trade: a critical synthesis of the state-of-the-art, challenges and opportunities | International Journal of Production Research | 2019 | Business, Management and Accounting | Literature review | Food, pharmaceutical | Traceability and visibility, information symmetry across supply chain actors, collaboration between actors, dispute resolution, data security, digitalisation and paperwork reduction, compliance requirement adherence, trust between stakeholder, cross-border trade performance, counterfeiting reduction | Lack of a clear ROI, Lack of technical knowledge, Scalability, Interoperability, Legal and regulatory challenges | IoT, NFC, Barcode | There is a lack of understanding of how governmental agencies across the world should be involved and how to leverage the initiatives led by private sector |
| 7 | Chang, S. E., Chen, Y. C. and Lu, M. F. | Supply chain re-engineering using blockchain technology: A case of smart contract based tracking process | Technological Forecasting and Social Change | 2019 | Business, Management and Accounting | Conceptual | Food, pharmaceutical | Traceability and visibility, decentralization, automation, transaction cost reduction, digitalisation and paperwork reduction, efficiency and process automation, Frauds reduction | Legal and regulatory challenges, Lack of standards, Privacy issues, Difficulties in bringing all the partners together | Smart contracts, RFID, IoT | The interoperability between BC and IoT devices should be considered in future research |
| 8 | Choi, T. M. | Blockchain-technology-supported platforms for diamond authentication and certification in luxury supply chains | Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review | 2019 | Business, Management and Accounting | Conceptual (analytical model development) | Luxury, food | Traceability and visibility, counterfeiting mitigation, transaction cost reduction | | RFID | Investigate BC application in more complex supply chains. |

Figura 15 - Porzione di database utilizzato durante la LR per l'estrazione dei dati

Tutti gli articoli ottenuti in seguito al processo di *screening* sono stati inseriti in questo *database* e per ciascuno di essi sono state ricavate tali informazioni.

A partire dalle informazioni raccolte in questo *database* è stato possibile ricavare i risultati derivanti dalla revisione sistematica della letteratura sull'utilizzo di BC nel SCM, che saranno illustrati nel prossimo paragrafo, con l'aiuto di grafici.

2.4. Analisi dei dati e risultati

In questa sezione vengono riassunti i risultati del processo di revisione della letteratura. L'obiettivo, come già evidenziato in precedenza, è duplice: (1) fornire una fotografia esaustiva e aggiornata sulla ricerca esistente riguardo a questo tema, (2) rispondere alle domande di ricerca che hanno guidato tale analisi.

2.4.1. Analisi generale degli articoli: risultati

Il tema in questione, come emerge chiaramente dalla revisione della letteratura, è di natura emergente. Come viene illustrato in Figura 16, le pubblicazioni scientifiche ad esso inerenti hanno infatti iniziato a comparire solo recentemente, a partire dal 2017. Dalla figura appare però evidente come, nonostante la scarsità di tali studi, il numero di pubblicazioni scientificamente rilevanti ha seguito un *trend* crescente con il passare degli anni (da notare che la voce 2020 include solamente gli articoli pubblicati a gennaio di quell'anno). Questo va a dimostrazione dell'interesse crescente degli accademici degli ambiti OM e SCM nei confronti di questa tecnologia.

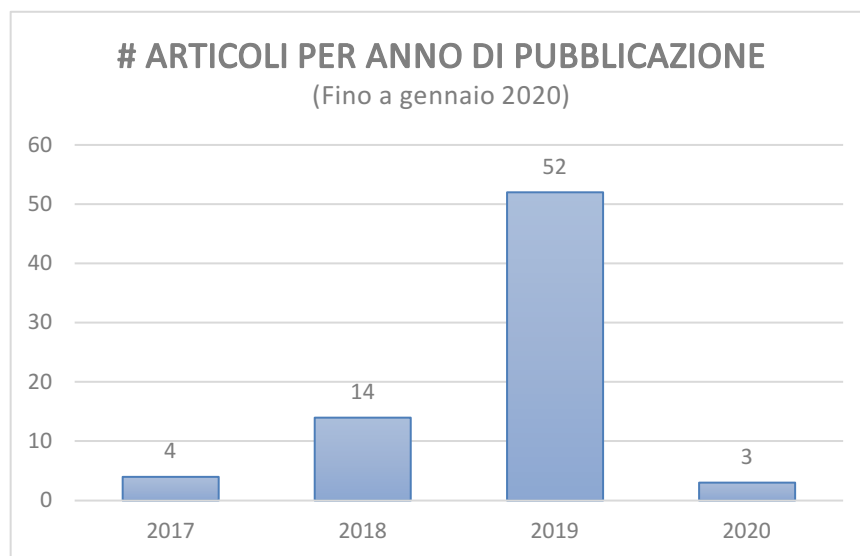


Figura 16 - Numero di articoli di rivista per anno di pubblicazione

Dall'analisi emerge come l'utilizzo di BC all'interno delle supply chain sia stato affrontato all'interno di riviste appartenenti a diversi ambiti di ricerca.

La maggior parte delle pubblicazioni selezionate apparteneva alla categoria "Computer Science" (34 *paper*), seguita da "Business, Management and Accounting" (31 *paper*). Ulteriori articoli presi in considerazione sono stati pubblicati in *journal* i cui temi principali sono "Energy" (3 *paper*), "Agricultural and Biological Sciences" (3 *paper*), "Economics, Econometrics and Finance" (3 *paper*). Il grafico a torta riportato in Figura 17 riporta la suddivisione degli articoli per *topic* principale di ricerca delle riviste in cui questi sono pubblicati.

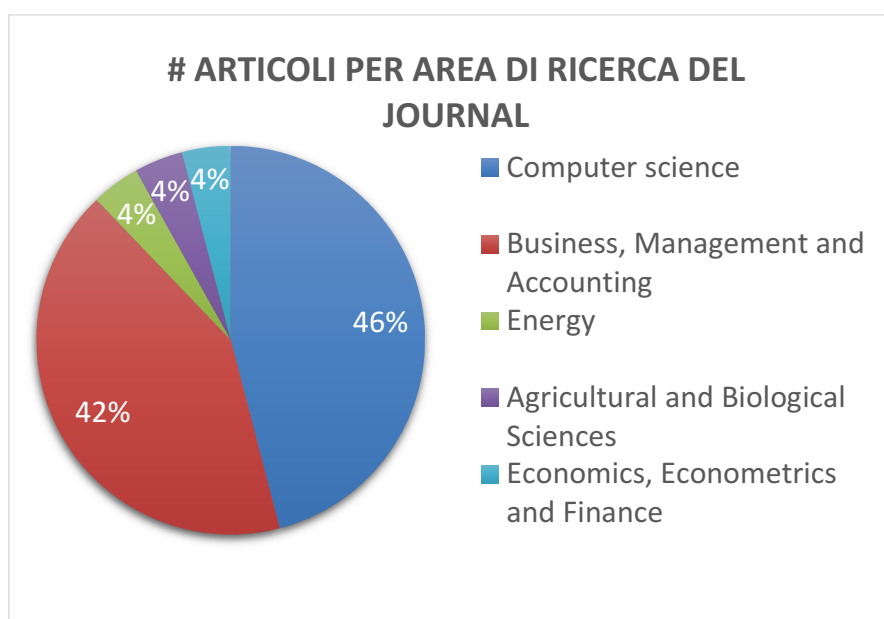


Figura 17 - Numero di articoli di rivista per area di ricerca del journal

Per valutare la qualità delle pubblicazioni considerate e assicurare che la maggior parte di esse fossero pubblicate su riviste internazionali con elevato *impact factor* (IF), abbiamo fatto riferimento al *ranking* di queste ultime che viene proposto da AiIG (AiIG, 2020). 19 tra i *paper* selezionati appartengono a riviste classificate come GOLD, 30 appartengono a riviste SILVER, 2 a riviste BRONZE, 1 a riviste COPPER e i rimanenti 22 a riviste che non rientrano in tale classificazione (Figura 18). Inoltre, 70 dei 74 articoli selezionati appartenevano a *journal* riconosciuti dal ranking di SCImago (SCImago, 2019).

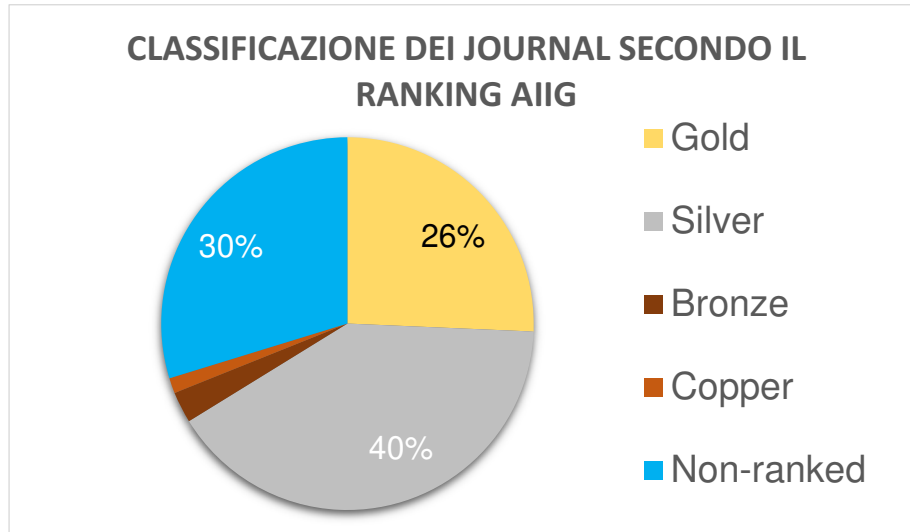


Figura 18 - Classificazione AiIG dei journal selezionati

Il grafico riportato in Figura 19 elenca i nomi delle diverse riviste in cui sono stati pubblicati gli articoli selezionati e, per ciascuna di esse, il numero totale di articoli pubblicati.

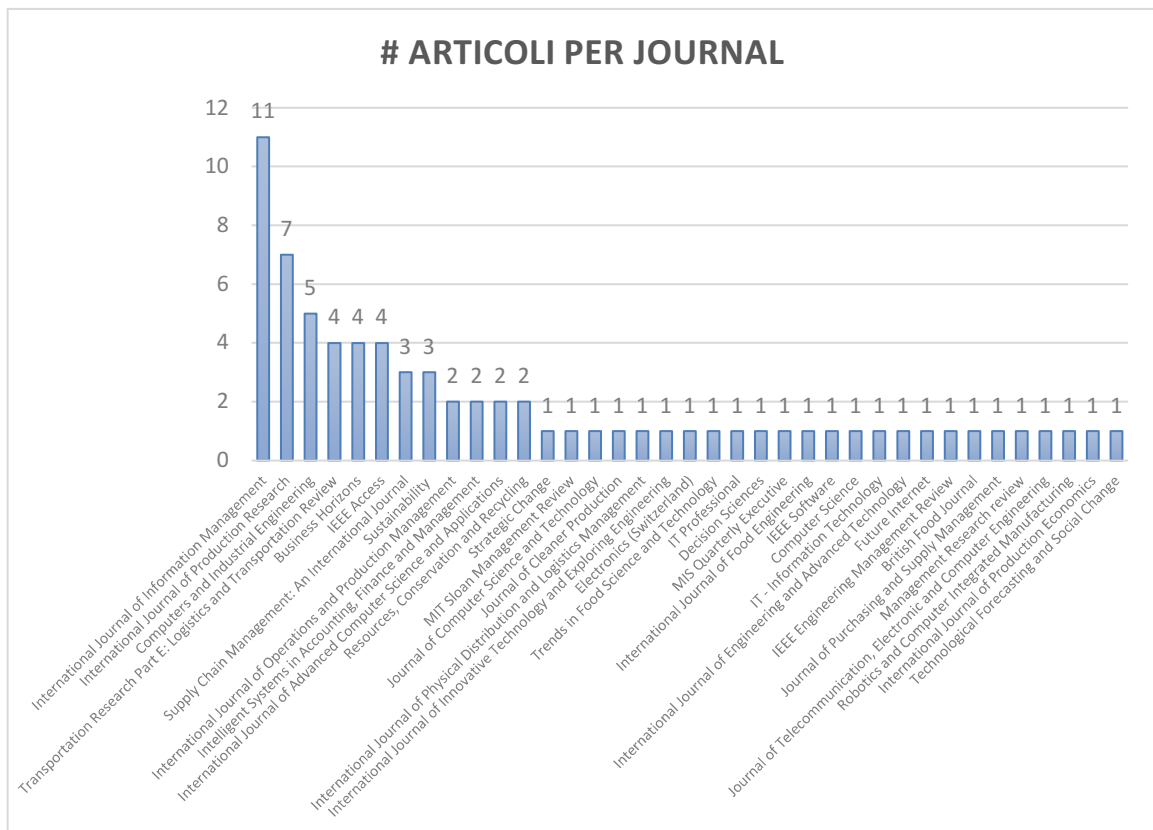


Figura 19 - Numero di articoli per journal

Per quanto riguarda le metodologie utilizzate dai diversi studi, vale la pena sottolineare come vi sia una netta predilezione per le trattazioni concettuali (41 *paper*). Dei *paper* che hanno questa natura, 14 sono revisioni sistematiche della letteratura (SLR). Tale quantità di studi concettuali era prevedibile considerando la nascita recente del tema di ricerca. D'altro lato, si evidenzia una scarsità di studi che adottano approcci empirici. Infatti, solo 5 tra gli articoli selezionati fanno uso della metodologia di casi studio multipli, mentre 3 utilizzano il caso studio singolo. 4 articoli sono stati scritti a partire da interviste fatte ad esperti, 8 sulla base di *survey*, 13 sono di natura descrittiva (Figura 20).

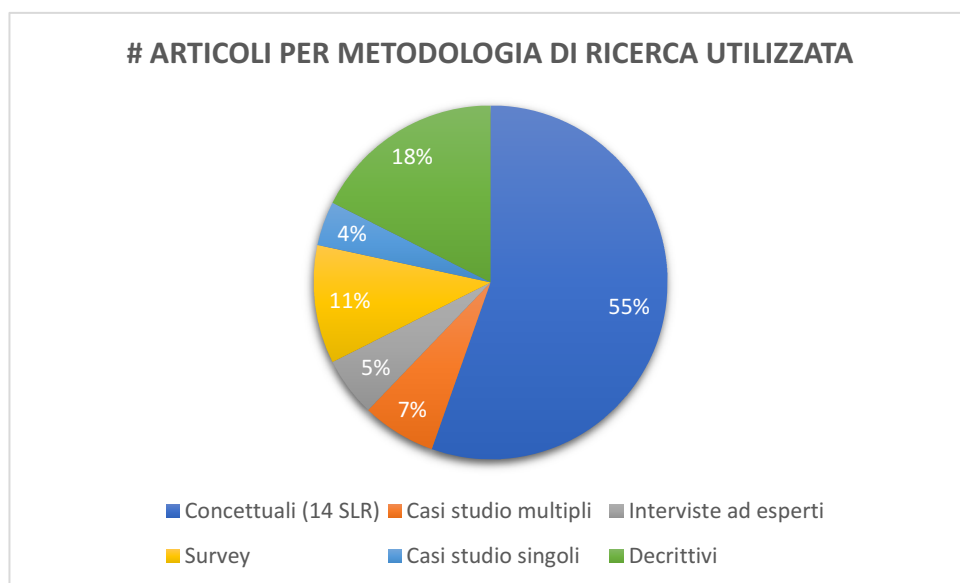


Figura 20 - Classificazione degli articoli sulla base della metodologia di ricerca adottata

2.4.2. Analisi specifica degli articoli sulla base delle domande di ricerca: risultati

2.4.2.1. Settori industriali in cui la BC viene implementata

Riguardo ai settori industriali in cui la tecnologia BC viene principalmente utilizzata o presa in considerazione dalle aziende, la revisione della letteratura conferma che essi spaziano oltre all'ambito finanziario in cui BC è nata ed ha trovato maggior diffusione (Abeyratne, 2016; Tian, 2016; Heutger e Kueckelhaus, 2018; Kim e Laskowski, 2018) (Figura 21). Dagli articoli emerge che la tecnologia promette infatti di portare beneficio ad una moltitudine di settori in termini di gestione delle SC. Come evidenzia la Figura 21, il settore più considerato dagli studi (da 59 dei 74 articoli) come potenziale ambito applicativo di BC è quello agroalimentare, all'interno del quale rientrano diverse implementazioni note della tecnologia BC, tra cui ad esempio il caso di Spinosa Spa che ha implementato BC per garantire la provenienza del latte utilizzato per la produzione delle loro mozzarelle di bufala, o Carrefour

per la sua “Filiera qualità Carrefour”. Altri settori che vengono presi in considerazione sono il farmaceutico, il settore del *fashion and luxury*, logistico, sanitario, ecc. È bene specificare che tali settori non sono mutualmente esclusivi e che quindi uno stesso articolo né prendere in considerazione più di uno.

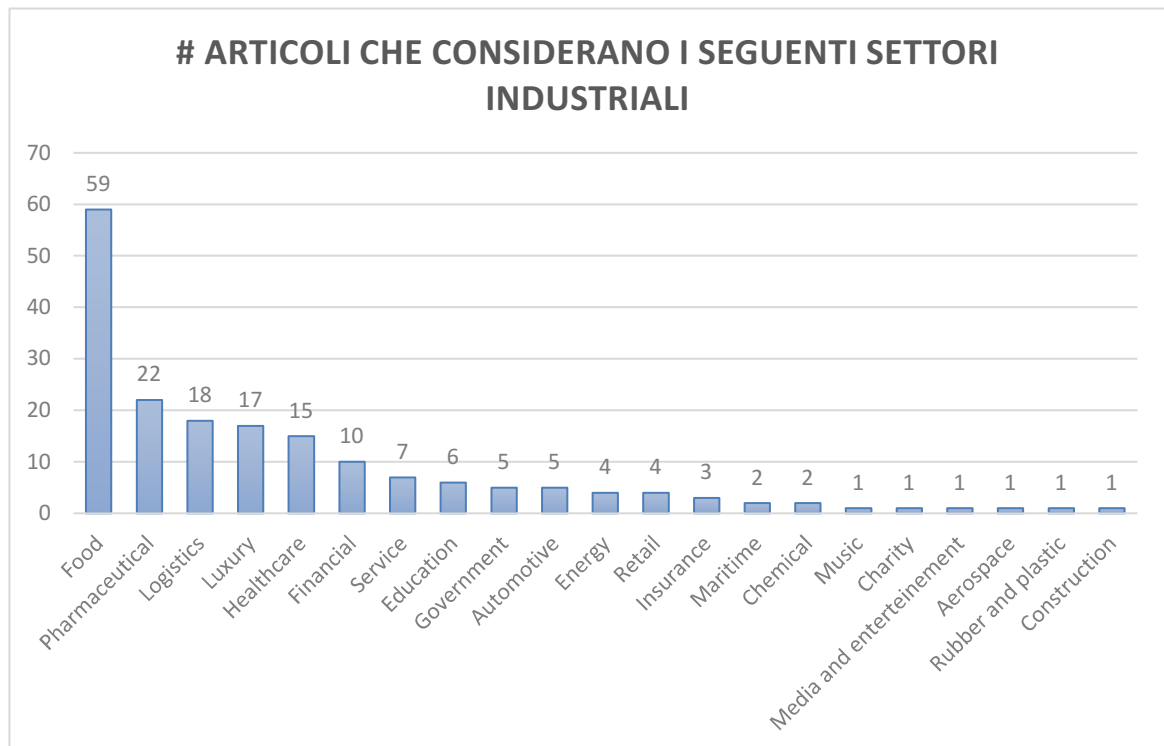


Figura 21 - Settori industriali in cui BC promette di avere maggiori impatti

2.4.2.2. **Driver che hanno guidato l'adozione della BC da parte delle aziende**

Gli studi esistenti si concentrano anche sulla definizione di quei fattori che spingono le aziende a desiderare l'adozione della tecnologia BC, ovvero di quelli che in letteratura vengono chiamati *driver* (Figura 22). Dallo studio emerge come le principali motivazioni che condizionano tale scelta sono il miglioramento della tracciabilità e visibilità dei processi intra- e inter-organizzativi, della sicurezza dei dati, la mitigazione del problema della contraffazione, riduzione dei costi, ecc. Gli accademici riconoscono che tali benefici derivano direttamente dalle caratteristiche intrinseche della tecnologia (es. immutabilità delle transazioni, architettura decentralizzata, trasparenza, ecc.), le quali la differenziano da altri strumenti tecnologici oggi disponibili sul mercato (Liu e Li, 2020).

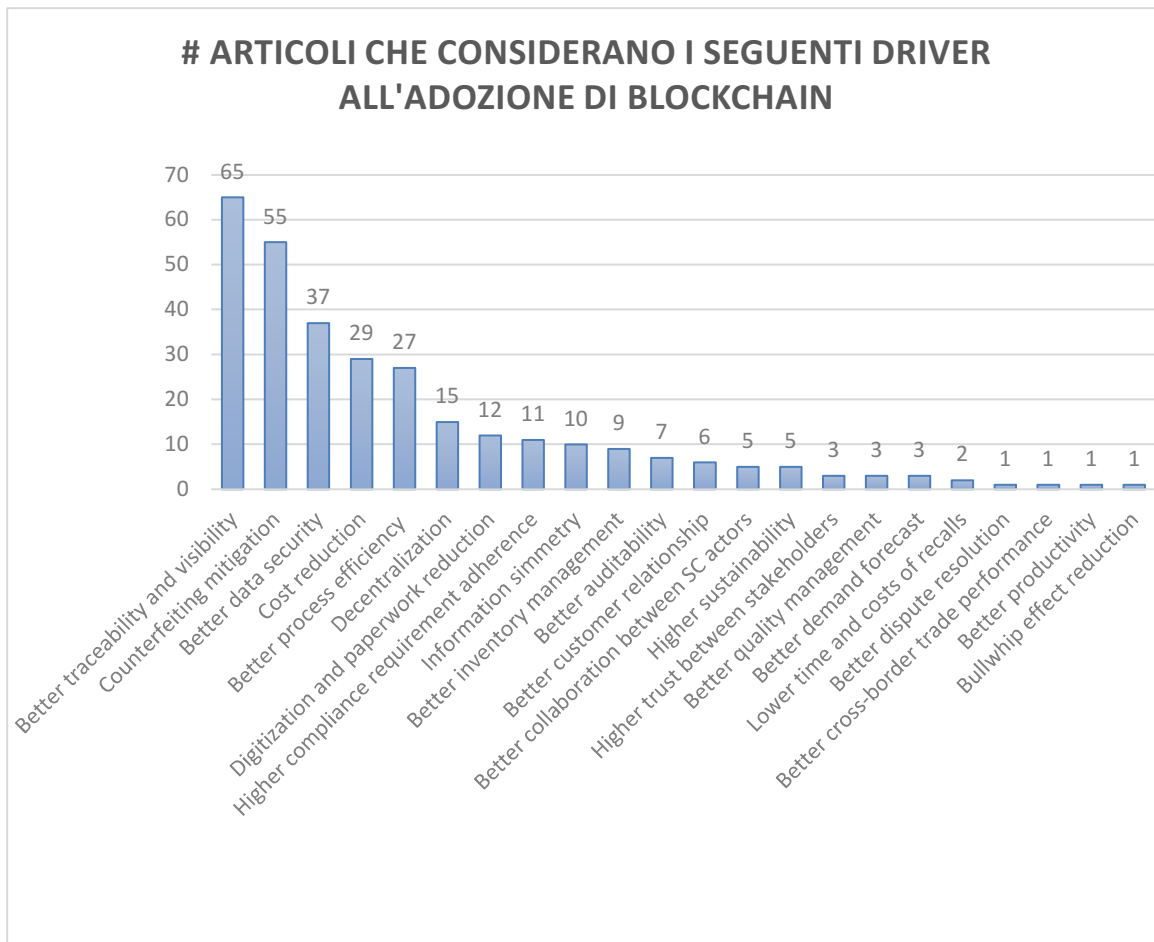


Figura 22 - Driver all'adozione di BC da parte delle aziende

2.4.2.3. **Barriere/sfide ad una diffusione della BC nelle supply chain**

Nonostante la maggior parte degli accademici sia d'accordo sull'ampio potenziale della tecnologia BC per la gestione dei processi di SCM, diversi studi hanno evidenziato le sfide che oggi vanno a frenare una sua più ampia diffusione in quest'ambito (Figura 23). La prima è relativa al tema della privacy, poiché le aziende potrebbero non desiderare la trasparenza garantita dalla tecnologia considerando la natura sensibile di alcune informazioni, la cui condivisione potrebbe portare a dei danni dal punto di vista della competizione tra le aziende. Un'ulteriore barriera è legata al problema tecnico della scalabilità delle transazioni: le principali BC oggi esistenti permettono l'aggiunta di un numero limitato di transazioni nel tempo, fattore che causa un allungamento spesso considerevole dei tempi di scrittura delle stesse. Tale condizione non è accettabile in contesti applicativi in cui l'aggiornamento delle informazioni deve avvenire rapidamente (es. logistica). Anche i costi legati all'implementazione e al mantenimento del sistema rappresentano una barriera importante, così come la necessità che tutti gli attori della filiera aderiscano alla soluzione, la mancanza

di conoscenze tecnologiche da parte di questi ultimi, la mancanza di standard che causa una scarsa interoperabilità tra le diverse soluzioni presenti sul mercato, ecc.

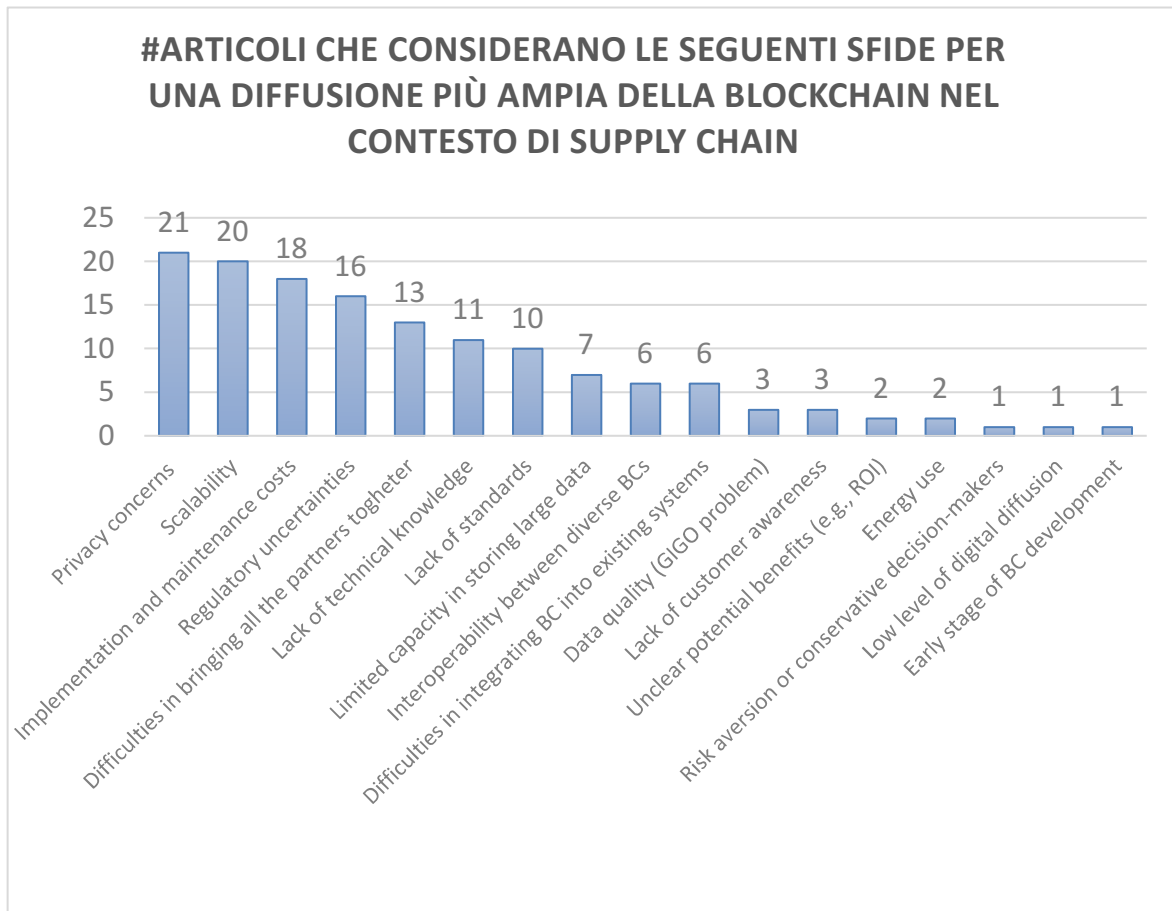


Figura 23 - Barriere alla diffusione di blockchain nel contesto di supply chain

2.4.2.4. **Tecnologie complementari a BC**

La letteratura scientifica discute ampiamente dell'utilizzo combinato della tecnologia BC con altre tecnologie in applicazioni di SCM. Dal nostro studio è emerso come la tecnologia che viene maggiormente associata a BC sia l'IoT (48 *paper* in totale), di cui spesso si esaltano i benefici poiché permette l'acquisizione automatica e affidabile dei dati e quindi porta ad un miglioramento della trasparenza, efficienza, sostenibilità così come ad una riduzione dei costi e dei tempi (Kshetri, 2018). Un numero elevato di articoli (40) cita poi la tecnologia RFID, utilizzata per assicurare un accoppiamento affidabile e duraturo tra il prodotto fisico che si vuole tracciare attraverso BC e le informazioni in essa salvate. Altre tecnologie che vengono prese in considerazione sono gli *smart contract*, l'intelligenza artificiale, i codici a barre, ecc. La Figura 24 mostra il numero di *paper* che considerano le diverse tecnologie complementari a BC.

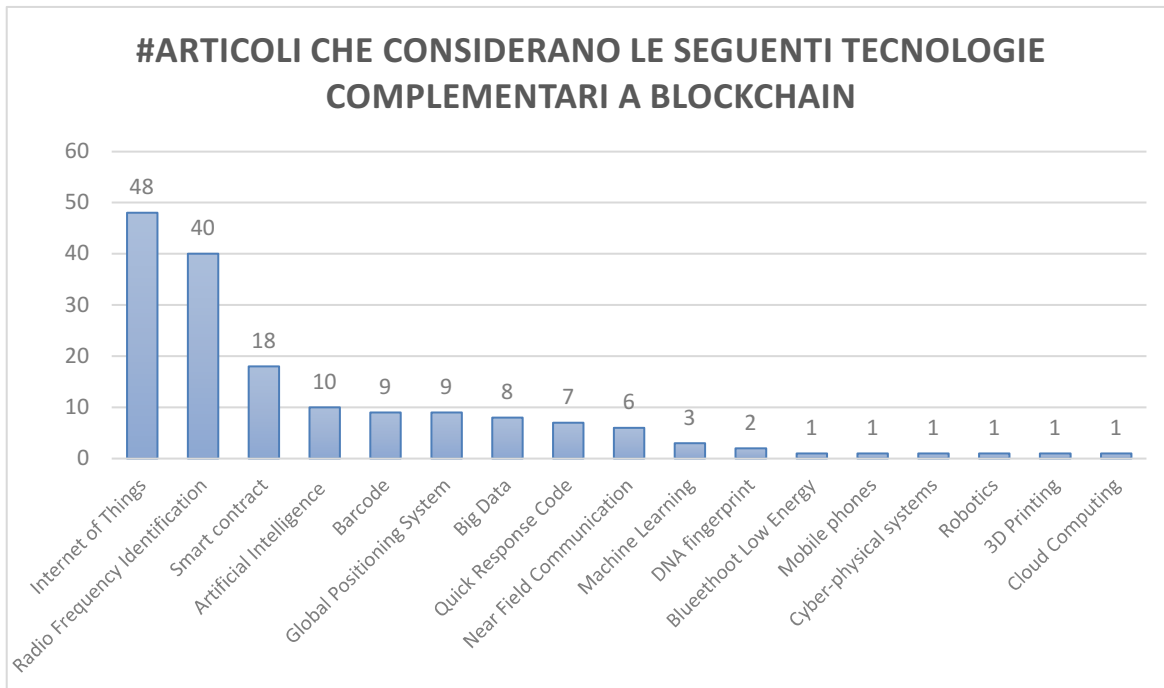


Figura 24 - Tecnologie utilizzate a complemento di blockchain

2.4.2.5. Gap della ricerca

Dalla revisione della letteratura emerge la presenza di numerosi *gap* di ricerca, che rappresentano le opportunità da investigare all'interno dell'ambito accademico. In primo luogo, è stata identificata la necessità di condurre ulteriori studi empirici relativi all'applicazione di BC a supporto del SCM che raccolgano evidenze concrete sugli impatti tangibili che la tecnologia può portare in tale ambito. Infatti, nonostante la maggior parte dei *paper* esistenti descriva i benefici potenziali derivanti dall'adozione di BC da parte delle aziende in ottica di filiera, la maggior parte di questi benefici viene prevista sulla base delle caratteristiche tecniche di BC invece che verificata empiricamente a partire da progetti pilota o altre applicazioni reali. Tale necessità, che era apparsa chiaramente anche dal grafico relativo agli approcci metodologici adottati dagli studi esaminati, viene sottolineata da diversi autori in letteratura (Figura 25).

Un secondo importante *gap* rilevato dallo studio, sebbene non venga esplicitato così chiaramente dagli accademici nei loro studi, è relativo al bisogno di sviluppare analisi sugli effetti dei fattori contestuali sulle applicazioni BC, in particolare su come esse vengono

| | |
|---|--|
| «There's the need to empirically evaluate BC potential impacts, good or bad, intended or unintended.» Adams et al., 2017 | «Need to empirical investigations of detailed use cases with real BC implementations.» Dolgui et al., 2019 |
| «Further empirical investigation of pervasive use cases are needed to foster the adoption of BC and to reveal benefits for its users.» Behnke et al., 2019 | «Literature on BC in SCM is at an early stage. There's a lack of empirical studies and the number of high-quality published academic papers outside bitcoin is insignificant.» Gausdal et al., 2018 |
| «There's the need of empirical case-based analysis to identify barriers to successful adoption and implementation.» Biswas and Gupta, 2019 | «Future research should deploy the developed concept in a real environment, deriving empirical insights.» Jamil et al., 2019 |
| «Because the current acclaimed benefits of BC are mostly speculative and lacking in empirical evidence, a longitudinal case study that would follow the technology's pre-adoption, implementation and routinisation in SCs would help to demystify and justify its value in real practice.» Wang et al., 2019 | «Most of research on SCM field is conceptual and deduce findings from literature synthesis, there's the need of empirical research. A multitude of imprecise literature highlights promises on the new technology.» Hald and Kinra, 2019 |
| «There's a lack of empirical studies on BC application and main effects on OM in SCM.» Di Vaio and Varriale, 2019 | «BC potential benefits need practical verification.» Helo and Hao, 2019 |

Figura 25 - Gap: necessità di ricerca empirica su BC per il SCM

progettate e utilizzate all'interno delle supply chain. Non vi sono infatti studi in quest'ambito che descrivano in maniera accurata gli aspetti che giustificano la scelta di differenti tipi di applicazioni all'interno delle diverse industrie.

Questi appena esposti sono i due principali *gap* emersi dalla revisione della letteratura che sono stati presi in considerazione in questo studio. Ve ne sono di ulteriori, di carattere secondario, che vengono segnalati all'interno degli articoli, tra cui il bisogno di valutare empiricamente come BC e IoT possano essere integrate, esaminando gli effetti sinergici e le difficoltà connessi a tale integrazione, una miglior analisi dei costi-benefici derivanti da un'implementazione di BC, investigare l'utilizzo di BC in supply chain complesse che coinvolgono un maggior numero di attori, analizzare come BC può andare a supporto dei problemi di *food quality and safety*.

2.5. Obiettivo della tesi e domande della ricerca

A partire dai risultati emersi dallo studio della letteratura e, in particolare, dai diversi *gap* evidenziati, è stato definito il seguente obiettivo della ricerca oggetto di questa tesi:

RES-AIM: *Avanzare la conoscenza scientifica esistente relativamente al filone di ricerca su progettazione e utilizzo della tecnologia BC all'interno delle supply chain contribuendo al contempo al dibattito sulla concettualizzazione di BC in questo ambito.*

Più nel dettaglio, sono state definite due domande di ricerca a cui lo studio mira a fornire una risposta. In primo luogo, considerando che: (1) la maggioranza dei *paper* analizzati ha una natura concettuale e, di conseguenza, vi è la necessità di condurre ricerche empiriche per determinare le implicazioni di BC per la gestione delle supply chain, (2) il problema della contraffazione ha una grande rilevanza ma vi è una scarsità di articoli che, nonostante le grandi aspettative, studiano come BC possa effettivamente contribuire a

risolverlo, e (3) il settore alimentare in letteratura accademica è il più considerato all'interno degli studi relativi all'utilizzo di BC per il SCM, abbiamo definito la prima domanda di ricerca (Figura 26):

RQ1: *Come è possibile configurare ed utilizzare BC per affrontare il problema della contraffazione nel settore alimentare?*

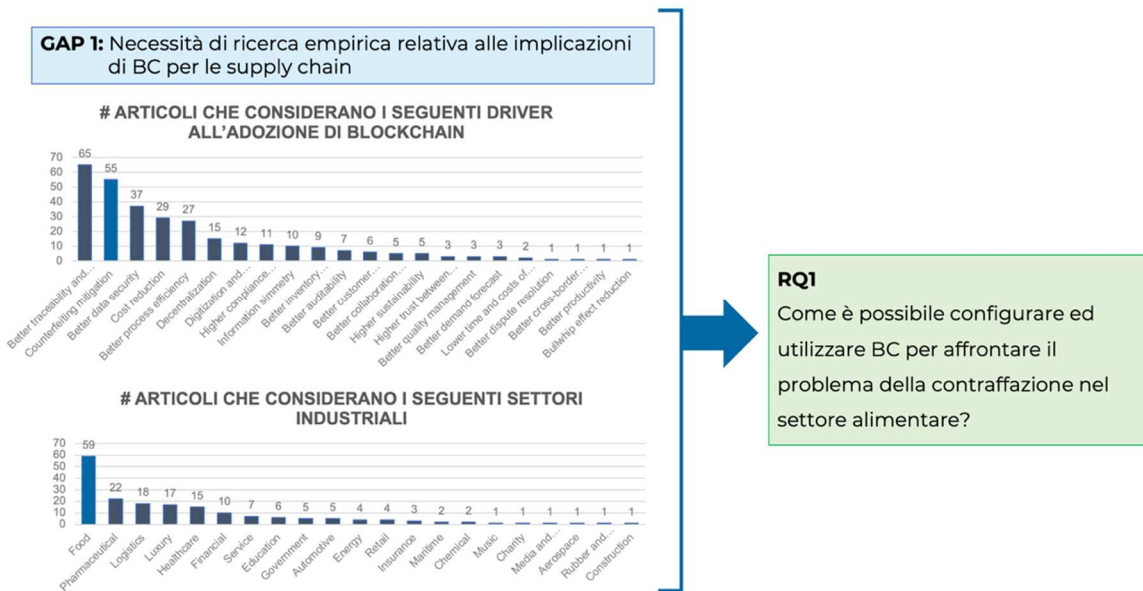


Figura 26 - Domanda di ricerca 1

A partire dal secondo gap è stata invece definita la seconda domanda di ricerca (Figura 27):

RQ2: *Esistono delle variabili contestuali che possono influenzare il design delle soluzioni BC utilizzate dalle aziende?*



Figura 27 - Domanda di ricerca 2

Il prossimo capitolo è dedicato allo studio empirico condotto per rispondere alle suddette domande di ricerca che ha riguardato cinque casi di aziende vitivinicole che sono state pioniere nell'adozione di differenti soluzioni BC per affrontare il problema della contraffazione, molto sentito all'interno di questa industria.

CAPITOLO 3. Blockchain per l'anticontraffazione di prodotto nelle filiere vitivinicole: analisi di casi studio

Questo capitolo è dedicato alla ricerca empirica condotta durante i tre anni di dottorato, la quale ha riguardato l'analisi di cinque diversi casi studio di realtà aziendali italiane appartenenti al settore vitivinicolo, pioniere nell'adozione della tecnologia BC per affrontare il problema della contraffazione dei prodotti. Lo studio è finalizzato ad investigare l'effettiva capacità della tecnologia BC nel prevenire tale problematica, in questo caso inerente a bottiglie di vino di diverso valore. Particolare focus viene riposto sulle diverse decisioni che sono state prese in fase di progettazione delle soluzioni e relativamente all'utilizzo di queste ultime. Come verrà esposto nel presente capitolo, tali scelte condizionano in maniera diretta la qualità dei dati che vengono salvati in BC e, al contempo, l'affidabilità delle informazioni che vengono lette dall'utilizzatore del sistema (ad es. dal consumatore finale).

Il capitolo inizia con una panoramica introduttiva su: il problema della contraffazione nel settore vitivinicolo, le potenzialità della tecnologia BC rispetto a tale problema e le principali iniziative BC esistenti, la tematica della sicurezza ed integrità alimentare, i *gap* esistenti in letteratura scientifica in relazione a tale tema, le domande di ricerca a cui lo studio intende contribuire.

Partendo da tali domande di ricerca -le stesse esposte nella parte conclusiva del precedente capitolo (RQ1 e RQ2)- la sezione due di questo capitolo fornisce una panoramica approfondita della letteratura esistente relativa all'utilizzo di BC a supporto dei processi delle supply chain, per prevenire la contraffazione dei prodotti e assicurare la *food integrity* e degli studi focalizzati sul tema delle frodi e della contraffazione all'interno delle filiere del settore vitivinicolo.

La terza sezione espone la metodologia adottata nello studio incluse: la descrizione del processo di selezione dei casi, le modalità di raccolta dei dati utilizzate così come quelle di analisi degli stessi.

Nella quarta sezione viene fornita una descrizione dei cinque casi studiati.

Il capitolo si conclude con una sezione dedicata all'analisi incrociata di questi ultimi e all'esposizione dei risultati derivanti dall'analisi sotto forma di proposizioni.

3.1. Introduzione allo studio

Il vino, all'interno del settore agroalimentare, rappresenta oggi uno dei prodotti più soggetti a contraffazione, ragione per cui i consumatori finali chiedono alle aziende maggiori garanzie di qualità e autenticità in fase di acquisto (Villano et al., 2017). La contraffazione nel settore vitivinicolo, oltre a tradursi in perdite di fatturato per i produttori e in mancate entrate tributarie per i governi, rappresenta un rischio rilevante per la salute e la sicurezza delle persone che ne fanno uso. Negli ultimi anni, a causa dei numerosi scandali che si sono verificati in questo settore -quali ad esempio il famoso caso italiano del Brunello e del Rosso di Montalcino del 2014 (The Guardian, 2014) o la frode che ha riguardato il *Côtes-du-Rhône* in Francia nel 2018 (The Local, 2018)- è diminuita la fiducia dei consumatori nei confronti degli attuali sistemi utilizzati per proteggere l'autenticità delle bottiglie che vengono immesse nel mercato. Secondo i dati UE, nel 2017 il 10% dei consumatori europei, circa 43 milioni di persone, è stato indotto con l'inganno ad acquistare un prodotto falso (Wine2wine, 2018). Un'indagine condotta da PwC, sottolinea come il 73% dei Millennials e il 76% della Generazione Z afferma di essere disposto a pagare di più per avere certezze di qualità e sostenibilità relativamente al prodotto che stanno acquistando (Pwc, 2018). Tali avvenimenti hanno evidenziato la necessità di apportare miglioramenti agli attuali sistemi anticontraffazione o proporre nuove soluzioni in grado di fornire garanzie aggiuntive.

Come sostenuto da diversi accademici (es. Galvez et al., 2018; Alzahrani e Bulusu, 2020), alcune caratteristiche peculiari della BC -in particolare immutabilità delle transazioni, trasparenza, tracciabilità, sicurezza dei dati e disintermediazione- rendono tale tecnologia particolarmente appropriata per affrontare in maniera nuova tale problematica. Il potenziale di BC ha attirato l'attenzione dei *policymaker* di diverse nazioni a livello globale così come dell'Unione Europea (UE). In Italia, ad esempio, il Ministero dello Sviluppo Economico (MISE) ha finanziato diversi progetti pilota basati su BC per valutare come questa tecnologia permetta di proteggere i prodotti "*Made in Italy*" da copie o imitazioni fraudolente offrendo un livello di trasparenza della supply chain superiore che consenta di proteggere i consumatori dai rischi per la salute, migliorare la *brand reputation* per i produttori onesti e virtuosi e prevenire eventuali comportamenti opportunistici o illegali lungo la filiera. Inoltre, con il fine di favorire lo sviluppo della tecnologia a livello italiano, nel 2018 il MISE ha selezionato un gruppo di trenta esperti per l'elaborazione di una strategia nazionale sulle tecnologie basate sui registri distribuiti e BC. Alla luce del fatto che le implicazioni relative all'utilizzo della tecnologia BC in termini di anticontraffazione potrebbero interessare

diversi settori industriali al di fuori di quello enologico -es. agroalimentare (Biswas et al., 2017), farmaceutico (Apte e Petrovsky, 2016), beni di lusso (Choi, 2019) e automotive (Lu et al., 2019)- il MISE ha deciso di elaborare un insieme di linee guida generali per sviluppare e utilizzare efficacemente BC all'interno dei diversi potenziali contesti. In parallelo, è stata istituita l'*European Blockchain Partnership*, un progetto di collaborazione per lo sviluppo di un'infrastruttura digitale Europea basata su BC promosso dalla Commissione UE che fino a oggi conta la partecipazione di 27 Paesi –tra cui vi sono anche paesi non membri dell'Unione ma appartenenti allo spazio economico europeo– e che mira allo scambio di esperienze e competenze al fine di creare uno standard tecnologico unico per tutta l'Europa.

All'interno di questa ampia strategia finalizzata alla creazione di un ecosistema BC, l'*Intellectual Property Office* dell'Unione europea ha inoltre recentemente promosso un forum online volto ad incoraggiare lo sviluppo di implementazioni BC finalizzate a combattere la piaga globale della contraffazione (EUIPO, 2019). Un ulteriore obiettivo condiviso dai diversi enti è quello di determinare se i sistemi BC potrebbero supportare le misure e gli standard di qualità alimentare attuali -ad esempio *Good Manufacturing Practice* (GMP) e *Hazard Analysis and Critical Control Point* (HACCP)- nonché le direttive UE, al fine di consentire un significativo avanzamento in termini di garanzie della sicurezza e dell'integrità alimentare. La necessità di affrontare questo problema è evidente: circa 600 milioni di persone nel mondo si ammalano ogni anno e 420.000 muoiono in seguito all'assunzione di cibo contaminato (World Health Organization, 2019). Come spiegato da Elliott (2014), la sicurezza e l'integrità alimentare dipendono contemporaneamente dall'origine delle materie prime utilizzate per la realizzazione del bene alimentare, dal modo in cui questo è stato distribuito, nonché dall'onestà di tutti i membri della filiera coinvolti prima che esso giungesse sullo scaffale. Come sottolineato da Ali et al. (2017) e Rogerson (2020), i numerosi scandali alimentari che si sono verificati di recente (si pensi al famoso "*horsemeat scandal*" nel Regno Unito o il problema della salmonella che ha riguardato il burro di arachidi negli Stati Uniti) indicano che i meccanismi attualmente utilizzati dalle aziende e dai governi non sono sufficienti per garantire la sicurezza e l'integrità alimentare (Behnke e Jansseen, 2020). Sono diversi gli accademici che nei loro studi scientifici sottolineano il potenziale della tecnologia di affrontare i problemi di qualità e sicurezza alimentare in modo nuovo e più efficace (es. Astill et al., 2019; van Hoek, 2019a; Kumar et al., 2019).

Nonostante il riconosciuto potenziale di BC nell'affrontare diversi problemi legati alla gestione della supply chain da parte degli accademici, compreso quello della contraffazione, un gruppo di studiosi ha recentemente sottolineato la mancanza di studi empirici che riportano i benefici tangibili ottenibili dall'utilizzo della tecnologia in tale ambito, così come i problemi e le sfide legati ad una sua implementazione nonché i fattori contestuali che ne condizionano l'adozione da parte delle aziende (es., Treiblmaier, 2018; Chang et al., 2019; Cole et al., 2019; Queiroz et al., 2019). Infatti, ad eccezione di un insieme di studi descrittivi basati su dati secondari (es. Kamath, 2018; Kshetri, 2018, 2019) che illustrano alcuni progetti pilota avviati da grandi organizzazioni globali (es. Walmart, Unilever, Carrefour, Barilla, Alibaba, Nestlé e Maersk), vi sono pochi studi empirici esplorativi sull'utilizzo di BC all'interno delle supply chain (es. Martinez et al., 2019; van Hoek, 2019a) anche in conseguenza al fatto che per la maggior parte delle iniziative in questo campo non vengono divulgate informazioni da parte delle aziende (Dobrovnik et al., 2018; Ying et al., 2018). Gli studi relativi all'utilizzo di BC per prevenire la contraffazione sono altresì limitati, generalmente aneddotici-descrittivi, concettuali, prevalentemente tecnici o basati su dati secondari derivanti da singoli casi (Cole et al., 2019; Wang et al., 2019a). Quindi, come emerge dalla revisione sistematica della letteratura elaborata da Queiroz et al. (2019), la valutazione dell'adeguatezza della BC nell'affrontare la contraffazione dei prodotti rappresenta oggi un'opportunità per la ricerca in ambito di SCM.

Pertanto, è oggi necessario far avanzare la ricerca su questo tema attraverso lo studio di casi applicativi per determinare se l'utilizzo di BC all'interno delle supply chain sarà "dirompente" e "rivoluzionario", come affermato dai media e da una parte della letteratura manageriale (es. Brody, 2017; Johnson, 2018), o se invece la tecnologia rappresenta solamente "una soluzione alla ricerca di un problema", come provocatoriamente hanno sostenuto Verhoeven et al. (2018). Poiché BC, facendo riferimento al ciclo di Gartner - utilizzato per rappresentare graficamente il ciclo di vita delle tecnologie (Bocek et al., 2017)- ha già raggiunto e da poco superato il "picco delle aspettative" e tende verso la valle della disillusione (Bai e Sarkis, 2020) (Figura 28), l'analisi di casi studio concreti può aiutare ad allontanarsi da l'ottimismo irrealistico e gonfiato che si è creato per comprendere i diversi ostacoli che dovrebbero essere superati per sfruttare appieno le potenzialità di BC con il fine di risolvere problemi aziendali reali e quindi ampliarne la diffusione.

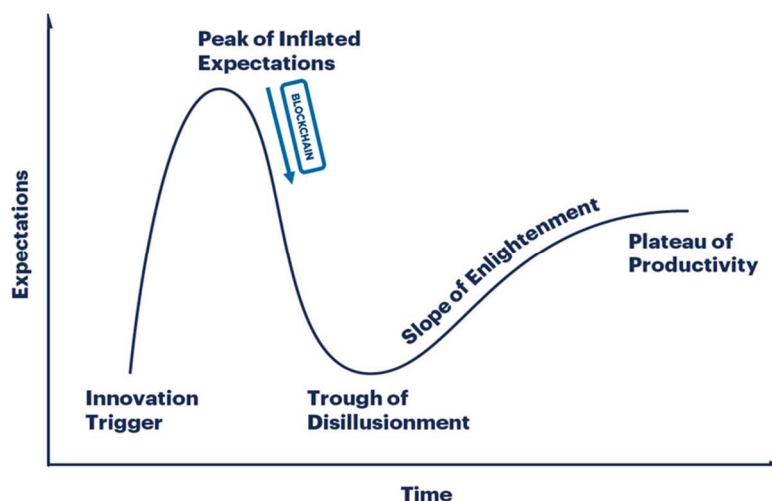


Figura 28 - Ciclo di Gartner: maturità della tecnologia blockchain

La curva di Gartner prevede infatti che superata la fase di crisi, causata dall'eccessiva euforia iniziale, vi sia un incremento nella diffusione della tecnologia nei diversi ambiti in cui trova applicazione.

L'analisi di casi studio multipli può inoltre aiutare a chiarire se la BC si può considerare una tecnologia di tipo *general purpose* con un'applicabilità universale (Catalini e Gans, 2016) o se invece essa vada adattata al contesto in cui viene utilizzata (Cole et al., 2019).

In particolare, va sottolineato come gran parte della ricerca esistente sia basata sul presupposto che le caratteristiche tecniche di BC già citate in precedenza garantiscano l'accuratezza e la qualità di ogni dato che viene in essa salvato e la possibilità quindi per applicazioni di tracciabilità di ripercorrere l'intera (e veritiera) cronologia delle transazioni associate alla storia di ogni prodotto. Tale assunzione giustifica l'alto interesse nei confronti di BC come potente arma a contrasto della contraffazione in grado di rendere evidente qualsiasi comportamento scorretto o condotta fraudolenta che può verificarsi all'interno della filiera e, a sua volta, di sviluppare un ambiente ostile alla contraffazione in grado di assicurare ai consumatori l'integrità alimentare. Questi ultimi infatti sarebbero in tal modo garantiti della qualità e autenticità del prodotto dalla stessa BC senza che vi sia più la necessità di fidarsi delle aziende che hanno processato/prodotto tale bene. Con una visibilità di questo tipo si ridurrebbero infatti in maniera radicale le asimmetrie informative e si eliminerebbero i comportamenti opportunistici che portano poi al problema della contraffazione e alle problematiche legate alla sicurezza e qualità alimentare (Whipple e Roh, 2010). Alcuni autori, tuttavia, mettono in dubbio la validità di tale ipotesi in un contesto

di applicazione reale. Ad esempio, Alzahrani e Bulusu (2020) hanno sottolineato che anche se BC consente di salvare i dati in maniera immutabile, essa non dispone di alcun meccanismo in grado di garantirne la qualità. Infatti, la tecnologia non è progettata per gestire l'acquisizione dei dati, bensì solamente per conservarli in maniera sicura nel tempo (Babich e Hilary, 2019; Bailur et al., 2020, p.9). Come osservano Creydt e Fischer (2019) e Schmidt e Wagner (2019), la questione del trasferimento di dati dal mondo reale in BC rappresenta oggi una delle sfide più critiche per la sicurezza di questo tipo di applicazioni. In effetti, la tecnologia BC non fornisce alcun genere di protezione contro l'inserimento di informazioni che vengono intenzionalmente manipolate prima del loro salvataggio al suo interno (Schmidt e Wagner, 2019). Oltre alla scrittura delle informazioni in BC, anche l'operazione di lettura può nascondere delle criticità, in quanto esiste la possibilità che le informazioni a cui i consumatori hanno accesso, in relazione ad esempio ad un determinato prodotto, siano in realtà archiviate *off-chain* in *database* centralizzati (quindi potenzialmente soggette a manipolazioni), o non si riferiscano effettivamente a quel prodotto specifico sebbene dovrebbero, questo per via di un'associazione scorretta con lo stesso (intenzionale o non intenzionale) (Kumar et al., 2019).

Soffermandosi con più attenzione nel primo caso, si può riportare quanto descritto da Singhal et al. (2018) che avvertono come in alcune applicazioni concrete, BC venga utilizzata come un semplice *back-end database* dietro a web server centralizzati. In questi ultimi vengono archiviate le informazioni a cui i clienti (che credono di consultare direttamente le informazioni salvate in BC) accedono tramite pagine Web o applicazioni mobili dopo aver scansionato l'etichetta dei prodotti.

Tali dati, che sono salvati *off-chain*, dovrebbero idealmente riflettere esattamente i dati salvati all'interno delle transazioni BC (*on-chain*) ma, considerando la natura dei server centralizzati in cui le informazioni possono essere modificate, possono in qualsiasi momento verificarsi discrepanze. Riguardo invece al secondo punto sopra evidenziato, è bene sottolineare come spesso gli *smart label* comunemente utilizzati non garantiscano un accoppiamento affidabile e durevole tra il prodotto fisico e le relative informazioni che vengono salvate in BC. Essi possono infatti essere facilmente clonati e poi riapplicati a prodotti contraffatti, la cui natura fraudolenta non può essere quindi facilmente identificata dai clienti finali che leggono attraverso i loro dispositivi mobili le etichette precedentemente falsificate (Bilal e Martin, 2013; Lo et al., 2019).

Da quanto è stato esposto sopra, emerge chiaramente che le caratteristiche tecniche di BC non possano garantire di per sé la veridicità delle informazioni salvate se non vengono complementate da un insieme coerente di misure a supporto delle fasi di scrittura e lettura delle informazioni (ragione per la quale sarebbe più corretto ragionare in ottica di “sistema BC” invece che di BC). Sebbene ad oggi non esistano in letteratura studi in grado di offrire una visione organica di tali misure, gli studiosi hanno in precedenza descritto diverse opzioni utili, in primo luogo, a supportare le operazioni di scrittura. Queste vanno dall’utilizzo di intelligenza artificiale (Roeck et al., 2019) e il coinvolgimento di organismi terzi di certificazione (Leong et al., 2019) per garantire la correttezza dei dati inseriti, all’utilizzo di IoT per garantire una raccolta dei dati automatica, oggettiva e di alta qualità (Kim et al., 2018; Kamble et al., 2019a; Mondal, 2019; Zhao et al., 2019). In secondo luogo, per quanto riguarda le misure a sostegno delle operazioni di lettura, vengono descritte le tecniche di etichettatura comunemente utilizzate per identificare i prodotti (ad esempio codici a barre, codici QR) fino alle etichette intelligenti e più sicure, come i *tag* NFC, la cui sicurezza viene rinforzata grazie all’utilizzo della crittografia dei dati (Alzahrani e Bulusu, 2020).

Due recenti revisioni sistematiche della letteratura (Wang et al., 2019a; Queiroz et al., 2019) hanno però evidenziato come la ricerca esistente su BC adotti generalmente una prospettiva di natura più tecnica che manageriale. L’eccessivo focus sugli aspetti tecnici della BC ha portato a sottostimare alcuni aspetti fondamentali che ne caratterizzano il suo utilizzo, soprattutto come misura anticontraffazione, come ad esempio quelle scelte più relative al processo stesso di inserimento dati che possono essere attuate per prevenire che vengano salvate in BC informazioni intenzionalmente manipolate o scorrette a causa di errori non intenzionali.

Attraverso l’analisi incrociata di cinque casi studio di aziende vinicole che hanno adottato BC per contrastare la contraffazione, la presente ricerca si pone l’obiettivo di affrontare le seguenti domande di ricerca, già evidenziate nel paragrafo 2.5:

***RQ1.** Come è possibile configurare e utilizzare BC per affrontare il problema della contraffazione nel settore alimentare?*

***RQ2.** Esistono delle variabili contestuali che possono influenzare il design delle soluzioni BC utilizzate dalle aziende?*

L’industria vitivinicola rappresenta un contesto ideale per affrontare le domande di ricerca per diverse ragioni. In primo luogo, va evidenziata la grande rilevanza del problema della contraffazione del vino all’interno dell’industria alimentare. L’importanza del

problema in termini di perdite di fatturato, immagine aziendale e fiducia dei clienti, ha stimolato diversi produttori di vino ad investire in misure finalizzate all'anticontraffazione e, in alcuni casi pionieristici, a lanciare progetti pilota basati su BC per esplorarne le potenzialità. In secondo luogo, l'affidabilità delle operazioni di scrittura e lettura in BC giocano un'importanza cruciale nell'industria del vino poiché la contraffazione può determinare gravi rischi per la salute per i clienti che pretendono di avere garanzie credibili sull'origine e l'autenticità dei prodotti che acquistano. In terzo luogo, le garanzie sull'origine del prodotto e la conformità delle specifiche di processo rispetto agli standard e requisiti di qualità sono essenziali anche per gli intermediari -come gli importatori di vino, i distributori, i rivenditori, le enoteche specializzate, i fornitori di servizi di hotel e catering, ecc.- poiché i prodotti contraffatti che vengono identificati dai clienti finali sono tra le cause principali di controversie legali o danni alla reputazione delle aziende della filiera.

Affrontando le domande di ricerca attraverso uno studio approfondito della letteratura esistente e una successiva analisi comparativa di implementazioni reali delle soluzioni BC, questo studio intende contribuire alla letteratura relativa alla progettazione e all'utilizzo di BC nelle supply chain nei seguenti aspetti più specifici:

1. La mancanza di un quadro organico sull'insieme delle variabili che caratterizzano una soluzione BC e quindi sulle decisioni, al di là di quelle relative agli aspetti più tecnici, necessarie per garantire la veridicità dei dati che vengono scritti e letti in BC. Individuando un insieme di decisioni tecniche e al contempo uno di decisioni più di carattere organizzativo (relative ai processi), questo studio vuole contribuire al dibattito degli accademici sull'operazionalizzazione del concetto di BC in ambito SCM. Con il fine di evidenziare la necessità di intraprendere questo mix decisionale, si utilizzerà il termine "soluzione BC" nel resto del documento. Lo studio, in particolare, intende valutare l'adeguatezza delle diverse opzioni di lettura e scrittura in BC per la protezione contro la contraffazione. Tale aspetto è nuovo nella letteratura relativa a BC poiché gli studi precedenti, nonostante riconoscessero l'esistenza di differenti opzioni di scrittura/lettura (es. Kamble et al., 2019a; Alzahrani e Bulusu, 2020), si sono focalizzati su come le caratteristiche tecniche della tecnologia possano fornire garanzie in tale direzione.
2. La necessità di ottenere prove empiriche sui benefici tangibili che possono derivare dall'utilizzo di BC, nonché sull'esistenza e la rilevanza di eventuali fattori contestuali che possono influenzare le decisioni sulla progettazione della soluzione BC.

Concentrandoci su un problema specifico delle supply chain (la contraffazione) e su un ambito ben definito (l'industria del vino), lo studio intende elaborare una serie di proposizioni, basate su prove empiriche, volte ad analizzare le ragioni che stanno dietro le diverse decisioni relative alla progettazione e all'utilizzo di BC -sia di carattere tecnico che organizzativo- per comprendere se, ed eventualmente come, queste dipendono dal contesto in cui la soluzione viene inserita.

3. La mancanza di prove empiriche a sostegno dell'adeguatezza della tecnologia BC nell'affrontare i punti deboli che oggi caratterizzano le misure esistenti comunemente utilizzate per prevenire le frodi nel settore del vino (ad esempio ologrammi, sigilli, ecc.) e più in generale il problema della contraffazione di prodotto. Questo studio vuole mettere le basi per una valutazione più rigorosa ed oggettiva del potenziale di BC nel superare queste debolezze per garantire l'autenticità del prodotto, evidenziando allo stesso tempo gli svantaggi e i limiti ad essa connessi. In questo modo intende contribuire all'ampio dibattito sull'efficacia delle misure anticontraffazione esistenti (si veda per esempio, Apte e Petrovsky, 2016; Biswas *et al.*, 2017; Alzahrani e Bulusu, 2020).

Nel complesso, questa ricerca mira a fornire a manager e consulenti utili linee guida per determinare come configurare correttamente BC, sia a livello tecnologico che organizzativo, per proteggere i consumatori finali dal pericolo dei prodotti contraffatti. Questi risultati possono essere da stimolo per i *decision maker* per riflettere su come configurare e utilizzare correttamente BC in base alle specifiche necessità. Inoltre, possono essere utili per i *policymaker* interessati a sperimentare l'efficacia della BC per contrastare il problema della contraffazione (non solo del vino), per valutare lo sviluppo futuro della BC e stabilire regolamenti e standard per favorirne la diffusione in un contesto socioeconomico più ampio.

3.2. Letteratura rilevante

Questo paragrafo fornisce una panoramica della letteratura esistente riguardo alle tematiche oggetto dello studio, necessaria per comprendere lo stato dell'arte dei filoni di ricerca investigati nonché i contributi teorici e pratici della ricerca. In particolare, vengono trattati i seguenti temi: (1) l'utilizzo della tecnologia BC a supporto del SCM (che va ad approfondire quanto già anticipato all'interno del capitolo 1 e le caratteristiche dei sistemi BC utilizzati in tale contesto), (2) il problema della contraffazione di prodotto e le contromisure oggi utilizzate dalle aziende, (3) l'utilizzo della tecnologia BC per la prevenzione della contraffazione di prodotto e per l'assicurazione della *food integrity*, (4) il problema della contraffazione per il contesto specifico dell'industria del vino.

3.2.1. Blockchain a supporto del supply chain management

Sebbene la ricerca relativa all'utilizzo di BC in ambito SCM presenti una natura frammentata e si trovi ancora in una fase iniziale, alcuni autori hanno recentemente realizzato delle revisioni sistematiche della letteratura che aiutano ad avere un quadro generale dello stato dell'arte sul tema. Per esempio, Wang et al. (2019a) hanno evidenziato quattro aree del SCM in cui BC promette di portare i maggiori benefici: visibilità e tracciabilità, digitalizzazione dei documenti e disintermediazione, sicurezza dei dati e automatizzazione dei processi. Queiroz et al. (2019) hanno identificato invece le principali aree/problematiche del SCM in cui l'efficacia della BC è già stata dimostrata, tra le quali vi sono l'approvvigionamento, la distribuzione, la tracciabilità e l'anticontraffazione dei prodotti.

Sono diverse le pubblicazioni scientifiche inerenti la relazione tra BC e SCM che si sono focalizzate sul descrivere i potenziali benefici per le supply chain derivanti dall'adozione di BC, come una migliore trasparenza e verificabilità dei processi inter-organizzativi, sicurezza dei dati, tracciabilità del prodotto *end-to-end*, richiamo più rapido di prodotti difettosi o pericolosi, disintermediazione e velocità/efficienza dei processi (Heutger e Kueckelhaus, 2018; Kim e Laskowski, 2018; Ko et al., 2018). Tuttavia, Wang et al. (2019a) hanno evidenziato come la maggior parte dei benefici riportati in questi studi siano frutto di previsioni formulate sulla base delle caratteristiche tecniche di BC, piuttosto che verificati empiricamente a partire dall'analisi di progetti concreti. Come fanno notare Hackius e Petersen (2017) e Gausdal et al. (2018), nell'ambito di SCM non è facile avere accesso alle informazioni relative ai progetti BC esistenti poiché spesso le aziende coinvolte desiderano mantenere un elevato grado di riservatezza.

Per quanto riguarda la trasparenza dei processi inter-organizzativi, Casey e Wong (2017) e Tijan et al. (2019) nel loro studio sostengono che BC permette di fornire a tutti gli attori di una filiera la medesima versione delle informazioni condivise (“*single source of truth*”), garantendone al contempo la trasparenza e l’immutabilità. Per tale caratteristica, BC consente di eliminare la necessità dei processi di riconciliazione dei dati, tipici di una gestione centralizzata delle informazioni e necessari per allineare i record posseduti dai diversi attori, i quali possono presentare differenze per diverse ragioni. Di conseguenza, con una gestione distribuita vengono eliminati i rispettivi costi e l’annesso dispendio di tempo. Tali riconciliazioni si rivelano particolarmente necessarie in tutti quei contesti in cui gli attori della filiera fanno uso di sistemi IT isolati (tipicamente collegati al proprio gestionale), ricorrono all’utilizzo di documentazione cartacea e non seguono uno standard che determina il formato in cui i dati vengono salvati (Brody, 2017; Yiannas, 2018). Generalmente, quando si verifica una situazione di disaccordo tra le parti, si rivela necessario confrontare le diverse informazioni possedute dagli attori per risolvere il contenzioso. Quando viene utilizzato questo approccio, ogni attore si trova ad avere una vista parziale. Come sottolinea Attico (2018), un palliativo a tale problema a cui oggi generalmente si ricorre è rappresentato dalla situazione in cui l’azienda di maggiori dimensioni di una certa filiera richiede a tutti gli altri attori di utilizzare il proprio sistema, con il fine di avere una vista aggregata. Questo approccio, che si può chiamare “federato”, implica comunque la necessità di riporre la fiducia in una singola entità che detiene il controllo della piattaforma. BC consente di risolvere il problema della gestione a silos fornendo una singola fonte di informazione comune a tutti senza che questa sia posseduta da un singolo attore che ne detiene il controllo. Inoltre, per ogni transazione, BC permette di verificare in quale momento è stata scritta e da quale attore grazie ai meccanismi di firma digitale e di *timestamping*.

La trasparenza dei processi rappresenta un prerequisito per un ulteriore vantaggio: la tracciabilità *end-to-end* dei prodotti (Yiannas, 2018; Creydt e Fischer, 2019). Infatti, ogni *asset*, sia esso tangibile (es. prodotti fisici) o intangibile (es. certificazioni, fatture, pagamenti), può essere codificato digitalmente, tracciato e scambiato in BC in totale sicurezza. Pertanto, la tracciabilità basata su BC potrebbe anche ridurre il ricorso alla documentazione cartacea consentendo di garantire la sicurezza dei dati grazie alle sue caratteristiche intrinseche (Bai e Sarkis, 2020). Inoltre, fornire ai clienti informazioni verificate relative alla storia dei prodotti consente di aumentare la loro fiducia nei confronti

dei *brand* aziendali e di premiare quei produttori che per la realizzazione dei beni/servizi seguono determinati standard qualitativi (Kamble et al., 2019a; Leong et al., 2019).

Un altro vantaggio è la disintermediazione, che consente di garantire l'integrità delle informazioni passando da una gestione centralizzata delle stesse (soggetta alla vulnerabilità del *single point of failure*) a una gestione in cui i dati sono replicati e posseduti da ciascuno degli attori della rete. Essa rende possibile eliminare il ricorso agli intermediari assieme ai relativi costi ed inefficienze che possono riguardare anche la gestione della filiera (Michelman, 2017; Kshetri, 2018). Il fatto che i dati utilizzando BC non possano essere modificati a posteriori, in un contesto di filiera, è una questione molto importante se si considera che molte decisioni vengono prese da parte dei diversi attori sulla base di tali informazioni e, pertanto, successivi cambiamenti indesiderati potrebbero avere ripercussioni negative. Un altro strumento a supporto della disintermediazione è rappresentato dagli *smart contract*, ovvero algoritmi che eseguono in maniera automatica accordi contrattuali, come pagamenti o rimborsi, senza alcun tipo di intervento umano nel momento in cui sono soddisfatte determinate condizioni. Attraverso l'utilizzo di tali strumenti BC promette di disintermediare il rapporto cliente-fornitore, migliorando così l'efficienza dei processi amministrativi e riducendo errori e tempi di consegna (Wang et al., 2019a).

Sebbene la maggior parte della letteratura sia oggi d'accordo riguardo al potenziale di BC per il SCM, diversi studi hanno messo in rilievo alcune sfide che possono influenzare la diffusione di BC in tale ambito. In primo luogo, vi sono sfide di carattere tecnologico, come la scalabilità legata all'aumento del numero di transazioni, l'interoperabilità tra le diverse BC e l'alto consumo di energia, che non possono essere trascurate dai ricercatori di OM e SCM (Swan, 2015; Wang et al., 2017). D'altra parte, ci sono sfide di natura più operativa, come la necessità di coinvolgere un numero elevato di membri in progetti di supply chain e aventi interessi differenti al fine di ottenere una visibilità di tipo *end-to-end* (Kshetri, 2018; Creydt e Fischer, 2019; Köhler e Pizzol, 2020); mancanza di competenze, conoscenze, standard e normative (Wang et al., 2019b); difficoltà nel rispecchiare accuratamente in BC il movimento fisico delle merci lungo la supply chain (Apte e Petrovsky, 2016); alti costi di implementazione; e la difficoltà a scegliere quali dati rendere trasparenti e quali invece tenere nascosti per non favorire le aziende concorrenti (Zhao et al., 2019). Con l'obiettivo di affrontare le sfide appena menzionate, diversi studi hanno suggerito di integrare la tecnologia BC con ulteriori strumenti tecnologici -come ad esempio IoT, RFID, NFC- aspetto che verrà approfondito in seguito.

3.2.2. La contraffazione di prodotto e le contromisure esistenti

La contraffazione di prodotto rappresenta oggi un problema rilevante che colpisce un gran numero di settori industriali (Stevenson e Busby, 2015). In letteratura sono state fornite diverse descrizioni di tale fenomeno, che include le pratiche di adulterazione, manomissione, clonazione (Spink et al., 2013). La contraffazione include anche quei casi in cui non vengono rispettate le buone pratiche o gli standard che regolano la produzione o la gestione dei prodotti lungo la filiera da parte delle aziende, quali ad esempio le *good manufacturing practices* (GMPs), *good agricultural practices* (GAPs) o le *good hygiene practices* (GHPs). Secondo la *World Trade Organization*, la contraffazione rappresenta quel fenomeno in cui, con il fine di ingannare l'acquirente facendogli credere che sta acquistando una merce originale quando in realtà è contraffatta, vengono fornite informazioni false su caratteristiche e origine di un certo prodotto (World Trade Organization, 2020). Ragionando in ottica di filiera è possibile effettuare una macro-distinzione tra due tipi di contraffazione che possono verificarsi sulla base della porzione della supply chain coinvolta, che in questo studio chiameremo “contraffazione interna” e “contraffazione esterna”. Al fine di facilitarne la comprensione, chiariamo il loro significato presentando, per ciascuna categoria, un esempio relativo all’industria vitivinicola:

- **Contraffazione interna:** emerge prima che l'azienda vinicola venda una bottiglia e include adulterazioni non dichiarate, non conformità con specifiche produttive obbligatorie nazionali o dettate dall’UE. Considerando le soluzioni BC, tale problema si verifica quando un'azienda salva in BC dati che non riflettono la realtà (ad esempio nascondendo l'uso di uve diverse da quelle dichiarate o non consentite per la vinificazione, di coloranti, ecc.).
- **Contraffazione esterna:** emerge dopo che l'azienda vinicola vende una bottiglia e comprende quei casi in cui le bottiglie vengono ri-etichettate, la produzione di bottiglie con etichette false e i casi in cui bottiglie autentiche vengono riempite con vini più economici. Considerando le soluzioni BC, ciò si verifica quindi quando un vino non autentico (e di qualità inferiore) viene collegato ad informazioni salvate in BC relative ad un vino autentico.

Sono diverse le tecniche esistenti che oggi vengono utilizzate da aziende e governi per mitigare tale problematica. Una strategia tradizionale è basata sulla stipulazione di accordi legali e contrattuali tra i diversi attori della filiera che prevedono l’applicazione di sanzioni in caso di condotte sleali/fraudolente (Hoecht e Trott, 2014). In questo paragrafo

non ci soffermeremo su tale strategia, bensì su tre diverse macro categorie di approcci che le aziende utilizzano per mitigare la contraffazione dei prodotti e autenticare la loro legittimità, le quali prevedono l'utilizzo di misure (1) applicate sul prodotto o sugli imballaggi, (2) relative alle attività di sensibilizzazione dei consumatori finali, (3) relative ai processi. La Tabella 3 offre una breve descrizione di ciascuna categoria di misure elencandone i loro punti di forza e di debolezza nell'affrontare i problemi della contraffazione interna ed esterna.

Tabella 3 - Approcci tradizionali all'anticontraffazione

| TIPO DI CONTRAFF. | METODI DI ANTICONTRAFF. | DESCRIZIONE | PUNTI DEBOLI | ADEGUATEZZA PER LA CONTRAFF. INTERNA/ESTERNA |
|-------------------|---|--|---|---|
| Contraff. esterna | Misure relative al prodotto/ packaging | Misure volte a rendere più complessa e costosa la replica dei prodotti o degli imballaggi originali. Includono le tecniche visibili ad occhio nudo, le cosiddette <i>overt technologies</i> (ad es. ologrammi, filigrane, sigilli), e le tecniche non visibili ad occhio nudo, le <i>covert technologies</i> (ad es. inchiostri fotocromatici o sensibili a UV, messaggi stampati nascosti, microincisioni). Sono inclusi in questa categoria gli aggiornamenti periodici e sistematici del design dei prodotti o degli imballaggi (Li, 2013; Wilcock e Boys, 2014). | <ul style="list-style-type: none"> - Inadeguatezza per il consumatore medio: l'autenticazione del prodotto può richiedere l'utilizzo di attrezzature specifiche, formazione specifica o il coinvolgimento di ispettori esterni specializzati, come enti di certificazione pubblici o privati o servizi di forze dell'ordine (Li, 2013; Przyśwa, 2014). - Clonazione degli imballaggi: queste misure possono essere soggette a clonazione e successivo riutilizzo su prodotti contraffatti (Cavicchi e Santini, 2012; Pustjens et al., 2016). - Nessuna protezione contro la contraffazione interna*: queste misure non impediscono potenziali pratiche sleali legate ai processi, come l'adulterazione alimentare e il mancato rispetto delle specifiche di produzione obbligatorie. | Tali tecniche permettono al cliente di avere maggiori garanzie sul fatto che il prodotto che intende acquistare non è stato replicato illegalmente. Tuttavia, sussiste ancora il rischio che le informazioni stampate sulla confezione / etichetta (1) non siano realmente correlate a quel prodotto, (2) non siano veritiere e non riflettano i reali processi di produzione. |
| | Misure relative alla sensibilizzazione dei consumatori finali | Misure volte a informare i clienti finali, gli intermediari (ad es. distributori, rivenditori) e gli agenti governativi su quanto sia dannosa la contraffazione e educarli a distinguere i prodotti autentici da quelli contraffatti (Hoecht e Trott, 2014; Stevenson e Busby, 2015). | <ul style="list-style-type: none"> - Inadeguatezza per il consumatore medio: queste misure non possono essere applicate per quei beni per i quali i clienti non possono essere educati a distinguere in maniera autonoma i prodotti genuini da quelli contraffatti per ragioni di difficoltà (es. medicinali, vino) (Lybecker, 2007). - Nessuna protezione contro la contraffazione interna: queste misure non educano i clienti a riconoscere se si sono verificate pratiche sleali prima della vendita del prodotto. | Il cliente diventa più consapevole dei rischi associati alla contraffazione e viene migliorata la sua abilità di distinguere se il prodotto che intende acquistare è falso o originale. Tuttavia, esiste ancora il rischio che le informazioni stampate sulla confezione / etichetta del prodotto (1) non siano veritiere e non riflettano i processi di produzione reali e, per alcuni tipi di merci, (2) non siano realmente correlate a quel prodotto. |

| | | | | |
|-------------------------------------|--|---|---|---|
| Contraff. interna | Misure relative ai processi: on-field audit | Misure volte ad autenticare la coerenza del prodotto con il disciplinare di produzione tramite revisori esterni che raccolgono evidenze sul campo. Includono analisi della documentazione, dei processi e analisi chimico / fisiche / organolettiche (ad es. del DNA, isotopiche, ecc.) (Berman, 2008). | <ul style="list-style-type: none"> - Inadeguatezza per il consumatore medio: l'autenticazione della coerenza del prodotto con le normative di produzione viene effettuata da enti esterni esperti e le analisi generalmente richiedono di effettuare prove di laboratorio o l'utilizzo di attrezzature speciali (Berman, 2008). - Analisi limitate ai campioni: queste misure in genere si limitano a verificare l'autenticità solo di un campione di elementi (Pustjens et al., 2016). - Nessuna protezione contro la contraffazione esterna: queste misure non prevengono la contraffazione dopo che un prodotto è stato introdotto sul mercato. | Il cliente ha maggiori garanzie sul fatto che il prodotto che intende acquistare è stato fabbricato nel rispetto dei disciplinari di produzione e degli standard di qualità. Tuttavia, sussiste ancora il rischio che le informazioni stampate sulla confezione / etichetta (1) non siano realmente correlate a quel prodotto, (2) non siano veritiere e non riflettano i reali processi di produzione. |
| Contraff. interna ed esterna | Misure relative ai processi: sistemi di tracciabilità | Misure volte a fornire informazioni dettagliate sulla provenienza del prodotto e sul rispetto dei requisiti di sicurezza / qualità, nonché garanzie di autenticità (Biswas et al., 2017). Generalmente utilizzano <i>smart label</i> più semplici (ad esempio codici QR, codici a barre) oppure etichette <i>high-tech</i> (ad esempio <i>tag</i> NFC e RFID) che consentono agli utenti di accedere facilmente alle informazioni relative ai prodotti tramite i loro <i>smartphone</i> (Crejdt e Fischer, 2019). | <ul style="list-style-type: none"> - Clonazione dei <i>tag</i>: gli <i>smart label</i> comunemente utilizzati da questi sistemi (codici a barre, QR code, RFID, IoT) possono essere soggetti a clonazione e successivo riutilizzo su prodotti contraffatti (Lo et al.2019). - Manipolazione delle informazioni relative al prodotto: questi sistemi sono vulnerabili alla manipolazione delle informazioni dopo che queste vengono salvate nel sistema perché i dati sono archiviati su server centralizzati che consentono modifiche in qualsiasi momento (Biswas, et al., 2017). - Scarsa qualità dei dati di input: i sistemi <i>track-and-trace</i> possono essere alimentati con informazioni che non riflettono la realtà se non vengono svolte attività e controlli specifici per verificare la qualità degli stessi. | Il cliente ha completa visibilità sulla storia del prodotto che intende acquistare e ha maggiori garanzie circa la sua autenticità. Tuttavia, c'è ancora il rischio che le informazioni fornite dal sistema di tracciabilità (1) non siano realmente correlate a quel prodotto, (2) non siano veritiere e non riflettano i processi di produzione reali. |

Nota: *Ad eccezione di quei sigilli la cui applicazione è regolata da una specifica normativa e possono essere rilasciati solo dopo verifiche sul campo (es. marchi "DOP", etichette del vino "DOCG"), i quali forniscono quindi anche garanzie contro la contraffazione interna.

È opportuno sottolineare come i punti deboli che vengono evidenziati all'interno della Tabella 3 siano confermati dai diversi scandali e incidenti che hanno scosso la fiducia dei consumatori riguardo a questo tipo di garanzie. Nel settore del vino, ad esempio, Cavicchi e Santini (2012) hanno discusso il caso di alcuni produttori di Brunello di Montalcino, vino rosso di alta qualità e molto costoso, che hanno venduto diversi lotti di prodotti non conformi al disciplinare di produzione, nonostante siano state utilizzate *covert* e *overt technologies*. Da una recente indagine condotta su consumatori italiani abituali di vino è emerso che quasi un terzo degli intervistati ha di recente ridotto la propria intenzione di pagare un sovrapprezzo per l'acquisto di vini con Denominazione di Origine Protetta "DOP" (Villano et al., 2017). In passato, anche altri paesi hanno assistito a diversi scandali e frodi legati al vino, come l'aggiunta di glicole dietilenico per addolcire il gusto da parte dei

produttori di vino australiani negli anni '80 o la più recente truffa sul vino scoperta da organismi antifrode francesi in cui un commerciante ha cercato di vendere più di 48 milioni di litri di vino falso etichettato come *Côtes-du-Rhône*.

Così come i sistemi di tracciabilità tradizionali, BC può essere considerata una misura volta a prevenire sia la contraffazione esterna che quella interna (Schmidt e Wagner, 2019). A differenza delle altre misure, e come tali sistemi, la tecnologia permette ai consumatori finali di verificare autonomamente l'autenticità di ciascun prodotto senza il bisogno di utilizzare strumentazione specifica, di possedere particolari competenze o di condurre analisi distruttive chimiche/fisiche/organolettiche.

La letteratura su BC si è concentrata principalmente sulla sua capacità di superare i limiti dei tradizionali sistemi di tracciabilità (es. rischio di manipolazione dei dati, necessità di una laboriosa e costosa riconciliazione dei dati) grazie alle sue caratteristiche intrinseche, come la trasparenza e immutabilità dei dati salvati (Saber et al., 2019b; Alzahrani e Bulusu, 2020). Tuttavia, dato che nei diversi progetti pilota esistenti le aziende hanno adottato diverse configurazioni che prevedono una gestione differente dei processi di scrittura e lettura del dato (Leong et al., 2019) è importante valutare come tali aspetti si riflettono sulla capacità dei diversi sistemi BC nell'affrontare i problemi della contraffazione interna ed esterna confronto alle tradizionali tecniche anticontraffazione. Come spiegato sopra, la letteratura BC offre alcuni spunti relativamente ai fattori che caratterizzano le diverse soluzioni blockchain, ad es. sulla sicurezza dei diversi tipi *tag* NFC o sull'importanza di utilizzare IoT, ma manca una visione completa sull'argomento.

3.2.3. I sistemi blockchain a supporto dell'anticontraffazione di prodotto

Diversi autori in letteratura hanno riconosciuto che BC, per le sue caratteristiche intrinseche, potrebbe essere considerata una soluzione promettente per prevenire il problema della contraffazione di prodotti fisici in diversi settori, come quello alimentare (Biswas et al., 2017; Tian, 2017), farmaceutico (Apte e Petrovsky, 2016; Bocek *et al.*, 2017; Sylim *et al.*, 2018), automobilistico (Supranee e Rotchanakitumnuai, 2017; Lu et al., 2019) e del lusso (Choi, 2019).

In generale, gli studi esistenti in letteratura si limitano a descrivere progetti BC che si trovano ad uno stato iniziale di tipo *proof-of-concept* (ad esempio Alzahrani e Bulusu, 2020). Pochi sono i progetti pilota più avanzati (ad esempio Mackey e Nayyar, 2017) che evidenziano come tale tecnologia potrebbe permettere di superare le debolezze delle misure

anticontraffazione esistenti. Come sostenuto da Cole et al. (2019), gli studi relativi all'utilizzo di BC per affrontare la contraffazione dei prodotti sono ancora limitati e la maggior parte delle pubblicazioni sono di natura esplorativa e concettuale, meramente tecnica o sono basate su dati secondari di casi singoli.

Pertanto, come emerge dalla revisione della letteratura realizzata da Queiroz et al. (2019), la valutazione della capacità della tecnologia BC nell'affrontare il problema della contraffazione dei prodotti rappresenta oggi un'opportunità per la ricerca all'interno del settore del SCM.

La maggior parte degli studi esistenti in letteratura, come è già stato sottolineato in precedenza, è concentrata sul potenziale della BC di prevenire la contraffazione grazie alle sue caratteristiche tecniche che consentono una memorizzazione sicura dei dati (Azzi et al., 2019; Wang et al., 2019a).

In particolare, ad oggi, la letteratura non fornisce una visione organica delle decisioni chiave che devono essere prese per configurare correttamente BC al fine di prevenire tale problematica e garantire l'integrità dei prodotti alimentari. Infatti, la maggior parte degli studi si concentra su come BC dovrebbe essere configurata da un punto di vista tecnico basandosi sulla tacita assunzione che grazie alle sue caratteristiche tecniche distintive, essa non solo assicuri la validità delle transazioni -intesa come garanzia dell'integrità del contenuto della transazione e che questo è stato scritto da un determinato attore - ma garantisca al contempo l'accuratezza e la qualità dei dati salvati, rendendo evidenti eventuali manipolazioni successive, prevenendo comportamenti fraudolenti e assicurando quindi ai consumatori finali l'integrità di prodotto.

Tuttavia, un numero crescente di autori sottolinea l'importanza di complementare la BC con misure che vadano a supporto delle operazioni di scrittura e lettura, le quali vengono riconosciute come critiche in applicazioni finalizzate all'anticontraffazione (es. Francisco e Swanson, 2018; Tönnessen e Teuteberg, 2019). Un primo problema rilevante che emerge dagli studi riguarda il controllo della qualità dei dati che vengono inseriti in BC (Alzahrani e Bulusu, 2020). Secondo Creydt e Fischer (2019) e Bumblauskas et al. (2020), ad oggi non esiste una soluzione universale che consenta di garantire la veridicità di tali informazioni. Sebbene la tecnologia BC da sola non possa prevenire la contraffazione del prodotto (Azzi et al., 2019; Kamble et al., 2019a; Schmidt e Wagner, 2019), il suo potenziale può essere migliorato ricorrendo a misure di sicurezza aggiuntive e tecnologie che sono in grado di

ridurre il rischio di errori in fase di inserimento dati o di comportamenti disonesti di natura opportunistica (van Hoek, 2019a).

Partendo dal presupposto che le informazioni raccolte dagli esseri umani possano essere soggettive e inaffidabili, Roeck et al. (2019) suggeriscono di associare BC all'Intelligenza Artificiale (IA) al fine di identificare automaticamente eventuali *pattern* tra i dati inseriti manualmente in BC e che possono suggerire eventuali incongruenze o errori. L'integrazione di BC con IA viene raccomandata da diversi studiosi di SCM, sebbene gli studi empirici a tal riguardo siano limitati a pochi casi d'uso ancora immaturi (Kshetri, 2018; van Hoek, 2019a; Wamba e Queiroz, 2020). Un altro gruppo di studi considera invece il coinvolgimento di organismi terzi di certificazione per eseguire audit sul campo e verificare la qualità dei dati prima che questi vengano salvati manualmente in BC (Creydt e Fischer, 2019; Leong et al., 2019).

Commentando questa misura relativa alla scrittura dei dati in BC, Kamilaris et al. (2019) sostengono che la necessità di tali intermediari comprometta in realtà la costruzione di fiducia decentralizzata, uno degli ideali su cui si basa la tecnologia BC e che consiste nella possibilità di eseguire e verificare transazioni senza che vi sia la necessità di fare affidamento su un'autorità centrale (Wang et al., 2019a).

Con l'obiettivo di affrontare i problemi di scrittura dei dati in BC, un numero crescente di studi suggerisce di utilizzare sensori IoT per un inserimento automatico che elimini l'interazione umana e quindi qualsiasi rischio di errori di input o di comportamenti fraudolenti (Kim et al., 2018; Creydt e Fischer, 2019; Kamble et al., 2019a; Bumblauskas et al., 2020). Inoltre, l'utilizzo di IoT permette di eliminare l'intervallo temporale tra la raccolta dei dati e la loro registrazione in BC che caratterizza il processo di inserimento manuale (Zelbst et al., 2019). Tuttavia, anche con l'utilizzo di IoT, una pratica comune è generalmente quella di non caricare i dati in *real-time* utilizzando invece una trasmissione periodica per evitare di incorrere in congestioni di rete e costi di transazione più elevati (Zhang et al., 2020).

Per quanto riguarda le opzioni e le decisioni relative alla fase di lettura, è bene sottolineare in primo luogo l'importanza della sicurezza degli *smart label*, quei *tag* che vengono applicati al prodotto (es. codici QR, NFC, RFID, ecc.) che consentono la connessione tra i prodotti fisici e le relative informazioni salvate in BC. Lo et al. (2019) sottolineano che gli *smart label* comunemente utilizzati -come codici a barre, codici QR, numeri seriali- siano vulnerabili al problema della clonazione. Nel loro studio, Azzi et al.

(2019) e Toyoda et al. (2017) sostengono che anche i *tag* RFID, nonostante la loro natura tecnologicamente più avanzata, possano essere clonati facilmente. Questa visione viene supportata da Bilal e Martin (2013) che sottolineano come i *tag* clonati siano una delle cause della circolazione di prodotti contraffatti all'interno delle supply chain. Al contrario, come sottolineato da Alzahrani e Bulusu (2020), le etichette NFC forniscono maggiori garanzie in termini di clonazione e manomissione. La sicurezza dei *tag* NFC contro la manomissione e la replica può essere rinforzata crittografando i dati salvati al suo interno, sebbene questa rappresenti una misura costosa (Alzahrani e Bulusu, 2020). I consumatori possono accedere alle informazioni scansionando lo *smart label* applicato sul prodotto con i loro telefoni cellulari (Galvez et al., 2018). Le informazioni (es. origine e storia del prodotto, attori che lo hanno lavorato, materiali utilizzati, ecc.) vengono loro presentate tramite interfacce Web o applicazioni installate su dispositivi mobili, quali *smartphone* o *tablet* (Kim e Shin, 2019; Surasak et al., 2019).

Un ultimo aspetto rilevante relativo alle operazioni di lettura in BC, sebbene ad oggi sia stato evidenziato in letteratura solamente all'interno dello studio di Singhal et al. (2018), riguarda il fatto che nei casi reali di implementazione che utilizzano la tecnologia BC, a questa venga spesso affidato un ruolo secondario, poiché viene utilizzata come archivio di dati di tipo *back-end* che si trova però dietro ad un web server centralizzato su cui invece sono salvati i dati presentati all'utente finale. Infatti, sebbene in un'applicazione BC ideale volta a prevenire potenziali manipolazioni tutte le informazioni dovrebbero essere salvate e visibili ai clienti direttamente in BC, garantendo quindi una completa decentralizzazione e integrità dei dati, le informazioni visualizzate attraverso pagine web o applicazioni mobili si trovano spesso archiviate in web server esterni centralizzati. Questi dovrebbero idealmente riflettere ciò che è scritto in BC ma, per loro natura, non possono garantire l'immutabilità delle informazioni salvate. Per ovviare a tale criticità e consentire ai clienti di verificare nel corso del tempo che le informazioni non sono state modificate e quindi sono allineate con quelle salvate originariamente in BC, le aziende possono associare tali informazioni con il link alla relativa transazione BC (Montecchi et al., 2019). Come chiarito da Xu et al. (2019), questa gestione all'apparenza complessa dell'informazione è giustificata dal fatto che la tecnologia BC non è adatta al salvataggio di file di grandi dimensioni (ad esempio foto, video, PDF), quindi solitamente è preferibile memorizzare *on-chain* solo i valori *hash* dei documenti, vale a dire stringhe alfanumeriche di lunghezza fissa -generate utilizzando un algoritmo di crittografia sicuro- che identificano gli stessi in maniera univoca. Tale valore

consente di verificare se le informazioni visualizzate sulle pagine web o sulle applicazioni mobili sono state manipolate nel tempo perché -a causa delle caratteristiche della funzione di *hash*- qualsiasi modifica nei dati *off-chain* comporterebbe un valore *hash* diverso da quello salvato in BC. Per verificare se le informazioni presentate sono state modificate nel tempo è sufficiente quindi, ad esempio, calcolare il valore di *hash* dei documenti presentati su un determinato sito web e vedere se questo corrisponde con il valore salvato in BC.

La tabella 4 riassume le diverse scelte che possono essere prese in relazione alla lettura e alla scrittura in BC, assieme alle questioni ancora aperte rispetto a tali aspetti. Vale la pena notare che, sebbene i casi d'uso e gli studi di BC contemplino l'esistenza di diverse scelte di configurazione per quanto riguarda la scrittura e la lettura in BC, in letteratura manca una chiara operazionalizzazione del costrutto “sistema BC”, nonché una visione completa di tutte le variabili rilevanti che possono essere utilizzate per descrivere lo stesso. Allo stesso modo, esplicitando i potenziali problemi legati ad alcune scelte (es. codice QR contro *tag* NFC; inserimento dati manuale o automatico), alcuni studi suggeriscono implicitamente in quali condizioni possono essere ritenute più appropriate alcune scelte, ma anche per tale argomento non è presente una visione organica in letteratura e non è quindi ancora chiaro quale sia l'efficacia delle diverse misure nel garantire un efficace contrasto alla contraffazione se associate all'utilizzo di BC. Manca inoltre una comprensione olistica e approfondita del motivo per cui un'azienda decida di adottare una determinata configurazione di sistema BC piuttosto di un'altra (Köhler e Pizzol, 2020).

Tabella 4 - Configurazione dei sistemi blockchain

| Scrittura/lettura | Opzioni e questioni aperte |
|-------------------|---|
| Scrittura | <p>I dati raccolti e caricati manualmente possono essere facilmente soggetti ad errori umani involontari o intenzionali (legati a un comportamento scorretto/opportunistico) e a ritardi (Galvez et al., 2018; Azzi et al., 2019; Creydt e Fischer, 2019; Kamble et al., 2019a; Kamilaris et al., 2019; Montecchi et al., 2019; Schmidt e Wagner, 2019; van Hoek, 2019a; Zelbst et al., 2019; Bumblauskas et al., 2020).</p> <p>Le misure complementari sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> • AI per il controllo incrociato dei dati inseriti (Kshetri, 2018; Montecchi et al., 2019; van Hoek, 2019a; Bumblauskas et al., 2020; Roeck et al., 2019). • Organismi di terze parti per verificare la qualità dei dati raccolti e inseriti in BC (Creydt e Fischer, 2019). |
| | <p>I dati acquisiti e caricati automaticamente in BC dai sensori IoT riducono il rischio di errori, comportamenti fraudolenti e ritardi (Azzi et al., 2019; Creydt e Fischer, 2019; Kamble et al., 2019a; Leong et al., 2019; Lo et al., 2019; Surasak et al., 2019; Wang et al., 2019b; Zelbst et al., 2019; Bumblauskas et al., 2020).</p> |
| Lettura | <p>La connessione tra i prodotti fisici e le relative informazioni salvate in BC può avvenire attraverso tecniche di <i>tagging</i> comuni (codici a barre, numeri di serie, codici QR, RFID) vulnerabili alla clonazione (Toyoda et al., 2017; Azzi et al., 2019; Lo et al., 2019) o tecniche di <i>tagging</i> più sofisticate, come <i>tag</i> NFC che utilizzano la crittografia dei dati, le quali impediscono la clonazione (Alzahrani e Bulusu, 2020).</p> |
| | <p>Comunicazione con clienti: le informazioni possono essere lette tramite un sito Web o un'applicazione mobile (Kim et al., 2018; Creydt e Fischer, 2019; Leong et al., 2019; Montecchi et al., 2019; Surasak et al., 2019; Wang et al., 2019b).</p> |
| | <p>Le informazioni presentate ai clienti possono essere archiviate <i>off-chain</i> su server centralizzati e non in BC (Singhal et al., 2018). I clienti possono accedere alla transazione BC associata a tali informazioni (Montecchi et al., 2019).</p> |

3.2.4. Il problema della contraffazione nelle supply chain del settore vitivinicolo

Essendo il vino uno dei prodotti alimentari più soggetti a contraffazione, sempre più consumatori sono preoccupati per l'autenticità delle bottiglie che acquistano e chiedono pertanto una maggiore trasparenza, ovvero informazioni affidabili relative agli attori che hanno contribuito alla sua produzione e alle condizioni in cui l'uva e le bottiglie sono state trattate lungo tutta la filiera, "dalla vigna alla tavola" (Cimino e Marcelloni, 2012). Poiché il valore commerciale del vino è legato in maniera considerevole ai parametri relativi alla

sua storia e provenienza, i produttori sono consapevoli che le frodi possono minare la loro reputazione e il loro profitto (Šandi et al., 2018).

In questo studio, ci concentriamo su quei tipi di frode volti a ingannare i consumatori finali facendogli credere che il vino che acquistano abbia caratteristiche e un valore commerciale migliori/diversi rispetto al contenuto reale della bottiglia (ovvero al problema della contraffazione). In linea con alcune pubblicazioni accademiche incentrate sulle frodi del vino (ad esempio Holmberg, 2010; Kamiloglu, 2019) e con la definizione ampiamente adottata di frode alimentare (Elliott, 2014; Pustjens et al., 2016), che comprende le pratiche di sostituzione, la manomissione o la falsa rappresentazione del prodotto agroalimentare, di ingredienti o imballaggi a scopo di lucro, consideriamo le seguenti pratiche fraudolente:

- Adulterazione: utilizzo di additivi non dichiarati per la realizzazione del prodotto (es. acqua, dolcificanti, alcol, coloranti, ecc.).
- Non conformità con i requisiti qualitativi: mancato rispetto di uno o più requisiti menzionati nel disciplinare di produzione (es. denominazione di origine geografica; varietà di uva utilizzata; resa massima del vigneto; metodi di vinificazione e invecchiamento; caratteristiche del vino, come colore e grado alcolico; annata in etichetta; ecc.).
- Ri-etichettatura: clonazione o rimozione dell'etichetta di un prodotto autentico e applicazione della stessa a una bottiglia contenente vino di qualità inferiore.
- Etichette false: stampa di etichette con lievi differenze rispetto all'originale (simulazione) o utilizzo non autorizzato del marchio di un altro.
- Riempimento: riutilizzo di bottiglie vuote originali che vengono riempite con un vino di qualità inferiore.

Attraverso una degustazione alla cieca, un cliente medio ha generalmente difficoltà a riconoscere se un vino è stato soggetto ad una o più tipologie di frode tra quelle elencate sopra (Holmberg, 2010). Tuttavia, come è stato illustrato sopra, esistono diverse tecniche per verificare se la composizione del vino è coerente con quanto dichiarato in etichetta, con i regolamenti che riguardano le fasi produttive e con le aspettative dei clienti (Li, 2013). Inoltre, diversi progetti basati sulla tecnologia sono stati intrapresi di recente dalle aziende di questo settore per affrontare in modo nuovo tale problema.

3.3. Metodologia

Considerando che in letteratura scientifica vi è uno scarso numero di studi relativi all'utilizzo della tecnologia BC da parte delle aziende per affrontare il problema della contraffazione nell'industria del vino, per condurre la ricerca ed analizzare tale fenomeno si è deciso di adottare un approccio avente natura qualitativa ed esplorativa. Secondo quanto affermato da Yin (2017), nei casi in cui si desidera rispondere a domande di ricerca che si chiedono il "come" e il "perché" di certi fenomeni, e si esaminano eventi recenti o contemporanei, una metodologia particolarmente valida è quella dei casi studio multipli (*in-depth multiple case studies*). Essendo la ricerca orientata al "theory building", tale metodologia è stata reputata opportuna alla luce della sua nota capacità di facilitare la comprensione di fenomeni complessi all'interno del loro contesto nonché delle variabili che lo caratterizzano e di come queste sono tra loro connesse (Yin, 2017). Inoltre, è noto che tale metodo aiuta a fornire strumenti concreti ai manager e consulenti che affrontano tali questioni nella loro attività lavorativa (Voss *et al.*, 2016). Riguardo al fenomeno oggetto dello studio, diversi accademici hanno affermato che lo studio di casi multipli può essere particolarmente utile per far progredire la conoscenza scientifica sui benefici tangibili che la tecnologia può portare al SCM, così come sulle sfide relative ad una sua implementazione e sui fattori contestuali che ne possono condizionare l'adozione (Treiblmaier, 2018; Cole *et al.*, 2019).

I paragrafi successivi illustrano nel dettaglio come è avvenuta la selezione dei casi, la successiva raccolta e analisi dei dati. Inoltre, vengono specificati anche i *boundaries* dello studio. La Tabella 5 presenta una panoramica della metodologia adottata e riassume i passaggi appena citati.

Tabella 5 - Metodologia adottata



3.3.1. Selezione dei casi

Il processo di selezione dei casi è stato effettuato tenendo in considerazione i principi di “*literal replication*” e “*theoretical replication*” (Yin, 2017). A tal proposito, abbiamo volutamente ricercato realtà aziendali che presentassero differenze e somiglianze in termini di design e utilizzo delle soluzioni BC adottate (es. tipologia di “*smart label*”, misure di controllo sui dati inseriti, ecc.) così come di caratteristiche del contesto (es. fascia di prezzo dei prodotti venduti, volume di export). Inoltre, abbiamo cercato di includere nel nostro campione aziende che hanno adottato soluzioni sviluppate da partner tecnologici diversi, considerando le realtà che attualmente offrono soluzioni BC alle aziende del settore vitivinicolo, con lo scopo di derivare un quadro quanto più ampio del fenomeno e facilitare la successiva generalizzazione dei risultati. Per identificare i casi, abbiamo in primo luogo stilato due elenchi, il primo contenente le diverse soluzioni BC offerte dai *provider* tecnologici per il settore vitivinicolo, un secondo relativo ai produttori di vino coinvolti nell'implementazione di queste soluzioni. Questo è stato possibile grazie alla partecipazione a numerose conferenze e *workshop* in tema BC e raccogliendo informazioni presenti su Internet. Come secondo passo abbiamo raccolto dati e informazioni disponibili pubblicamente relative a ciascuna soluzione per decidere se potesse rappresentare un caso interessante per lo studio.

Abbiamo poi contattato tutti i *provider* tecnologici per presentare la rilevanza e le finalità del nostro studio, il gruppo di ricerca e fornire loro una breve descrizione del protocollo che avremmo utilizzato nell'intervista, chiedendo se fossero disposti a partecipare allo studio. Abbiamo quindi identificato alcuni produttori di vino che, all'interno del settore, sono considerati casi esemplari nell'adozione di BC e abbiamo contattato i rispettivi CEO via e-mail, presentando anche in questo caso il gruppo e la ricerca e chiedendo la loro disponibilità a collaborare. A ciascuno di loro, così come ai fornitori di tecnologia abbiamo promesso di fornire il rapporto finale dello studio e garantire la riservatezza dei dati. Alla fine, tutti i fornitori di tecnologia e un totale di cinque produttori di vino italiani, pionieri nell'adozione della tecnologia BC nel settore vitivinicolo, hanno accettato di prendere parte al nostro studio. Data la decisione delle aziende di rimanere anonime, faremo riferimento ai diversi casi e ai produttori di vino correlati utilizzando nomi fittizi (dalla lettera A alla E).

Idealmente, l'unità di analisi scelta per lo studio dovrebbe essere l'intero supply network coinvolto nell'adozione delle soluzioni BC. Tuttavia, così come accade per la maggior parte dei progetti basati su tale tecnologia al momento della stesura di questo

documento, quelli selezionati si trovano in una fase pilota e quindi coinvolgono un numero limitato di attori, come evidenziato nella Tabella 6. In particolare, le aziende C, D ed E sono viticoltori completamente integrati in quanto responsabili di tutte le attività produttive dalla vendemmia all'imbottigliamento. Le aziende A e B si affidano invece a fornitori di uva esterni.

La Tabella 6 fornisce una panoramica dei casi selezionati, compresi i dettagli sugli attori coinvolti, i fornitori di tecnologia, le figure intervistate, i produttori di vino e il posizionamento strategico dei loro vini, nonché il numero di bottiglie prodotte all'anno.

Tabella 6 - Panoramica dei casi studio

| CASO | ATTORI DEL SUPPLY NETWORK COINVOLTI | PRODUTTORE DI VINO | PROVIDER TECNOLOGICO | BC PUBBLICA | FIGURE INTERVISTATE |
|----------|--|---|---|---|--|
| A | <ul style="list-style-type: none"> • 1 fornitore di uva (Italia meridionale) • Azienda A (produzione di vino, imbottigliamento; Italia settentrionale; 500.000 bottiglie/anno) | Membro di uno dei consorzi leader nel settore vinicolo italiano. Azienda fondata alla fine del XIX secolo, ha visto un continuo aumento dei suoi volumi produttivi nel corso degli anni. Offre un'ampia varietà di vini a basso prezzo. | Società di consulenza che opera a livello internazionale offrendo diversi tipi di servizio ad aziende di diversi settori. Ha sviluppato soluzioni basate sia su BC pubbliche che private a supporto delle aziende nella gestione dei processi aziendali e interaziendali, tra cui la tracciabilità di prodotti agroalimentari, servizi assicurativi, ecc. | <ul style="list-style-type: none"> • <i>Ethereum</i> | <ul style="list-style-type: none"> • CEO del produttore di vino • CFO del produttore di vino • IT manager del produttore di vino • Project manager del <i>provider</i> tecnologico • CEO del fornitore di uva |
| B | <ul style="list-style-type: none"> • 3 fornitori di uva (Italia meridionale) • Azienda B (produzione di vino, imbottigliamento; Italia meridionale; 300.000 bottiglie/anno) | Azienda attiva dalla fine degli anni '90 che trasforma, imbottiglia e vende vini di alta qualità per un mercato di nicchia. La maggior parte dei ricavi di vendita è legato all'export. | Gruppo leader mondiale nella fornitura di tecnologie dell'informazione e della comunicazione, fortemente coinvolto in progetti di innovazione digitale per i settori pubblico e privato. Ha una grande esperienza nello sviluppo di soluzioni BC pubbliche e private che vengono utilizzate per scopi differenti, tra cui la tracciabilità e la notarizzazione. | <ul style="list-style-type: none"> • <i>Ethereum</i> | <ul style="list-style-type: none"> • CEO del produttore di vino • Direttore delle vendite del produttore di vino • Project manager del <i>provider</i> tecnologico • CEO di uno dei fornitori di uva |
| C | <ul style="list-style-type: none"> • Azienda C (coltivazione, produzione di vino, imbottigliamento; Italia) | Realtà nata più di cento anni fa che, a partire dalle proprie uve, produce vini pregiati riconosciuti in tutto il mondo per la | Ente di certificazione accreditato che opera a livello mondiale e fornisce servizi per un'ampia gamma di settori. Focalizzato nel supportare i propri clienti a promuovere la | <ul style="list-style-type: none"> • <i>VeChain Thor</i> | <ul style="list-style-type: none"> • CEO del produttore di vino • Direttore delle vendite del produttore di vino |

| | | | | | |
|----------|---|---|---|---|---|
| | setentrionale; 200.000 bottiglie/anno) | loro qualità. Quasi il 60% del suo fatturato annuale è generato dalle vendite legate all'export. | sostenibilità e la sicurezza della loro attività. Sviluppa soluzioni BC di tipo privato e pubblico principalmente a supporto del SCM e per rendere più sicura la gestione documentale da parte delle aziende. | | <ul style="list-style-type: none"> • Project manager del <i>provider</i> tecnologico |
| D | <ul style="list-style-type: none"> • Azienda D (coltivazione, produzione di vino, imbottigliamento; Italia settentrionale; 150.000 bottiglie/anno) | L'azienda produce, trasforma, imbottiglia e vende prodotti di prezzo medio. Essendo nata di recente, non è ancora molto conosciuta a livello nazionale. | Start-up italiana che sviluppa soluzioni BC finalizzate a tracciare e rintracciare i prodotti dal campo alla tavola, con un focus specifico sul settore agroalimentare. | <ul style="list-style-type: none"> • <i>Ethereum</i> | <ul style="list-style-type: none"> • CEO del produttore di vino • Direttore delle vendite del produttore di vino • CFO del produttore di vino • Project manager del <i>provider</i> tecnologico |
| E | <ul style="list-style-type: none"> • Azienda E (coltivazione, produzione di vino, imbottigliamento; Italia settentrionale; 200.000 bottiglie/anno) | Cantina storica, nata da più di duecento anni, produce vino utilizzando le proprie uve. Fin dalla sua fondazione, l'azienda vende vini a livello locale. A livello nazionale è poco conosciuta. | <i>Software house</i> svizzera specializzata nello sviluppo di soluzioni basate su BC per il settore <i>retail</i> . Opera principalmente nei settori alimentare e del lusso. | <ul style="list-style-type: none"> • <i>Ethereum</i> | <ul style="list-style-type: none"> • CEO del produttore di vino • Direttore delle vendite del produttore di vino • CFO del produttore di vino • Project manager del <i>provider</i> tecnologico |

3.3.1.1. *Boundaries della ricerca*

La seguente sezione delinea i limiti della nostra ricerca, la cui definizione è necessaria per meglio comprendere la generalizzabilità dei risultati.

I casi studiati appartengono tutti al settore vitivinicolo e riguardano aziende italiane. Il controllo di questi aspetti è importante in questa ricerca, poiché limita i fattori che possono influenzare il legame tra i fattori contestuali (nel nostro studio come vedremo relativi al *commitment* aziendale a prevenire la contraffazione interna ed esterna) e le caratteristiche dei sistemi BC, oggetto cardine della nostra ricerca. Inoltre, permette di definire dei confini precisi per questa ricerca e quindi aiuta a ragionare sulla sua generalizzabilità. I fattori istituzionali di un certo paese, in particolare gli incentivi, le norme e la pressione da parte del governo, potrebbero influenzare le scelte delle aziende relative alla progettazione del sistema BC, e quindi potrebbero rappresentare dei cosiddetti “*confounding factors*”. Inoltre, il settore vitivinicolo possiede alcune peculiarità che vale la pena considerare. Molti dei processi interni all'azienda hanno una natura manuale/artigianale e l'utilizzo di IoT, che

aiuterebbe a risolvere le criticità legate alla scrittura dei dati in BC (Tabella 4), è di difficile applicazione. In particolare, IoT non è adatto per determinare se i processi di viticoltura e vinificazione vengono svolti rispettando i requisiti dei disciplinari di produzione poiché molti parametri sono difficilmente misurabili attraverso l'uso dei sensori (ad es. le tipologie di uva utilizzata per la vinificazione e la loro percentuale, nonché il tipo di rovere utilizzato per l'invecchiamento in botte). Inoltre, le cantine sono generalmente interrato e questo è causa di una cattiva connettività e di un'alta umidità, ambiente non ideale per il funzionamento dei dispositivi elettronici.

Per questi motivi, in questo settore il tema relativo alla scrittura in BC di dati che siano veritieri è particolarmente critico e trovare possibili soluzioni e alternative è di fondamentale importanza. Le stesse considerazioni si applicano in altri settori, nell'agricoltura in generale, sebbene alcuni parametri ambientali possano essere misurati tramite sensori (Galvez et al., 2018) o nell'industria dell'abbigliamento di lusso in cui i prodotti sono fatti a mano. Di conseguenza, questo rende l'indagine e i risultati di questo studio di interesse anche per contesti diversi dal settore vitivinicolo, ma accomunati da caratteristiche simili. Invece, nelle industrie più *capital-intensive* che utilizzano linee di produzione automatizzate, come quella farmaceutica, dove l'IoT può essere ampiamente e facilmente utilizzato, i risultati elaborati in questa ricerca potrebbero risultare meno applicabili.

Un ulteriore confine della ricerca è che i casi esaminati riguardano progetti pilota che coinvolgono pochi attori. Da un lato, ciò limita l'opportunità di studiare la struttura della supply chain e la sua complessità come potenziali fattori che influenzano un sistema BC. D'altra parte, questo ci consente di concentrarci sull'effetto delle caratteristiche dei produttori vitivinicoli (es. il *commitment* a prevenire la contraffazione interna ed esterna) come fattori contingenti.

Infine, come sottolineato nella Tabella 6, tutti i casi hanno adottato BC pubbliche già esistenti e note, ovvero *Ethereum* (4 casi) e *VeChain Thor* (1 caso). Le BC pubbliche, rispetto a quelle private, comportano alcuni vantaggi fondamentali, come l'immutabilità dei dati salvati e la *governance* decentralizzata (Viriyasitavat e Hoonsopon, 2019). Inoltre, esse non sono di proprietà di nessuno e sono sistemi completamente aperti dato che tutti possono unirsi alla rete e avere piena visibilità sulle transazioni passate, così come scrivere nuove transazioni e partecipare al processo di consenso. Invece, le BC private, per le loro caratteristiche, limitano la visibilità delle transazioni ai soli membri della rete, il cui accesso

è limitato e controllato da una singola organizzazione o da un consorzio di individui o organizzazioni. D'altra parte, le BC private offrono in genere una privacy dei dati e velocità di scrittura delle transazioni più elevate rispetto a quelle pubbliche. Alla luce di queste differenze, sottolineiamo come i risultati di questa ricerca siano generalizzabili a quei casi in cui vengono utilizzate BC pubbliche perché l'uso di BC private per l'anticontraffazione e il modo in cui queste possano essere complementate con addizionali misure per la lettura e scrittura potrebbero cambiare in modo significativo.

3.3.2. Raccolta dei dati

La raccolta dei dati, finalizzata a comprendere come le soluzioni BC sono state utilizzate per combattere la piaga della contraffazione all'interno dell'industria del vino, è stata effettuata nel periodo compreso tra ottobre 2018 e marzo 2020. Come modalità di raccolta primaria si è scelto di fare riferimento a interviste semi-strutturate considerando la loro riconosciuta capacità di permettere una raccolta di informazioni empiriche con un alto livello di dettaglio (Eisenhardt e Graebner, 2007).

Abbiamo deciso di intervistare, in primo luogo, i CEO dei diversi produttori. Pur non essendo esperte della tecnologia BC, tali figure sono state tutte direttamente coinvolte nello sviluppo e nell'implementazione dei diversi progetti pilota, data la loro natura strategica. Infatti, vale la pena notare che nei casi investigati la decisione di adottare un sistema BC è stata presa dal CEO che, con il supporto del *provider* tecnologico, ha promosso e guidato il progetto BC lungo le sue diverse fasi.

Inoltre, essi rappresentano coloro che sono meglio informati sulle caratteristiche delle aziende stesse nonché sul loro posizionamento, sui motivi che hanno portato all'adozione della soluzione BC, sui risultati attesi, ecc. Come spesso accade nelle aziende vinicole più strutturate, gli amministratori delegati rivestivano anche dei ruoli operativi nei processi di viticoltura e vinificazione in qualità di agronomi o enologi, e si occupavano anche di promozione e vendita. Oltre ai CEO, per ciascun caso abbiamo poi intervistato il *project manager* del partner tecnologico con il fine di chiarire gli aspetti più tecnici delle soluzioni. Con lo stesso scopo, abbiamo intervistato anche il responsabile IT dell'azienda A. Questa funzione non era presente nelle altre aziende a causa delle loro ridotte dimensioni. Nei casi A e B, in cui il produttore di vino non era verticalmente integrato a monte, abbiamo intervistato anche i CEO di due fornitori di uva coinvolti nel progetto BC al fine di comprendere la loro visione sull'implementazione e il funzionamento di BC e conoscenza

sui sistemi BC e sulle loro potenzialità. Come accade di consueto nel settore vitivinicolo, questi amministratori delegati erano vignaioli, proprietari dei vigneti, e agronomi esperti nella coltivazione dell’uva. Tali figure rivestivano quindi un ruolo chiave nei processi di produzione del vino lavorando e detenevano informazioni cruciali sulla coltivazione, di interesse per i clienti finali. Considerando la somiglianza delle attività produttive e dell'uso di BC, nel caso B, abbiamo giudicato sufficiente intervistare un solo fornitore.

L’aver intervistato figure differenti per ogni caso (Tabella 6) ci ha permesso di acquisire dati da prospettive differenti, ridurre il rischio di “*bias*” da parte degli intervistati e raggiungere la “*data and theoretical saturation*” (Bowen, 2008).

In futuro, man mano che l’utilizzo dei sistemi BC diventerà più ampio e maturo, risulterà rilevante anche raccogliere il punto di vista dei consumatori finali.

Considerando tutti i casi, sono state condotte in totale 20 interviste. Si è deciso di preferire interviste faccia a faccia effettuate in loco dall’intervistato. Per ragioni logistiche, come suggerito da Creswell e Poth (2016), abbiamo fatto ricorso a videochiamate per intervistare gli attori situati nel sud Italia (4 intervistati). Ogni intervista è durata in media dai 90 ai 120 minuti. Al fine di convalidare le informazioni raccolte o correggere eventuali malintesi, abbiamo deciso di fornire a ciascun intervistato un riassunto strutturato della trascrizione integrale delle interviste prestando particolare attenzione a includere tutte le informazioni rilevanti per le quali era necessario un loro riscontro. La scelta di fornire all’intervistato un riassunto invece dell’intera trascrizione è stata presa al fine di massimizzare la probabilità di ottenere un *feedback*, e quindi di ridurre al minimo il rischio di *bias*.

Per migliorare l’accuratezza delle informazioni, ciascuna intervista è stata registrata ed in seguito trascritta per intero. Con il fine di ridurre eventuali “*bias*” da parte degli osservatori le interviste sono state condotte in contemporanea da due ricercatori (Yin, 2017). Inoltre, per migliorare l’affidabilità e la validità dei risultati, come suggerito da Yin (2017), è stato sviluppato un protocollo di ricerca a partire dalla letteratura esistente e dalle nostre domande di ricerca. Le domande utilizzate nelle interviste, che rappresentano il cuore del protocollo, sono riportate nell’Appendice B. Le domande sono state strutturate seguendo il cosiddetto “*funnel model*”: le domande più generali e ampie sono state poste per prime mentre le domande più specifiche sono state fatte man mano che l’intervista procedeva.

Sebbene sia stato utilizzato un protocollo per ogni caso al fine di assicurarsi che tutti gli argomenti venissero adeguatamente trattati, ogni intervista è stata condotta in modo tale

da dare agli intervistati la libertà di spaziare nelle risposte, assicurando quindi che la conversazione si sviluppasse al di fuori di uno schema predefinito. Le interviste semi-strutturate ci hanno consentito di trovare un buon equilibrio tra una discussione più aperta, caratterizzata da riflessioni più soggettive, e una conversazione più specifica legata alle domande poste a partire dal protocollo.

Mentre a tutti gli intervistati sono state poste tutte le domande presenti nel protocollo, il livello di dettaglio della discussione sui diversi punti è variato a seconda dell'intervistato (Pandey e Patnaik, 2014). Per esempio, nelle interviste con i rappresentanti dei fornitori tecnologici, ci siamo concentrati sulle caratteristiche più tecniche dei sistemi BC, mentre durante i confronti con gli amministratori delegati dei produttori di vino ci siamo concentrati sulla comprensione dei processi interni delle aziende.

Quando possibile, sono state triangolate più informazioni provenienti da fonti differenti per aumentare l'affidabilità della ricerca e la validità dell'analisi (Eisenhardt e Graebner, 2007; Yin, 2017). In particolare, oltre alle interviste, sono state utilizzate le seguenti fonti secondarie di dati: (1) documenti ufficiali forniti da aziende e partner tecnologici (es. slide di presentazioni interne), (2) risorse accessibili sul web (es. siti web, interviste pubbliche), e (3) dati raccolti direttamente dalle soluzioni implementate. Inoltre, sono state effettuate delle telefonate successivamente alle interviste per chiarire eventuali dubbi sulle informazioni raccolte.

3.3.3. Analisi dei dati

L'analisi dei dati è stata condotta in due fasi distinte: (1) analisi dei dati relativi a ciascun caso (*Within-case analysis*), e (2) ricerca di *pattern* emergenti da un confronto incrociato dei casi (*Cross-case analysis*) (Yin, 2017).

Per quanto riguarda l'analisi *within case*, come primo *step* abbiamo creato un resoconto dettagliato per ciascun caso. A partire dalla grande quantità di informazioni raccolte è stata effettuata un'operazione di "*data reduction*" in cui i dati relativi ad ogni caso sono stati scomposti sulla base di una serie di variabili che descrivono le diverse soluzioni BC e il contesto (Tabelle 7 e 8). Come accade di consueto quando si utilizza una metodologia di casi studio multipli finalizzata al *theory building*, il processo di identificazione delle variabili è stato ciclico (Voss *et al.*, 2016). Come punto di partenza, è stato essenziale fare riferimento alla letteratura BC esistente (Paragrafo 3.2.3) che ci ha aiutati a identificare una serie di variabili potenzialmente utili per distinguere le soluzioni BC.

Tuttavia, mentre alcune differenze tra i sistemi BC sono emerse chiaramente dai casi studiati e dagli studi BC a cui si è fatto riferimento (Tabella 7), una chiara operazionalizzazione del costrutto “sistema BC” mancava in letteratura e le analisi *cross-case* (e in particolare l'*axial coding*) si sono rivelate fondamentali a tal riguardo. Alle variabili identificate è stato assegnato un rating sulla base di regole precise. Anche in questa operazione è stato essenziale il confronto dei dati tra i casi.

Abbiamo caratterizzato i sistemi BC sulla base di cinque variabili: 1) misure di controllo della veridicità dei dati, 2) frequenza di immissione dei dati in BC, 3) *smart label*, 4) canali di comunicazione con i clienti, e 5) proporzione di dati accessibili il cui *hash* è salvato in BC.

Successivamente, le analisi incrociate dei casi ci hanno consentito di operazionalizzare le variabili contestuali (Tabella 8). Anche in questo caso, alle variabili individuate sono stati assegnati dei valori secondo regole precise. Come suggerito da Miles e Huberman (1994), i dati sono stati organizzati in tabelle (Paragrafo 3.5.2), utili sia per l'analisi all'interno di ciascun caso che per il confronto tra i casi diversi.

Le analisi *cross-case* sono state eseguite strutturando i dati all'interno di matrici a due variabili (Paragrafo 3.5.3 e Figura 29), le quali hanno permesso di rilevare con più facilità i punti in comune e le differenze tra i casi. I risultati derivati dalle analisi dei casi sono stati poi riassunti sotto forma di proposizioni.

3.4. Descrizione dei casi

In questo paragrafo viene fornita una descrizione di ciascuno dei cinque casi studio elaborata a partire dalle informazioni raccolte tramite le interviste e dalle diverse fonti secondarie.

3.4.1. Caso A

L'azienda A è membro di un gruppo leader del settore vinicolo italiano che produce in totale più di 5.000.000 bottiglie all'anno, le quali vengono vendute principalmente a livello nazionale utilizzando marchi differenti. Pioniera nell'adozione della tecnologia BC, l'Azienda A è specializzata nella produzione e nell'imbottigliamento di vini a partire da uve che vengono fornite da coltivatori esterni. La sua produzione annua ammonta a circa 500.000 bottiglie e viene principalmente destinata alla GDO italiana. I vini prodotti sono posizionati nella fascia *low-cost*. In collaborazione con una cantina siciliana, ha deciso di implementare una soluzione basata sulla BC di *Ethereum* per fornire ai consumatori di un marchio di vino

biologico informazioni dettagliate sull'origine e la qualità del prodotto, rendendo così trasparenti i processi di coltivazione dell'uva e di produzione. Durante ogni fase di questi processi, i dati sulle attività chiave (ad es. giorni e tipologia di trattamenti con insetticidi, calendario della raccolta dell'uva, ecc.) vengono raccolti e memorizzati in BC. La soluzione implementata non comprende però la descrizione della fase di distribuzione del vino. Il *data-entry* è meramente manuale: il personale amministrativo inserisce le informazioni in BC utilizzando un'apposita interfaccia grafica di *front-end* installata sui dispositivi già in uso (es. *tablet*, personal computer). Non è stato richiesto alcun investimento in nuovo hardware o modifiche dei processi operativi. Per consentire ai clienti di accedere in maniera semplice ai dati relativi ad un vino e verificarne l'origine e l'autenticità, l'azienda ha scelto di applicare un codice QR sull'etichetta di ciascuna bottiglia. Scansionando il *tag* con una fotocamera dello *smartphone*, i clienti vengono indirizzati ad una pagina Web in cui le informazioni relative al prodotto sono presentate. I consumatori possono pertanto conoscere a quale specifico lotto di produzione appartiene ciascuna bottiglia e venire a conoscenza dell'intera storia del vino, ottenendo dettagli aggiuntivi sui processi (es. il luogo di coltivazione dell'uva, la natura dei trattamenti effettuati), sul percorso intrapreso lungo tutta la filiera dall'uva/vino, nonché ulteriori informazioni sull'azienda. Le informazioni accessibili sono dettagliate a livello di lotto produttivo. Pertanto, tutte le bottiglie appartenenti ad un determinato lotto avranno applicato il medesimo codice QR. Soltanto una piccola porzione dei dati presentati sul sito web è anche provvista del link che reindirizza alla relativa transazione BC dove i dati sono stati originariamente salvati in maniera immutabile. Poiché la maggior parte delle informazioni consultabili è semplicemente archiviata nei server centralizzati che si trovano alla base del sito Web a cui il consumatore ha accesso, non è possibile verificare se nel tempo si è verificata un qualche sorta di manipolazione. Le informazioni vengono inserite manualmente in BC e, in generale, non è mai possibile garantire ai consumatori la loro veridicità non essendoci alcun tipo di controllo sulla qualità degli stessi. Oltre a questo punto debole, è presente un evidente *gap* temporale tra il valore di *timestamp* delle transazioni BC (il momento in cui queste sono state effettuate) e il momento in cui si sono verificati gli eventi in questione. In molti casi, tra i due eventi, è possibile riscontrare un ritardo di oltre un mese. In questo lasso di tempo i dati potrebbero essere stati manipolati essendo stati temporaneamente registrati su supporti che ne consentono la modifica (es. documenti cartacei, file excel, ecc.).

3.4.2. Caso B

I vini prodotti dell'azienda B sono offerti ad una clientela disposta a pagare un prezzo premium. Fondata verso la fine degli anni '90, l'azienda è situata nel sud Italia e produce circa 300.000 bottiglie all'anno, destinate principalmente ai mercati esteri. Il progetto pilota in questione è stato avviato per sensibilizzare i consumatori circa gli standard di alta qualità seguiti dall'azienda nei processi produttivi e per combattere il problema della contraffazione. Inoltre, secondo il CEO, l'essere trasparenti potrebbe migliorare la reputazione del marchio. Le uve vengono coltivate e raccolte da tre fornitori situati in diverse regioni. La BC di *Ethereum*, utilizzata dalle aziende di questa supply chain, memorizza le informazioni relative ai processi, le quali sono in realtà sincronizzate con i dati precedentemente raccolti e salvati sul sistema informativo agricolo nazionale italiano per motivi normativi. Tale sincronizzazione dei dati è quasi immediata. Questi dati sono certificati da controlli preliminari condotti da enti terzi di certificazione, i quali sono prescritti dalla normativa italiana. Ogni bottiglia di vino viene equipaggiata con un *tag* NFC, applicato sotto l'etichetta frontale, che gli acquirenti possono scansionare utilizzando un dispositivo mobile. La replicabilità del *tag* NFC viene mitigata grazie alle caratteristiche tecniche del dispositivo, come il codice UID univoco che è memorizzato in maniera permanente al suo interno, in combinazione con l'utilizzo della crittografia dei dati. L'applicazione di questo *tag* alle bottiglie ha richiesto al produttore di vino di modificare il processo di etichettatura. L'uso di un'applicazione dedicata per dispositivi mobili è necessario per leggere i dati crittografati salvati all'interno del *tag*. Questa è progettata per funzionare sia su dispositivi iOS che Android e fornisce al consumatore diversi tipi di informazioni (es. descrizioni testuali, foto, video) sul prodotto, sull'azienda e sui processi di vinificazione. La maggior parte delle informazioni presentate al consumatore, che sono specifiche per ogni singolo lotto di produzione, sono state anche salvate su BC. Un confronto con i dati salvati sulle transazioni BC permette di verificare se sono state effettuate modifiche di qualunque tipo sulle informazioni. L'accesso a determinati contenuti (es. video, foto) rimanda a siti web esterni non connessi in alcun modo a BC.

3.4.3. Caso C

L'azienda C è una cantina storica, situata nel nord Italia in prestigiose zone vinicole. Produce circa 200.000 bottiglie di diverse tipologie, che vende per lo più ad un prezzo premium. Per avere un controllo diretto sia sulla qualità della materia prima che sui processi produttivi,

l'azienda in passato ha integrato verticalmente le fasi di coltivazione e vinificazione. Oggi più della metà delle sue vendite totali deriva dall'export. La soluzione BC implementata si basa sulla *VeChain Thor*, una piattaforma BC leader a livello globale utilizzata in diversi settori industriali tra cui il settore del *luxury* e quello agroalimentare. Attraverso il progetto pilota in questione, l'azienda mira ad aumentare la conoscenza del proprio marchio, comunicare la qualità dei suoi prodotti e processi interni e prevenire la riproduzione illegale dei suoi vini pregiati. Per fare ciò, si propone di mettere a disposizione dei clienti l'intera storia che sta dietro ad ogni bottiglia a garanzia della sua qualità ed autenticità. I dati registrati in BC riguardano le fasi dalle attività agronomiche all'imbottigliamento di ogni lotto di produzione. Tramite l'applicazione dedicata, i consumatori scansionano il *tag* NFC per avere accesso a informazioni dettagliate sui prodotti e sui processi produttivi, dall'uva fino alla bottiglia. Oltre all'UID codificato in ogni *tag* NFC, la crittografia dei dati salvati al suo interno viene utilizzata per migliorare la sicurezza dei *tag*. La necessità di applicare i *tag* NFC alle bottiglie ha richiesto all'azienda di riprogettare il processo di etichettatura. I dati registrati in BC provengono da ispezioni in loco effettuate dallo stesso ente terzo di certificazione incaricato dall'autorità centrale di controllo nazionale che opera per garantire la conformità alla normativa vigente in Italia. Poiché il coinvolgimento di enti terzi richiede costi aggiuntivi per l'azienda, le ispezioni vengono generalmente condotte con scarsa frequenza. Le informazioni sono prima archiviate nei server dell'ente di certificazione e poi sincronizzate con BC, al fine di garantire la visibilità ai consumatori finali. Il processo dalla raccolta dei dati alla loro sincronizzazione in BC di solito richiede meno di un giorno. Vengono descritte in dettaglio tutte le attività legate alla coltivazione, raccolta, vinificazione, affinamento e imbottigliamento. La maggior parte dei dati accessibili ai consumatori è associata con un link alle rispettive transazioni BC dove i dati sono stati salvati in origine. Ciò consente di verificare la loro integrità.

3.4.4. Caso D

L'azienda D è un produttore di vino integrato verticalmente a monte. Situata nel nord Italia, produce 150.000 bottiglie all'anno, principalmente per la grande distribuzione italiana. Al fine di essere competitiva con gli altri marchi del suo settore, l'azienda ha deciso di posizionare le sue bottiglie nella fascia di prezzo medio sebbene i suoi vini potrebbero essere considerati come prodotti di nicchia. Infatti, le uve sono coltivate in un'area collinare caratterizzata da un microclima unico, sono soggette ad una rigorosa selezione e sono

trasformate in vino utilizzando solo metodi rigorosi che derivano dalla tradizione del passato. L'azienda ha deciso di utilizzare una soluzione basata sulla piattaforma BC pubblica di *Ethereum* al fine di offrire al consumatore finale una visibilità completa dei processi produttivi per tre diversi vini a catalogo. Essendo un'azienda di recente formazione, il cui *brand* è ancora poco conosciuto, essa non soffre di problemi di contraffazione esterna. Per tale ragione, il progetto BC è stato sviluppato con lo scopo di migliorare la *customer experience* e fornire ai clienti interessati garanzie di aderenza da parte dell'azienda a determinate specifiche/standard di coltivazione e produzione. Per ogni lotto produttivo, durante le diverse fasi dalla raccolta dell'uva all'imbottigliamento, una grande quantità di dati viene inserita manualmente dal personale amministrativo all'interno della piattaforma fornita dal *provider* tecnologico tramite un'interfaccia di *front-end* dedicata. Per l'utilizzo della soluzione non è stato richiesto l'acquisto di alcun hardware aggiuntivo. Ogni informazione che viene inserita deve essere collegata manualmente alle informazioni precedentemente caricate sulla piattaforma: ad esempio, i dati relativi alla produzione di vino devono essere correlati ai dati sulla quantità di uva raccolta. Questo può essere fatto in maniera agevole e rende il rilevamento di eventuali discrepanze automatico e chiaramente visibile (ad es. una resa uva/vino non plausibile). Inoltre, il sistema effettua alcuni controlli automatici per evitare errori in fase di immissione dei dati. L'azienda sta valutando lo sviluppo di un'intelligenza artificiale più sofisticata per rendere più precisa e dettagliata la rilevazione automatica di eventuali disallineamenti tra i dati. Ogni nuovo dato, prima di essere immutabilmente salvato in BC, viene memorizzato nel server centrale del *provider* tecnologico. Successivamente, un messaggio di notifica viene inviato all'azienda chiedendo conferma circa la correttezza dei dati inviati. Solo quando il contenuto dei dati viene confermato, questi sono memorizzati in BC. Se l'azienda rileva invece alcune imprecisioni, la transazione non viene eseguita prima e le informazioni vengono riviste per essere corrette. Il periodo di tempo tra la raccolta dei dati e il momento in cui questi vengono inseriti in BC varia solitamente da pochi giorni ad una settimana. Ogni bottiglia è etichettata con un codice QR collegato alle informazioni del relativo lotto. Scansionando il codice con la fotocamera del proprio dispositivo mobile, i clienti hanno accesso a una pagina web in cui vengono presentate tali informazioni. Nella maggior parte dei casi, le informazioni sono correlate con un link delle transazioni BC, aspetto che garantisce ai clienti che i dati non siano stati manipolati. La piattaforma sviluppata è già configurata per ricevere dati da sensoristica IoT. Attualmente, l'immissione è completamente manuale.

3.4.5. Caso E

Situata nel nord Italia, l'azienda E produce circa 200.000 bottiglie all'anno e le vende localmente a prezzi convenienti. Il vino viene prodotto a partire dalle uve che sono coltivate nei suoi antichi vigneti di proprietà. Il progetto pilota basato su *Ethereum BC* è attualmente applicato a due diversi vini. L'obiettivo principale è aumentare la reputazione del marchio aziendale e la conoscenza dei prodotti da parte dei clienti, piuttosto che impedire la riproduzione illegale dei suoi prodotti. Utilizzando una piattaforma web, l'azienda E carica manualmente le informazioni relative ad un vino specifico, come ad esempio le copie digitali della certificazione di origine geografica o documenti che dimostrano la conformità alle specifiche di produzione. Per ogni lotto di produzione, la piattaforma genera un codice QR specifico. Ogni bottiglia appartenente al lotto viene quindi etichettata. Scansionando tale codice, i clienti possono accedere a una pagina web contenente tutte le informazioni fornite dall'azienda. In generale, non vi è certezza sulla veridicità delle informazioni che vengono presentate e dei documenti caricati dall'azienda in quanto non soggetti ad alcun tipo di controllo. Inoltre, solo una piccola parte delle informazioni accessibili (es. caratteristiche del vino, premi ricevuti dall'azienda, contesto geografico, ecc.) è connessa ad una transazione BC. Essendo le altre informazioni presenti solo su server centralizzati, ne consegue che potrebbero essere manipolate in qualsiasi momento. Per quanto riguarda le informazioni che sono state anche salvate in BC, vi è un significativo intervallo di tempo tra la data e l'ora delle transazioni e il momento in cui si sono verificati gli eventi descritti, che generalmente varia da alcune settimane a diversi mesi.

3.5. Analisi dei casi e risultati

In questo paragrafo vengono analizzati i casi studio appena descritti. L'analisi prevede una parte iniziale in cui vengono delineate le variabili dello studio (*data reduction* e operazionalizzazione), seguita da un'analisi di casi singoli (*within-case analysis*) e una successiva comparazione incrociata degli stessi (*cross-case analysis*).

3.5.1. Data reduction e operazionalizzazione

L'analisi incrociata dei casi ci ha permesso di identificare due macro categorie di variabili che differenziano i casi esaminati all'interno dello studio: quelle relative alle soluzioni BC e quelle ai fattori contestuali. Queste ultime, come emergerà in seguito, hanno guidato le scelte dei *provider* tecnologici e dei membri della filiera rispetto al tipo di soluzione BC da

adottare. Per quanto riguarda le soluzioni BC, abbiamo identificato un primo insieme di aspetti più di carattere tecnologico (codici QR, tag NFC, intelligenza artificiale (IA), siti web e applicazioni mobili) e un secondo di aspetti più relativi al processo (es. responsabilità per la raccolta e l'inserimento dei dati, tipologia dei dati memorizzati in BC e presentati ai clienti finali, frequenza di immissione dei dati in BC, ecc.). Abbiamo formalizzato in totale cinque diverse variabili che caratterizzano le soluzioni BC come descritto nella Tabella 7, fornendo assieme una descrizione delle stesse e una illustrazione dei diversi rating possibili.

Tabella 7 - Soluzione BC: data reduction e operazionalizzazione

| VARIABILI DELLA SOLUZIONE BC | | | |
|--|--|--|--|
| VARIABILE | DEFINIZIONE | RATING | RILEVANZA |
| Smart label | Etichette intelligenti utilizzate per collegare oggetti reali (ad esempio bottiglie di vino) con le relative informazioni digitali salvate in BC | Codice QR: codice bidimensionale, facilmente riconoscibile, composto da una serie di quadrati bianchi e neri, che memorizza un collegamento a un sito web (URL). Può essere letto da dispositivi mobili, come <i>smartphone</i> e <i>tablet</i> , utilizzando le loro fotocamere digitali integrate. | Queste scelte influenzano la sicurezza, la semplicità d'uso e la durabilità nel tempo del collegamento tra la bottiglia di vino e le relative informazioni digitali salvate in BC. |
| | | Tag NFC: adesivo con incorporato un microchip che memorizza un link ai dati salvati sul web. Può essere letto da dispositivi mobili abilitati alla lettura NFC tramite l'utilizzo di un'applicazione dedicata. È passivo, non richiede cioè la presenza di una batteria per funzionare. Oltre al codice univoco UID integrato, utilizza meccanismi di sicurezza specifici, come la crittografia dei dati, al fine di impedire la replicabilità. | |
| Canali di comunicazione con i clienti | Tipi di canali adottati per consentire ai clienti di accedere alle informazioni desiderate | Pagina web: pagina Web statica, scritta in linguaggio HTML, a cui è possibile accedere utilizzando un qualsiasi browser Web. | |
| | | Applicazione mobile: programma software progettato per essere eseguito su un dispositivo mobile come uno <i>smartphone</i> o un <i>tablet</i> . | |
| Misure di controllo della | Azioni e/o attività che vengono intraprese per | Nessun controllo: inserimento manuale dei dati senza alcun controllo effettuato per verificare se la realtà è stata alterata. | Questa scelta influenza l'affidabilità |

| | | | |
|--|--|--|--|
| veridicità dei dati | prevenire, ridurre o eliminare la possibilità che i dati salvati in BC non riflettano in modo accurato la realtà | Intelligenza artificiale: inserimento manuale dei dati che viene controllato tramite AI per identificare eventuali incongruenze (es. tra quantità di uva raccolta e volume di vino prodotto; tra la geolocalizzazione delle vendemmiatrici meccaniche e la data di vendemmia; tra le condizioni meteorologiche e la data di vendemmia). | delle informazioni salvate in BC, quindi la sua aderenza alla realtà. |
| | | Organismi di certificazione di terze parti: raccolta dei dati in loco e inserimento in BC da parte di autorità terze di certificazione. | |
| Proporzione di dati accessibili il cui hash è salvato in BC | Proporzione dei dati accessibili dai consumatori (tramite una pagina web o un'applicazione mobile) che è collegata alle transazioni BC in cui i relativi hash sono stati originariamente salvati in maniera immutabile | Bassa: una piccola parte delle informazioni fornite ai consumatori è associata alle rispettive transazioni che sono salvate in modo permanente in BC. I dati archiviati in server centralizzati anziché in BC possono essere soggetti a manipolazioni. | Questa scelta influenza la garanzia che le informazioni fornite ai clienti non siano state modificate nel tempo e non verranno modificate in futuro. |
| | | Alta: la maggior parte delle informazioni fornite ai consumatori è collegata alle rispettive transazioni salvate in modo permanente in BC. | |
| Frequenza di immissione dei dati in BC | Frequenza con cui le informazioni raccolte sui processi/prodotti aziendali vengono inserite in BC | Bassa: l'intervallo di tempo tra il momento in cui si verifica un evento e il momento in cui le relative informazioni vengono scritte in BC varia da alcune settimane a diversi mesi. | Questa scelta influenza la possibilità che i dati vengano manipolati prima di essere salvati in BC. |
| | | Media: l'intervallo di tempo tra il momento in cui si verifica un evento e il momento in cui le relative informazioni vengono scritte in BC varia da alcuni giorni a una settimana. | |
| | | Alta: l'intervallo di tempo tra il momento in cui si verifica un evento e il momento in cui le relative informazioni vengono scritte in BC è inferiore a 24 ore. | |

Per quanto riguarda le variabili contestuali, abbiamo innanzitutto riconosciuto la fascia di prezzo dei prodotti e il volume delle bottiglie esportate come due importanti aspetti che influenzano la progettazione delle soluzioni BC. Quindi, abbiamo identificato due ulteriori variabili relative al *commitment* aziendale nell'affrontare le pratiche fraudolente, descritte nel paragrafo 3.2.2, che abbiamo suddiviso nelle due categorie descritte in precedenza, ovvero la contraffazione interna e la contraffazione interna.

Le quattro variabili contestuali insieme ai diversi possibili rating sono descritte in Tabella 8.

Tabella 8 - Variabili contestuali: data reduction e operazionalizzazione

| VARIABILI CONTESTUALI | | |
|---|---|---|
| VARIABLE | DEFINIZIONE | RATING |
| Fascia di prezzo del prodotto | Fascia di prezzo del vino coinvolto nel progetto BC, secondo la classificazione di Wine Folly (2016), un sito web popolare che è finalizzato all'educazione al vino | Prezzo budget: minore di 4 euro |
| | | Prezzo basso: da 4 a 10 euro |
| | | Prezzo medio: da 10 a 15 euro |
| | | Prezzo alto: da 15 a 20 euro |
| | | Prezzo premium: maggiore di 20 euro |
| Volume di export | Percentuale di vino esportato sulla quantità totale di vino prodotto (misurata per il vino coinvolto nel progetto BC) | Basso: minore del 20% |
| | | Alto: maggiore del 50% |
| Commitment aziendale per la prevenzione della contraffazione interna | Grado di impegno/coinvolgimento del top management nel garantire la trasparenza dei processi ai consumatori finali | Basso: il top management ritiene che la condivisione delle informazioni sui processi aziendali sia importante per migliorare l'esperienza dei clienti e la qualità percepita da questi ultimi, ma non crede che l'aderenza o meno alle specifiche di produzione del vino rappresenti un problema di cui i loro clienti si preoccupano. |
| | | Medio: il top management ritiene che la condivisione delle informazioni relative ai processi aziendali sia importante per migliorare l'esperienza dei clienti e la qualità percepita da questi ultimi e che l'aderenza alle specifiche di produzione del vino sia un aspetto che i loro clienti considerano quando acquistano vino. |

| | | |
|---|---|---|
| | | Alto: il top management ritiene che la condivisione delle informazioni sui processi aziendali rappresenti la leva competitiva più importante in quanto consente di comunicare in maniera trasparente la qualità dei prodotti e dei processi, migliorando di conseguenza l'esperienza dei clienti che sono garantiti circa il rispetto delle specifiche di produzione del vino. |
| Commitment aziendale per la prevenzione della contraffazione esterna | Grado di impegno/coinvolgimento del top management nella prevenzione dei fenomeni di ri-etichettatura, etichette false e riempimento di bottiglie originali con vino scadente | Nullo: il top management non considera rilevante la prevenzione delle pratiche sleali di ri-etichettatura, etichette false e riempimento e non la include all'interno della propria strategia competitiva. |
| | | Alto: Il top management riconosce l'importanza, all'interno della propria strategia competitiva, della prevenzione dei fenomeni di ri-etichettatura, delle etichette false e del riempimento e la considera una priorità strategica. |

Nota: i rating sono stati ricavati a partire da un confronto incrociato dei casi (ad esclusione della variabile "fascia di prezzo del prodotto") e distinguono in maniera chiara le aziende esaminate.

Il *commitment* aziendale a prevenire la contraffazione interna/esterna è stato accertato qualitativamente durante le interviste chiedendo alle aziende quali fossero i motivi che hanno portato all'adozione della soluzione BC, le tipologie di pratiche fraudolente che l'azienda intendeva affrontare e quanto per l'azienda il problema della contraffazione rappresentasse una priorità (Tabella 10).

3.5.2. Analisi dei dati relativi a ciascun caso (*Within-case analysis*)

Seguendo le linee guida fornite da Miles e Huberman (1994), gli appunti presi durante le interviste e le trascrizioni delle relative registrazioni, assieme ai diversi dati secondari, sono stati organizzati e codificati. Successivamente, ogni caso è stato analizzato separatamente e quindi caratterizzato attraverso i due insiemi di variabili precedentemente definiti, ovvero le variabili della soluzione BC e le variabili contestuali (Tabelle 9 e 10).

Tabella 9 - Case profiling sulle variabili delle soluzioni BC

| CASO | MISURE DI CONTROLLO DELLA VERIDICITÀ DEI DATI | FREQUENZA DI IMMISSIONE DEI DATI IN BC | SMART LABEL | CANALI DI COMUNICAZIONE CON I CLIENTI | PROPORZIONE DI DATI ACCESSIBILI IL CUI HASH È SALVATO IN BC |
|------|---|--|-------------|---------------------------------------|---|
| A | Nessun controllo | Bassa | Codice QR | Pagina web | Bassa |
| B | Organismi di certificazione di terze parti | Alta | Tag NFC | Applicazione mobile | Alta |
| C | Organismi di certificazione di terze parti | Alta | Tag NFC | Applicazione mobile | Alta |
| D | Intelligenza artificiale | Media | Codice QR | Pagina web | Alta |
| E | Nessun controllo | Bassa | Codice QR | Pagina web | Bassa |

Tabella 10 - Case profiling sulle variabili contestuali

| CASO | ESTRATTI DELL'INTERVISTA (Figure intervistate: CEO dei produttori di vino) | FASCIA DI PREZZO DEL PRODOTTO | VOLUME DI EXPORT | COMMITMENT AZIENDALE PER LA PREVENZIONE DELLA CONTRAFF. INTERNA | COMMITMENT AZIENDALE PER LA PREVENZIONE DELLA CONTRAFF. ESTERNA |
|------|--|-------------------------------|------------------|---|---|
| A | “Miriamo a fornire ai nostri clienti informazioni aggiuntive sul vino che acquistano, al fine di migliorare la loro esperienza e soddisfazione. Desideriamo far conoscere la storia del prodotto assieme ad alcune informazioni sulla nostra azienda, sui processi di coltivazione e produzione. A nostro avviso, questa trasparenza può aumentare la loro qualità percepita. I nostri clienti sanno già chi siamo e come lavoriamo e, considerando che i nostri vini hanno un prezzo basso, non si aspettano e non richiedono ulteriori garanzie sui dati che forniamo [...] I nostri vini sono venduti solamente in Italia e fortunatamente non abbiamo mai avuto problemi di contraffazione probabilmente anche per il fatto che nel nostro catalogo non ci sono vini costosi”. | Prezzo basso | Basso | Basso | Nullo |
| B | “Poiché crediamo nell'elevata qualità dei nostri vini, vogliamo assicurare ai consumatori che i nostri processi produttivi soddisfino standard di alta qualità. Siamo consapevoli | Prezzo alto | Alto | Alto | Alto |

| | | | | | |
|----------|--|----------------|-------|-------|-------|
| | <p>delle conseguenze che eventuali false dichiarazioni da parte nostra potrebbero avere sulla fiducia dei clienti, come dimostrano i numerosi scandali del nostro settore.</p> <p>Intendiamo per questo motivo essere completamente trasparenti, certi che questa trasparenza possa contribuire a rafforzare la reputazione del nostro <i>brand</i>, sia in Italia che all'estero. [. . .] Considerando le grandi quantità di prodotti che oggi esportiamo, è nostro obiettivo proteggere le nostre bottiglie da false imitazioni. Come è ormai noto, nel nostro settore la falsificazione di vini di alta qualità è una pratica comune e riguarda principalmente i mercati esteri. Per questo motivo, tutti i consumatori dovrebbero poter verificare l'autenticità del vino che acquistano".</p> | | | | |
| C | <p>"La nostra azienda ha necessità di prevenire fenomeni di riproduzione illegale dei nostri vini pregiati considerando l'elevato volume di esportazione. [...] Dato il prezzo elevato dei nostri vini, comprendiamo anche il desiderio del cliente di conoscere l'intera storia che sta dietro ad ogni bottiglia. Per questo ci proponiamo di sensibilizzare il consumatore sulle rigide procedure che seguiamo per produrre vini di così alta qualità. [. . .] Il mio desiderio è quello di creare un nuovo tipo di connessione tra noi e i nostri clienti per aumentare la loro fidelizzazione. Sono certo che i consumatori riconosceranno il valore dei <i>brand</i> che decidono di offrire questo nuovo tipo di trasparenza. Credo che questo potrebbe rafforzare in modo significativo la conoscenza e la reputazione del nostro <i>brand</i> ma a patto di poter garantire la qualità delle informazioni fornite, anche considerando che essere completamente trasparenti richiede anche sacrifici dato che significa che i nostri concorrenti possono controllare i nostri dati in qualsiasi momento."</p> | Prezzo premium | Alto | Alto | Alto |
| D | <p>"Poiché vendiamo vini di nicchia, siamo consapevoli che una maggiore trasparenza potrebbe essere utile poiché sono certo che alcuni dei nostri clienti desiderano conoscere come conduciamo le nostre attività di coltivazione e vinificazione. Vorremmo assicurare una certa visibilità sui processi interni fornendo informazioni precise e</p> | Prezzo medio | Basso | Medio | Nulla |

| | | | | | |
|----------|---|---------------|-------|-------|-------|
| | accurate. Inoltre, un nostro obiettivo è quello di migliorare l'esperienza dei clienti, condividendo informazioni sulla storia dell'azienda, foto e video dei nostri vigneti e vini [. . .]. A causa dei prezzi ragionevoli dei nostri vini, non siamo preoccupati per eventuali fenomeni di repliche fraudolente." | | | | |
| E | "So che oggi giorno i consumatori sono sempre più interessati a conoscere la storia che c'è dietro al prodotto che acquistano. Siamo interessati ad aumentare la loro conoscenza del prodotto che offriamo fornendo loro ulteriori informazioni su quest'ultimo e sull'azienda. Per i nostri clienti, il fatto che condividiamo le informazioni tramite BC rappresenta una garanzia aggiuntiva di autenticità del prodotto [. . .] Fortunatamente, dato il prezzo contenuto dei nostri prodotti, non siamo preoccupati che si possano verificare fenomeni di contraffazione". | Prezzo budget | Basso | Basso | Nullo |

Come ci si poteva aspettare, la Tabella 10 suggerisce che alcune variabili contestuali sono caratterizzate da *pattern* simili. I casi caratterizzati dalla vendita di prodotti appartenenti ad una fascia di prezzo più alta sono anche quelli che presentano un *commitment* alto nel prevenire la contraffazione sia esterna che interna. Una possibile spiegazione è che i vini più costosi sono più spesso oggetto di contraffazione e, di conseguenza, i consumatori che acquistano vini costosi richiedono maggiori garanzie di autenticità. Inoltre, prove empiriche suggeriscono che le aziende con volumi di esportazione più elevati sono maggiormente preoccupate a prevenire la contraffazione esterna. Anche in questo caso ciò non sorprende, considerando che la contraffazione dei prodotti *Made in Italy* si verifica principalmente al di fuori del territorio italiano. Alla luce di questi *pattern*, nel resto dello studio e nella discussione ci concentreremo solo sulle variabili contestuali relative alla contraffazione.

3.5.3. Confronto incrociato dei casi (*Cross-case analysis*)

A valle della *within-case analysis*, i cinque casi sono stati esaminati in maniera aggregata per determinare se esistono relazioni tra le variabili contestuali e il *design* delle soluzioni BC. In generale, abbiamo osservato che il design delle soluzioni ha richiesto decisioni di carattere tecnologico per determinare le tecnologie e i dispositivi che complementano la tecnologia BC (es. scelta tra il codice QR e il *tag* NFC, adozione dell'IA, scelta tra il sito

Web e l'applicazione mobile come canale tramite cui i clienti possono accedere alle informazioni) e decisioni relative ai processi che riguardano la fase di inserimento dei dati all'interno della BC (es. coinvolgimento di enti di certificazione di terze parti, selezione dei dati da archiviare su BC, scelta della frequenza con cui i dati vengono caricati).

Per quanto riguarda la scrittura dei dati in BC, in tutti i casi, l'inserimento dei dati viene fatto manualmente ma è emerso che le aziende adottano diverse misure per controllare la veridicità degli stessi: mentre i casi A ed E non adottano nessuna misura di controllo, il caso D utilizza IA, e i casi B e C ricorrono al coinvolgimento di enti di certificazione di terze parti. Mentre tali misure a supporto della scrittura dei dati in BC sono ben note in letteratura (Tabella 4), un'importante distinzione emersa dai casi, che invece ha ricevuto una scarsa attenzione negli studi esistenti, riguarda la frequenza di immissione dei dati in BC. Questa variava notevolmente nei nostri casi: da alcune settimane/mesi (bassa frequenza) nei casi A ed E, ad alcuni giorni/una settimana (media frequenza) nel caso D fino a arrivare a meno di 24 ore (alta frequenza) nei casi B e C. Abbiamo deciso di considerare questa come una variabile caratterizzante di un sistema BC finalizzato all'anticontraffazione dato che vi è un rischio maggiore di manipolazione quando, dopo la raccolta, i dati rimangono per un lungo periodo in supporti che consentono modifiche prima di essere salvati in BC (es. documenti cartacei, excel, ecc.).

Per quanto riguarda invece la fase di lettura dei dati in BC, i casi differiscono per gli *smart label* e i canali di comunicazione con i clienti che vengono utilizzati, confermando quanto menzionato in letteratura. In tutti i sistemi esaminati, le informazioni relative al prodotto mostrate ai clienti tramite pagine web o applicazioni mobili non sono prese direttamente dai dati salvati in BC. Tutti i dati sono archiviati in server centralizzati esterni, ma i clienti possono verificare che le informazioni fornite non sono state modificate attraverso gli *hash* salvati all'interno delle relative transazioni BC. Come spiegato in letteratura, questa è una pratica comune, specialmente quando si devono caricare file di grandi dimensioni. Tuttavia, è emersa una differenza significativa tra i casi A ed E e i casi B, C e D, per quanto riguarda la proporzione di dati accessibili il cui *hash* è stato salvato in BC, con importanti implicazioni sulla capacità del sistema BC di ridurre manipolazioni delle informazioni presentate.

Come verrà descritto nel prossimo paragrafo, l'impegno delle aziende nell'affrontare il problema della contraffazione, sia interna che esterna, sembra influenzare il mix di queste decisioni.

3.5.4. Formulazione delle proposizioni

La Figura 29 illustra la relazione tra il *commitment* aziendale nel prevenire la contraffazione interna/esterna e le variabili dei sistemi BC, con l'obiettivo di rendere evidente l'esistenza di un legame. In particolare, emergono diversi *cluster* di casi che presentano *pattern* simili. I casi A ed E, che hanno un basso *commitment* alla contraffazione sia interna che esterna, hanno preso decisioni simili in termini di design dei sistemi BC, vale a dire nessuna misura di controllo della veridicità dei dati, una bassa frequenza di immissione dei dati in BC, l'utilizzo di codici QR e di una pagina web come canale di comunicazione con il cliente, così come una bassa percentuale di dati accessibili il cui *hash* viene salvato in BC. I casi B e C si trovano invece sul lato opposto in tutte le matrici della Figura 29. Entrambi hanno un alto impegno per quanto riguarda la contraffazione interna ed esterna e adottano sistemi BC simili, con organismi di certificazione di terze parti come misura di controllo della veridicità dei dati, un'elevata frequenza di ingresso, *tag* NFC e applicazioni mobili come canale di comunicazione con il cliente, nonché un'elevata percentuale di dati accessibili il cui *hash* viene salvato in BC.

Infine, il caso D è simile ai casi A ed E in termini di utilizzo del codice QR e della pagina web come canale di comunicazione con il cliente, mentre differisce per l'uso dell'IA, una frequenza di immissione dati media e un'alta percentuale di dati accessibili il cui *hash* è salvato su BC; solo quest'ultima caratteristica è comune ai casi B e C. Poiché il caso D ha in comune con i casi A ed E l'assenza di *commitment* alla contraffazione esterna, mentre differisce da tutti i casi avendo un livello medio di *commitment* a prevenire la contraffazione interna, appare evidente l'importanza di distinguere tra contraffazione interna ed esterna vedendo le precise relazioni con le opzioni del sistema BC, attraverso un'analisi di tipo inferenziale.

La seguente proposizione riassume i risultati emersi dall'analisi cross-case ad un livello più aggregato:

P1. Differenti livelli di commitment aziendale a prevenire la contraffazione interna ed esterna determinano differenti configurazioni del sistema BC in termini di: 1) misure di controllo della veridicità dei dati, 2) frequenza di immissione dei dati in BC, 3) smart label, 4) canali di comunicazione con i clienti, e 5) proporzione di dati accessibili il cui hash è salvato in BC.

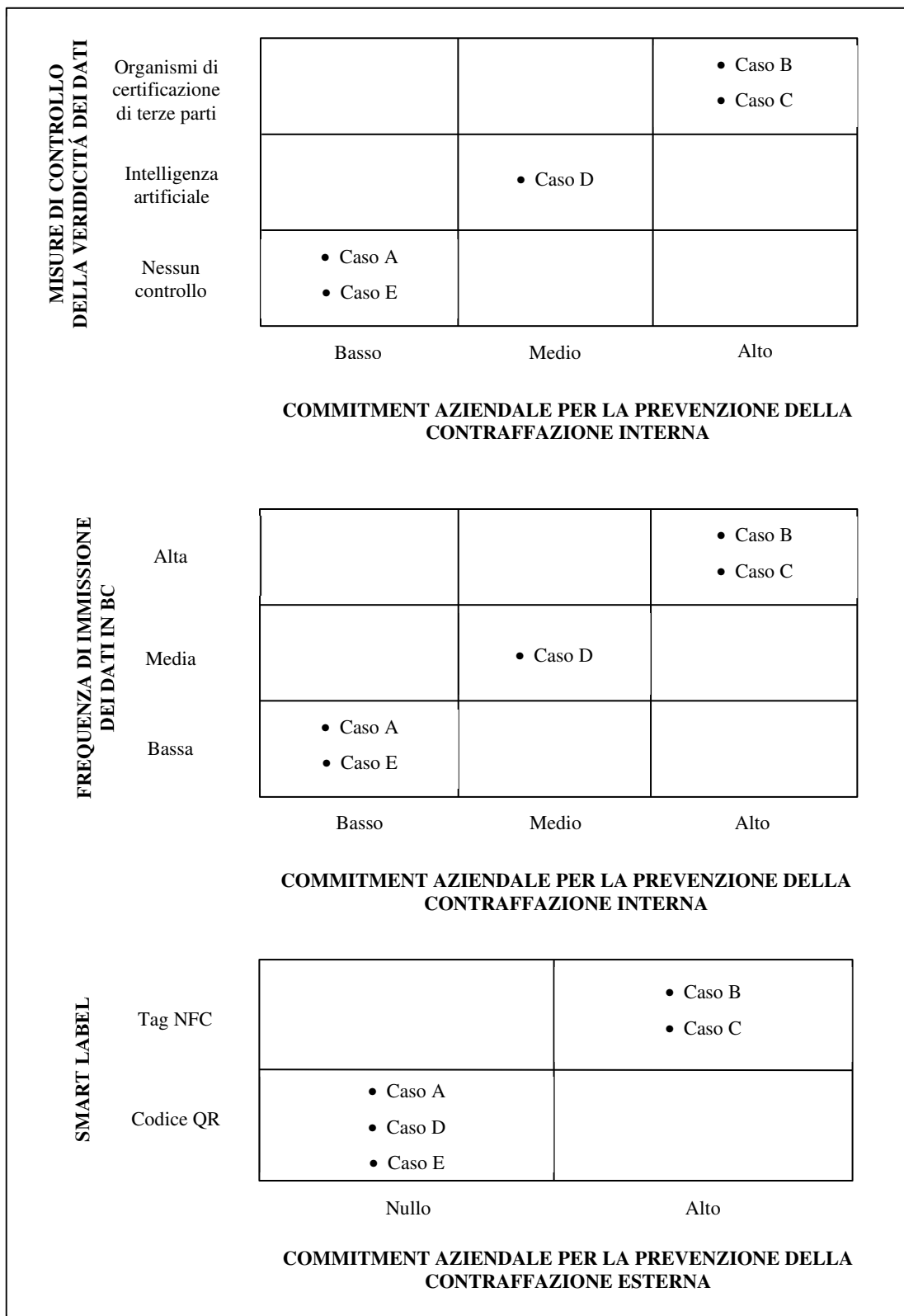


Figura 29- Analisi cross-case

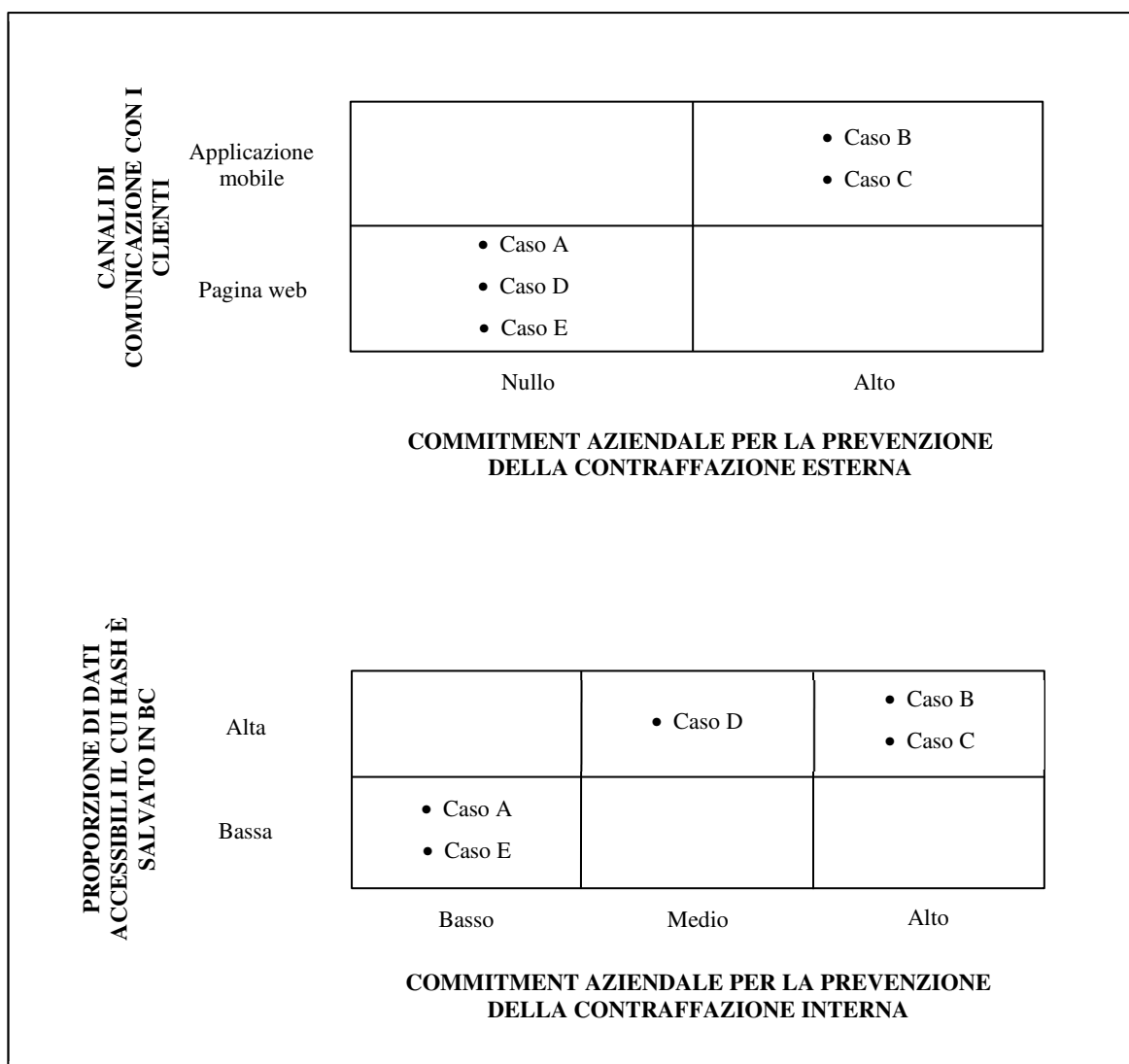


Figura 30- Analisi cross-case (continuazione)

Sulla base di un'analisi incrociata dei casi investigati, a partire da questa proposizione generale è stata ricavata una serie di corollari volti a descrivere la relazione tra il mix di decisioni relative alle variabili delle soluzioni BC (si veda Tabella 9) e il *commitment* aziendale nel prevenire la contraffazione relativo alle variabili contestuali legate alla contraffazione (si veda Tabella 10). Nel dettaglio, abbiamo formulato quattro diversi corollari relativi alle cinque diverse variabili delle soluzioni BC, raggruppati come segue:

- Corollario 1: *Smart label* e canali di comunicazione con i clienti
- Corollario 2: Misure di controllo della veridicità dei dati
- Corollario 3: Proporzioni di dati accessibili il cui *hash* è salvato in BC
- Corollario 4: Frequenza di immissione dei dati in BC

Il primo corollario riguarda principalmente le decisioni di carattere tecnico, mentre gli altri tre riguardano le decisioni relative ai processi.

Corollario 1. Le soluzioni BC esaminate si basano su due diversi tipi di *smart label* —il codice QR e il *tag* NFC— che sono utilizzati per collegare ciascuna bottiglia con le relative informazioni salvate in BC. Entrambi i dispositivi memorizzano il link alle informazioni relative al prodotto e differiscono in termini di sicurezza, costo, facilità d'uso e durabilità. Le aziende A, D ed E hanno scelto di stampare il codice QR sull'etichetta di ciascuna bottiglia vino. Questa soluzione, oltre ad essere economica, è ampiamente riconosciuta dai clienti come un modo semplice per accedere ai contenuti web utilizzando i propri dispositivi mobili. Tuttavia, risulta essere anche facilmente clonabile (ad esempio scansando il codice, stampandolo e applicandolo ad una bottiglia falsa). Inoltre, i codici QR presentano il problema di deterioramento nel tempo. Al contrario, un *tag* NFC è caratterizzato mediamente da una durata garantita di almeno dieci anni. Tale scelta ha comportato costi maggiori per le aziende B e C poiché ha richiesto la riprogettazione del processo di etichettatura. Il *tag* NFC viene applicato sotto l'etichetta frontale della bottiglia e viene letto da un dispositivo mobile, abilitato alla lettura NFC, tramite l'utilizzo di un'applicazione dedicata. A differenza del codice QR, il *tag* NFC garantisce un più efficace contrasto della contraffazione esterna. Infatti, tutti i *tag* NFC utilizzati nei casi analizzati erano difficili da rimuovere fisicamente dalle bottiglie e forniscono ulteriori garanzie di non replicabilità, tra cui l'utilizzo di un identificatore univoco (UID), nonché della crittografia dei dati, i quali possono essere decodificati grazie all'utilizzo di un'applicazione mobile specifica. Queste misure rendono difficile a soggetti esterni di ricavare il link salvato all'interno del *tag* NFC che reindirizza i clienti alle informazioni relative al prodotto originale. La conoscenza di questa informazione permetterebbe infatti di creare *tag* replicati che re-indirizzano il cliente alle stesse informazioni.

Dall'analisi cross-case (Figura 29), è emersa una relazione tra il tipo di *smart label* e il canale di comunicazione con i clienti adottati, in quanto le aziende utilizzano codici QR in associazione a pagine web o *tag* NFC assieme ad applicazioni mobili. L'utilizzo della crittografia dei dati combinata con l'utilizzo di un'applicazione mobile da parte delle aziende che utilizzano *tag* NFC è una prova del loro forte interesse nell'affrontare il problema della replicabilità. In generale, i *tag* NFC potrebbero funzionare senza la presenza di queste funzionalità di sicurezza aggiuntive e contenere semplicemente un URL a una pagina web

visibile, ed estraibile tramite una semplice lettura dello stesso. Questo tipo di NFC, che non richiede la lettura di un'applicazione mobile, potrebbe essere utilizzato in associazione a una pagina web e avere le stesse funzionalità di un codice QR pur rimanendo più costoso da clonare a causa del costo di acquisto del *tag* e del processo di applicazione in fase di etichettatura.

L'analisi incrociata (Figura 29) mostra come le aziende con un forte impegno nella prevenzione della contraffazione esterna utilizzino *tag* NFC assieme ad applicazioni mobili. Dato il prezzo elevato dei loro vini e il notevole volume dell'export, queste aziende necessitano di maggiori garanzie di non replicabilità degli *smart label* adottati. È quindi preferibile per le aziende utilizzare in maniera combinata il *tag* NFC e le applicazioni mobili perché garantiscono una maggiore sicurezza contro la ri-etichettatura. Inoltre, il *tag* NFC garantisce una maggiore durata, che è una caratteristica desiderata per bottiglie costose, le quali vengono solitamente conservate per anni dai collezionisti di vino. La durabilità riduce anche il rischio che il *tag* possa essere danneggiato o perso durante le numerose attività logistiche a cui sono sottoposte le bottiglie che vengono esportate. Al contrario, le aziende caratterizzate da un minor impegno nella prevenzione della contraffazione esterna utilizzano codici QR assieme alle pagine web. Poiché i loro vini sono posizionati in fasce di prezzo più basse, queste aziende preferiscono semplificare l'interazione con il cliente e minimizzare i costi a discapito della non replicabilità e della durata, anche considerando che le bottiglie economiche hanno meno probabilità di essere clonate o conservate nel tempo.

Il primo corollario riassume tali risultati:

PIa. Gli smart label e i canali di comunicazione con il cliente dipendono dal commitment aziendale a prevenire il problema della contraffazione esterna. Quando questo è alto, le aziende si concentrano sui fattori di non replicabilità e durata del tag, considerando i costi e la facilità d'uso come meno importanti. Pertanto, vengono preferiti i tag NFC con crittografia dei dati e applicazioni mobili. Quando invece il commitment è basso, le aziende si concentrano su soluzioni economiche e di facile utilizzo, considerando la non replicabilità e la durabilità come fattori meno importanti. Pertanto, i codici QR e le pagine web vengono preferiti.

Corollario 2. Il ruolo di BC all'interno di tutte le soluzioni esaminate è limitato a quello di essere un *repository* sicuro per i dati relativi a ciascun prodotto. Ciò significa che sebbene la tecnologia possa garantire l'integrità dei dati nel tempo, fornendo informazioni sull'autore di ogni transazione e sul momento temporale in cui questa è avvenuta, non può verificare in maniera autonoma se le informazioni caricate riflettono in modo veritiero la realtà. Il *visual pattern* della Figura 29 mostra che il *commitment* aziendale a prevenire la contraffazione interna è legato all'utilizzo delle misure volte ad assicurare la veridicità dei dati. In particolare, le aziende con un *commitment* medio e alto nella prevenzione della contraffazione interna hanno adottato diversi tipi di misure aggiuntive volte a controllare la veridicità dei dati caricati. L'azienda D, caratterizzata da un *commitment* medio, ha adottato l'IA per rilevare incoerenze tra i dati dichiarati relativi alle diverse fasi di produzione, riducendo così il rischio in fase di immissione dati di errori, imprecisioni e false dichiarazioni. L'intelligenza artificiale viene utilizzata per rilevare in maniera automatica ed efficace incongruenze tra alcuni dati quantitativi dichiarati (es. tra ettari coltivati, tonnellate di uva vendemmiate e bottiglie prodotte). L'esistenza di incongruenze tra i dati significa che l'origine del vino o anche la qualità non sono garantite, mentre la loro assenza offre un certo livello di assicurazione. Tuttavia, l'intelligenza artificiale può essere inefficace per verificare come alcune attività sono state svolte (es. pulizia delle attrezzature, condizioni in cui le bottiglie vengono stoccate). Quando l'impegno a prevenire la contraffazione interna è elevato (aziende B e C), le aziende coinvolgono organismi terzi di certificazione per la raccolta e l'immissione dei dati. Sebbene gli intervistati concordino sul fatto che questa scelta comporti costi più elevati, essi la ritengono il miglior modo per mitigare il rischio di comportamenti fraudolenti in quanto consentono di controllare la veridicità di un ampio set di dati che vanno dalle quantità di vino prodotto, alla pulizia degli impianti produttivi, alla temperatura della cantina, ecc.

Le aziende A ed E, caratterizzate da un basso impegno nella prevenzione della contraffazione interna e quindi meno interessate a dimostrare il rispetto dei disciplinari di produzione del vino, non si affidano ad alcun tipo di controllo volto a verificare la veridicità delle informazioni inserite manualmente al fine di minimizzare i costi. Considerando gli alti costi dell'IA o delle ispezioni fisiche da parte degli enti terzi, queste misure sembrano appropriate per quelle aziende che vendono vini a prezzi più alti e, di conseguenza, sono maggiormente interessate a prevenire la contraffazione interna.

Sulla base di questa evidenza, viene formulata la seguente proposizione:

P1b. Le misure di controllo della veridicità dei dati dipendono dal commitment aziendale a prevenire il problema della contraffazione interna. Quando questo è alto, le aziende coinvolgono organismi terzi di certificazione, che rappresentano la misura di controllo in grado di garantire la veridicità di un ampio set di dati. Quando il commitment è medio, le aziende utilizzano l'IA, che garantisce la veridicità di un set di dati più ristretto. Quando invece il commitment è basso, non vengono utilizzate misure di controllo.

Corollario 3. In tutte le soluzioni esaminate, le informazioni relative ai prodotti che vengono mostrate ai clienti attraverso le pagine web o le applicazioni mobili non sono prese direttamente dai dati salvati in BC. Queste informazioni sono infatti archiviate in server centralizzati esterni a BC che dovrebbero teoricamente riflettere ciò che è stato scritto in BC. Poiché disallineamenti tra server e BC possono verificarsi in qualsiasi momento, i clienti devono essere certi dell'integrità dei dati che consultano. Per consentire a questi ultimi di verificare in autonomia l'allineamento tra le informazioni che vedono e quelle memorizzate in BC, le aziende associano alcune di queste informazioni al link delle relative transazioni BC dove i dati (per essere precisi i relativi *hash* univoci nei nostri casi) sono stati salvati in origine in maniera immutabile. L'analisi cross-case sembra suggerire che le aziende con un *commitment* medio o alto nella prevenzione della contraffazione interna forniscano ai clienti un'elevata percentuale di dati il cui *hash* viene salvato in BC. Queste aziende vendono vini di prezzo medio e alto la cui produzione è spesso complessa e soddisfa elevati standard di qualità. Pertanto, non temono di condividere informazioni dettagliate sui processi interni e sono disposti a rischiare che i dati vengano controllati da ispettori esterni o siano conosciuti dai concorrenti. La decisione dell'azienda di memorizzare immutabilmente in BC le informazioni relative ai processi rappresenta una maggiore garanzia di veridicità dei dati per i clienti perché eventuali false dichiarazioni potrebbero portare a conseguenze legali o danni alla reputazione dell'azienda. Al contrario, le aziende con un basso impegno nella prevenzione della contraffazione interna, vendendo vino a un prezzo inferiore, sono meno interessate a garantire ai consumatori che le informazioni condivise non siano state modificate.

La proposizione seguente riassume quanto sopra evidenziato:

Plc. La proporzione dei dati accessibili il cui hash viene salvato in BC dipende dal commitment aziendale a prevenire la contraffazione interna. Quando è medio o alto, le aziende si focalizzano nel fornire ai clienti maggiori garanzie sulla veridicità dei dati dichiarati. Pertanto, la maggior parte delle informazioni che sono presentate viene fornita con il link alle transazioni BC in cui i rispettivi hash sono salvati in modo permanente e accessibili pubblicamente. Quando invece il commitment è basso, la maggior parte delle informazioni fornite dalle aziende ai consumatori non è mai stata salvata in BC; pertanto, è archiviata solo su server centralizzati.

*Corollario 4. La frequenza con cui i dati vengono inseriti in BC varia a seconda dei casi esaminati (Figura 29). È bene sottolineare che questo aspetto è legato al problema della contraffazione interna. Infatti, durante l'intervallo di tempo che intercorre tra il momento in cui i dati vengono raccolti e il momento in cui essi sono inseriti in BC, possono verificarsi delle manipolazioni. L'analisi cross-case suggerisce che le aziende B e C, caratterizzate da un forte impegno nei confronti della prevenzione della contraffazione interna, inseriscono i dati in BC con un'alta frequenza. In particolare, dopo un primo breve periodo in cui le informazioni raccolte sono archiviate nei server dell'ente di certificazione o nel sistema informativo agricolo nazionale italiano, i dati sono sincronizzati con BC. L'intero processo richiede fino a un totale di 24 ore. Per l'azienda D, caratterizzata da un impegno medio, i dati relativi ai processi sono archiviati nei server del fornitore di tecnologia e sottoposti ad un ulteriore controllo manuale di correttezza prima di essere immutabilmente salvati in BC. La transazione viene registrata da alcuni giorni ad una settimana dopo la raccolta dei dati. Quando il *commitment* è basso, nei casi A ed E, le aziende scrivono inizialmente le informazioni in registri cartacei o file elettronici (es. fogli di calcolo excel) per raggruppare le informazioni relative ai processi produttivi. I *timestamp* delle transazioni BC mostrano ritardi temporali significativi con il momento in cui si sono verificati gli eventi descritti, che vanno da alcune settimane a diversi mesi.*

In generale, una maggiore frequenza di immissione dei dati in BC richiede alle aziende uno sforzo maggiore. In alternativa, come accade per le aziende B e C, richiede di delegare l'inserimento dei dati a fornitori di servizi esterni. Entrambe le misure comportano dei costi. Per questo motivo, le aziende che hanno maggiori probabilità di inserire dati sulla BC con una frequenza maggiore sono quelle che vendono prodotti a prezzo più elevato, caratterizzati da un maggiore impegno a prevenire la contraffazione interna. Inoltre, questi

ultimi si preoccupano maggiormente di ridurre al minimo il tempo in cui i dati sono salvati in supporti che consentono alterazioni manuali (es. Registri cartacei, file di fogli di calcolo, ecc.).

La seguente proposizione è riassuntiva di quanto appena descritto:

P1d. La frequenza di immissione dei dati in BC dipende dal commitment aziendale nel prevenire il problema della contraffazione interna. Quando è alto, le aziende si concentrano sul mitigare eventuali manipolazioni dei dati. Pertanto, i dati vengono inseriti in BC entro 24 ore da quando vengono raccolti. Quando è medio, le aziende si concentrano sul mitigare eventuali errori di immissione dei dati, considerando meno importante la probabilità che questi vengano manipolati. Pertanto, i dati vengono inseriti in BC tra alcuni giorni e una settimana dopo la loro raccolta. Quando invece il commitment è basso, il periodo di tempo che va tra la raccolta dei dati e l'immissione degli stessi in BC varia da alcune settimane a diversi mesi.

CAPITOLO 4. Discussione

Il presente capitolo è finalizzato ad analizzare i contributi teorici più importanti dello studio empirico che è stato condotto, i quali sono discussi tenendo in considerazione la letteratura già esistente a cui lo studio ha fatto riferimento. Il capitolo comprende una sezione aggiuntiva volta a descrivere quello che è il contributo dello studio dal punto di vista manageriale, quindi come i risultati dello stesso possono essere di supporto a manager e consulenti nel processo di *decision-making*. Un'ultima sezione evidenzia quelli che sono i più importanti limiti dello studio e riporta anche potenziali linee di sviluppo per la futura ricerca su questo argomento.

4.1. Contributi teorici dello studio

Il principale contributo teorico di questo studio riguarda il filone di ricerca relativo alla progettazione e all'uso della tecnologia BC per la gestione delle supply chain (Treiblmaier, 2018; Cole et al., 2019; Queiroz et al., 2019; Wang et al., 2019a).

In primo luogo, le evidenze empiriche descritte ed analizzate dimostrano che casi differenti, che hanno adottato la tecnologia BC per contrastare la contraffazione dei prodotti fisici, possono differire notevolmente in termini del tipo di sistema BC adottato. In particolare, emerge che le decisioni di carattere tecnologico, così come quelle relative ai processi, sono simultaneamente necessarie per progettare le soluzioni BC in modo appropriato. Ciò contribuisce a far avanzare il dibattito sulla concettualizzazione di BC in ambito SCM. In primo luogo, a differenza della ricerca esistente, che è meramente di natura concettuale, aneddotica-descrittiva (Cole et al., 2019) o basata su dati secondari (Kamath, 2018; Kshetri, 2018, 2019), il nostro studio si basa su un'indagine approfondita di cinque casi studi finalizzata a identificare le variabili rilevanti che caratterizzano una soluzione BC. In secondo luogo, mentre la maggior parte degli studi esistenti si concentra sugli aspetti tecnici che caratterizzano la BC (ad es. natura pubblica o privata, tipo di meccanismo di consenso, caratteristiche dei blocchi, ecc.) (Wang et al., 2019a; Queiroz et al., 2019) o l'interazione della stessa con altri strumenti tecnologici (es. RFID, *tag* NFC, IoT, ecc.) per le operazioni di scrittura/lettura (Tabella 4) (Kim et al., 2018; Saberi et al., 2019b), il presente studio sottolinea l'importanza della dimensione organizzativa nella progettazione delle soluzioni BC. In particolare, i risultati indicano che alcune decisioni relative ai processi, come la scelta di coinvolgere enti terzi di certificazione, la proporzione di dati accessibili il cui *hash* viene salvato in BC e la frequenza con cui i dati raccolti sono inseriti in BC, sono

fondamentali per garantire che i dati salvati riflettano accuratamente la realtà. Tale fattore, condiziona di conseguenza l'efficacia del sistema nell'affrontare il problema della contraffazione.

Pertanto, lo studio va a supporto dell'affermazione di Behnke e Janssen (2020) che sostiene che la maggior parte delle difficoltà relative ai progetti basati su BC riguardano il livello organizzativo, il che conduce alla raccomandazione di integrare la dimensione più tecnica del problema con le dimensioni organizzative nell'operazionalizzazione del concetto di BC in ambito SCM.

Alcune delle variabili proposte nello studio che caratterizzano un sistema BC hanno già ricevuto una significativa attenzione nella letteratura precedente. Queste sono le misure di controllo della veridicità dei dati -che possono includere l'uso di IA (Kshetri, 2018; Montecchi et al., 2019; van Hoek, 2019a; Wang et al., 2019b; Bumblauskas et al., 2020; Roeck et al., 2019) o organismi terzi di certificazione per verificare la qualità dei dati (Creydt e Fischer, 2019; Leong et al., 2019)-, l'utilizzo di *smart label* –tra cui i *tag* comuni come i codici QR associati a una pagina web (Toyoda et al., 2017) e metodi più sofisticati come NFC- e i canali di comunicazione con i clienti –come le pagine web (Azzi et al., 2019; Lo et al., 2019) e le applicazioni mobili (Alzahrani e Bulusu, 2020). Come previsto, in quest'ultimo caso, il nostro studio conferma che le decisioni sugli *smart label* e sui canali di comunicazione con i clienti determinano una diversa capacità di ridurre il problema della contraffazione esterna.

Per quanto riguarda le misure di controllo della veridicità dei dati, a partire dai casi studio esaminati, lo studio presenta nuove evidenze sul livello di garanzia che l'IA può garantire rispetto ad enti terzi di certificazione in termini di contraffazione interna. Questi ultimi sono infatti ritenuti più efficaci in quanto consentono di verificare un più ampio set di informazioni oltre ai dati quantitativi. Sebbene questa evidenza richieda ulteriore ricerca (Paragrafo 5.1), può contribuire a stimolare la necessità di ragionare in maniera più approfondita sull'uso dell'IA per capire in quali condizioni il suo potenziale possa essere pienamente sfruttato. Questa ricerca individua anche due variabili che caratterizzano un sistema BC che hanno ricevuto una scarsa attenzione in studi precedenti, ovvero la frequenza di immissione dei dati in BC e la proporzione di dati accessibili il cui *hash* è salvato in BC. Sebbene il problema della frequenza di immissione dei dati sia già stato menzionato nella letteratura BC (Zhang et al., 2020) così come la pratica comune di non rendere le informazioni visibili ai clienti finali direttamente in BC (Singhal et al., 2018), questa ricerca

è più precisa nell'identificare le differenze che possono esistere tra i casi, che è importante in quanto la capacità di ridurre la contraffazione interna può essere influenzata in modo significativo da tali aspetti. La frequenza di immissione dei dati in BC dopo la raccolta può variare da un intervallo temporale di 24 ore ad uno di alcuni mesi, modificando notevolmente il rischio di manipolazioni dei dati dopo la raccolta. Allo stesso modo, quando la maggior parte delle informazioni fornite ai consumatori è collegata alle rispettive transazioni salvate in modo permanente in BC, le aziende danno ai clienti l'opportunità di verificare i dati, il che permette di affrontare più efficacemente il problema della contraffazione interna. Da quanto esposto sopra, il nostro studio suggerisce di utilizzare il termine "soluzione BC" piuttosto che "tecnologia BC" per sottolineare la necessità di tenere in considerazione tutto l'insieme di scelte tecnologiche e organizzative in fase di progettazione per l'utilizzo di BC in un contesto di supply chain.

Un secondo contributo teorico riguarda l'identificazione dell'esistenza di relazioni tra alcune variabili contestuali e il mix di decisioni tecniche e organizzative relative alla progettazione di soluzioni BC. Questo studio rappresenta il primo tentativo di analizzare gli effetti dei fattori contestuali sulla progettazione e l'utilizzo del BC all'interno delle supply chain. In particolare, abbiamo riscontrato che l'importanza data alla prevenzione della contraffazione interna o esterna è una condizione contestuale che deve essere considerata quando si progettano soluzioni BC finalizzate ad inibire comportamenti fraudolenti. Lo studio evidenzia come il *commitment* aziendale a prevenire la contraffazione interna guidi le decisioni sulle misure di controllo della veridicità dei dati (P1b), la percentuale dei dati accessibili il cui *hash* viene salvato in BC (P1c) e la frequenza di immissione dei dati (P1d), mentre l'impegno a prevenire la contraffazione esterna guida le decisioni relative agli *smart label* e ai canali di comunicazione con i clienti (P1a).

Questi risultati portano ad un terzo contributo teorico, relativo al dibattito sull'idoneità dell'utilizzo di BC per prevenire il problema generale della contraffazione di prodotti fisici rispetto agli approcci tradizionali e, più nel dettaglio, le frodi alimentari all'interno dell'industria del vino (Apte e Petrovsky, 2016; Biswas et al., 2017; Galvez et al., 2018; Alzarahni e Bulusu, 2020). In primo luogo, nonostante gli accademici riconoscano la distinzione tra le minacce di contraffazione interna ed esterna (Elliott, 2014; Pustjens et al., 2016; Kamiloglu, 2019), la maggior parte degli studi di ricerca su BC non li distingue esplicitamente, suggerendo quindi in forma implicita che le soluzioni BC possono essere utilizzate per risolvere il problema della contraffazione senza che siano necessari

aggiustamenti ad hoc per affrontare la contraffazione interna rispetto a quella esterna. In secondo luogo, gli studi precedenti (ad esempio Galvez et al., 2018; Choi, 2019; Lu et al., 2019) concordano sul fatto che BC, per le sue caratteristiche, potrebbe essere considerata una soluzione promettente per prevenire efficacemente la contraffazione del prodotto, ma non hanno indagato la validità di tale ipotesi attraverso lo studio di casi reali. La conclusione che diverse configurazioni del sistema BC possiedono una diversa capacità di affrontare i problemi della contraffazione interna ed esterna permette di effettuare un confronto più chiaro e oggettivo con le misure anticontraffazione esistenti.

Considerando le Tabelle 3 e 7, alcune evidenze emergono come importanti. In primo luogo, si può vedere che, ad eccezione dei sistemi di tracciabilità e rintracciabilità, le misure esistenti hanno una portata limitata, poiché ciascuna di esse è incentrata sul contrasto di un unico tipo di contraffazione. Un sistema BC, invece, può essere utilizzato per prevenire la contraffazione sia interna che esterna, come i sistemi *track-and-trace*, superando però tre dei principali punti deboli che caratterizzano questi ultimi, ovvero il rischio di manipolazione dei dati o di compromissione del sistema, e la necessità di laboriosi processi di riconciliazione dei dati. Infatti, l'architettura decentralizzata e distribuita di BC garantisce l'integrità dei dati, la trasparenza e aumenta la resilienza del sistema rimuovendo il problema del *single point of failure*, tipico dei *database* centralizzati (Kumar et al., 2019). In secondo luogo, rispetto alle misure esistenti, i sistemi BC appaiono come uno strumento più versatile in quanto possono essere adattati alle priorità aziendali di un'azienda in termini di prevenzione della contraffazione interna, esterna o entrambe. Come dimostra lo studio, infatti, le aziende vinicole adottano diverse soluzioni BC le cui configurazioni sono caratterizzate da differenti gradi di efficacia nell'affrontare le debolezze sopra menzionate. Un sistema BC progettato per sfruttare appieno il suo potenziale offre un alto grado di fiducia nella prevenzione di entrambi i tipi di contraffazione rispetto alle misure tradizionali e può affrontare efficacemente le debolezze evidenziate nella Tabella 3, ad es. garantendo la qualità e l'impossibilità di manipolare le informazioni salvate (Biswas et al., 2017), la non replicabilità delle etichette intelligenti (Aung e Chang, 2014) e consentendo a un utente 'medio' di verificare in modo autonomo l'autenticità di ogni prodotto senza la necessità di utilizzare specifiche attrezzature, avere particolari competenze o eseguire analisi distruttive di tipo chimico, fisico o organolettico (Przyśwa, 2014). Pertanto, lo studio suggerisce che le soluzioni BC non rappresentano una panacea che elimina tutti i punti deboli delle misure esistenti utilizzate per garantire l'autenticità dei prodotti agroalimentari, come a volte viene

insinuato in maniera trionfalistica dai media e da una parte della letteratura manageriale. Invece, agendo sulle variabili della soluzione BC identificate nella presente ricerca, è possibile personalizzare le configurazioni BC per affrontare uno, molti o tutti i punti deboli precedentemente menzionati.

Infine, sebbene un'analisi dettagliata dei costi non sia stata oggetto di questo studio, sono emersi alcuni aspetti utili a meglio comprendere il tipo di investimenti che un'azienda deve sostenere per implementare e utilizzare una soluzione BC per l'anticontraffazione. In tutti i casi esaminati, le aziende hanno adottato soluzioni basate su BC già esistenti. Non è stato quindi necessario assumere sviluppatori esterni per creare una BC su misura a partire da zero. I costi di implementazione sono derivati principalmente dall'integrazione della BC con i sistemi informativi esistenti e dall'acquisto di dispositivi (ad esempio NFC) o servizi (ad esempio lo sviluppo di algoritmi di intelligenza artificiale o delle applicazioni mobili). I costi operativi dipendono invece dalle commissioni legate alla scrittura delle transazioni BC, al coinvolgimento di personale interno all'azienda nella fase di raccolta dei dati e del loro caricamento in BC. Questi ultimi erano più rilevanti per le aziende che assegnavano tali compiti a organismi terzi di certificazione. Tutti gli intervistati si sono dimostrati in accordo sul fatto che i costi di implementazione e di esercizio non sono stati abbastanza alti da rappresentare un ostacolo all'adozione della BC. Questa evidenza appare in contrasto con diversi studi precedenti che invece consideravano questi due tipi di costi come barriere rilevanti all'adozione della BC (Wang et al., 2019b; Zhao et al., 2019). Una possibile spiegazione risiede nel basso costo di implementazione della soluzione dovuto alla non necessità di sviluppare una BC a partire da zero e al numero limitato di prodotti e attori coinvolti, che comporta bassi costi operativi data la necessità di scrivere un numero limitato di transazioni. Inoltre, nel settore del vino, le aziende sono abituate a conservare diverse informazioni in formato digitale relative ai loro processi interni a causa di requisiti legali, quindi non sono stati necessari ulteriori sforzi *ad hoc* per la raccolta dei dati. Pertanto, questo studio non va a supporto della tesi che il costo rappresenta sempre un ostacolo all'adozione di BC, ma riconosce che il costo potrebbe essere un ostacolo (1) nelle supply chain più complesse che richiedono un numero maggiore di ispezioni da parte di enti terzi, transazioni e *smart label*; (2) quando è richiesto lo sviluppo di una BC su misura; e (3) quando sono necessarie modifiche sostanziali nei processi operativi (ad es. reingegnerizzazione delle attività di etichettatura o imbottigliamento).

4.2. Contributi manageriali dello studio

Le implicazioni teoriche discusse nel paragrafo precedente forniscono alcuni suggerimenti ai manager per progettare in maniera appropriata una soluzione BC all'interno delle supply chain al fine di affrontare efficacemente i problemi della contraffazione interna ed esterna, ampiamente discussi nello studio, così come ai *policymaker* interessati a promuovere l'adozione di BC da parte delle aziende. Così come per i contributi teorici, i contributi manageriali dello studio assumono una valenza generale che va al di fuori dello specifico settore vitivinicolo investigato. Come viene descritto sotto, infatti, i risultati possono essere generalizzati ai diversi contesti industriali in cui la tecnologia BC viene utilizzata in ambito di gestione dei processi delle supply chain.

In primo luogo, questo studio avverte i manager dell'importanza di non considerare la tecnologia BC come una tecnologia a sé stante quando applicata all'interno di una supply chain che, grazie alle sue caratteristiche intrinseche (immutabilità, trasparenza, tracciabilità, ecc.), permette di contrastare in maniera efficace il problema della contraffazione. Al contrario, i risultati suggeriscono di vedere la tecnologia come parte di una soluzione BC più ampia, in cui decisioni relative ad aspetti tecnologici (es. tipo di *smart label* e canale di comunicazione, utilizzo di IA, ecc.) devono essere complementate con scelte organizzative riguardanti i processi di scrittura e lettura in BC (es. coinvolgimento di enti terzi di certificazione, frequenza del *data-entry*, ecc.). Un insieme coerente di queste decisioni è fondamentale per garantire che i dati scritti e letti in BC riflettano la realtà in maniera accurata e quindi per assicurare i consumatori finali circa la provenienza e l'autenticità dei prodotti che acquistano.

In secondo luogo, lo studio suggerisce ai manager di non considerare le soluzioni BC come *one-size-fits-all*, ma che invece debbano essere adattate al contesto in cui vengono utilizzate. Nello specifico, la nostra ricerca identifica un insieme di variabili che i manager dovrebbero considerare quando progettano tali soluzioni per garantire l'autenticità del prodotto e, in particolare, per prevenire le frodi nel settore del vino (Tabella 7). Inoltre, questo studio fornisce chiare indicazioni su come dimensionare correttamente tali variabili sulla base del *commitment* aziendale nel prevenire la contraffazione interna o esterna. Una soluzione BC caratterizzata da una configurazione più semplice in termini di uso e configurazione che garantisce una minor garanzia nei confronti di tale problematica può essere preferita da aziende che desiderano contenere l'investimento concentrandosi sugli aspetti legati alla comunicazione e al marketing. Questi possono riguardare il potenziale

della tecnologia di migliorare la *customer experience* e la *brand reputation* attraverso la comunicazione della storia e delle caratteristiche del prodotto, così come permettere la profilazione dei clienti e incentivare ulteriori acquisti da parte di questi ultimi.

Il terzo contributo pratico è relativo ai *policymaker* che stanno esaminando il potenziale di BC rispetto alle misure esistenti per proteggere i consumatori, i produttori onesti e i marchi nazionali dai rischi dovuti alla contraffazione. Da un lato, questo studio avvalorava la decisione prudente presa da molti governi di finanziare progetti pilota basati su BC per esplorare il reale potenziale della tecnologia nel difendere l'autenticità del prodotto, prima di estenderne l'uso su larga scala. Dall'altro suggerisce cautela nel considerare BC una sorta di panacea che supera tutte le debolezze delle misure esistenti, come talvolta emerge dai mass media.

La Tabella 7 dimostra che i sistemi BC sono versatili e che il loro reale potenziale nel mitigare i problemi di contraffazione interna ed esterna rispetto alle misure esistenti può variare sulla base delle misure utilizzate a supporto delle operazioni di scrittura e lettura. Emerge quindi che la configurazione e la gestione di tali processi è cruciale per far sì che BC garantisca l'autenticità dei prodotti in maniera più efficace delle misure esistenti.

CAPITOLO 5. Conclusioni

Questa ricerca presenta importanti implicazioni sia da un punto di vista teorico che da uno pratico. Attraverso un confronto di cinque casi aziendali, lo studio ha permesso di ricavare evidenze empiriche su come le soluzioni BC vengano configurate ed utilizzate per affrontare il problema della contraffazione e garantire l'autenticità di prodotto all'interno dell'industria del vino. A partire da tali evidenze, lo studio evidenzia come una progettazione adeguata di un sistema BC richieda sia decisioni di natura più tecnologica che legate ai processi proponendo di concettualizzare BC all'interno del contesto di SCM come una "soluzione" piuttosto che come una singola "tecnologia". Un ulteriore contributo, utile ai *decision maker* per progettare adeguatamente le soluzioni BC, riguarda l'aver evidenziato che BC non è una tecnologia di tipo "one-size-fits-all" e che invece le decisioni relative alle diverse variabili definite nello studio devono essere prese in maniera coerente con il contesto di applicazione della tecnologia. Questo studio si è concentrato sui problemi della contraffazione interna ed esterna, la cui rilevanza è cruciale all'interno dell'industria alimentare e in particolare nel settore del vino. All'interno dello studio, abbiamo sviluppato una serie di proposizioni che dimostrano come le soluzioni BC non siano di tipo *general purpose*. Invece, diverse decisioni riguardanti le variabili evidenziate nella ricerca -le quali sono state ricavate a partire dalla letteratura e da un confronto dei casi studi- che sono determinate rispettivamente sulla base del *commitment* aziendale a prevenire la contraffazione interna ed esterna, portano a differenti configurazioni delle soluzioni BC che differiscono principalmente per il modo in cui vengono effettuate le operazioni di scrittura e lettura in BC. Nel dettaglio, questa ricerca dimostra che il *commitment* aziendale a prevenire il problema della contraffazione interna è un driver chiave nel determinare le scelte di misure di controllo della veridicità dei dati, la frequenza di immissione dei dati e la proporzione di dati accessibili il cui *hash* viene salvato in BC; mentre il *commitment* a prevenire la contraffazione esterna nel determinare le decisioni relative agli *smart label* e ai canali di comunicazione con i clienti.

Questa ricerca sfata in un certo senso la convinzione condivisa che la tecnologia BC rappresenti una panacea per tutti i punti deboli delle misure esistenti utilizzate per garantire l'autenticità dei prodotti, come talvolta viene sostenuto dai media. Invece, i risultati di questo studio offrono in primo luogo ai *decision maker* dei suggerimenti pratici per progettare le soluzioni BC grazie all'identificazione di un set di variabili che le caratterizzano e al contempo spiegano come modulare tali variabili per affrontare con efficacia differenti i problemi della contraffazione interna ed esterna. In secondo luogo, lo studio è di supporto ai

policymaker poiché offre una valutazione oggettiva e rigorosa dal punto di vista scientifico dell'efficacia e dei limiti di BC nell'affrontare il problema della contraffazione rispetto alle misure esistenti. Pertanto, da un lato, supportiamo la decisione di molti governi di vedere (e finanziare) i progetti pilota basati su BC come uno strumento efficace per difendere l'autenticità dei prodotti dalle minacce derivanti dal commercio internazionale. D'altra parte, però, sottolineiamo alcuni punti deboli delle attuali implementazioni che dovrebbero essere affrontati e risolti prima di far sì che l'uso di BC venga esteso su larga scala.

5.1. Limiti dello studio e direzioni di futura ricerca

Nonostante le preziose evidenze empiriche che lo studio ha permesso di ricavare, esso presenta anche diversi limiti che potrebbero essere presi in considerazione per eventuali sviluppi futuri della ricerca.

In primo luogo, un limite di questo studio è legato alle caratteristiche dei casi indagati (Paragrafo 3.4), che limita la generalizzabilità di questa ricerca e pone dei confini precisi. È bene sottolineare che tutte le soluzioni esaminate, così come avviene per la maggior parte delle iniziative BC esistenti, si trovano in fase pilota e coinvolgono un numero limitato di aziende e prodotti. Studi futuri potrebbero prendere in considerazione soluzioni BC implementate in supply chain più complesse che, nell'industria del vino, potrebbero coinvolgere una più ampia varietà di prodotti e diversi attori indipendenti (oltre a viticoltori, produttori di vino e imbottiglieri come nella presente ricerca) per includere i fornitori di servizi logistici, distributori, importatori e grossisti. In questo nuovo contesto, uno studio potrebbe permettere di ricavare nuove variabili che caratterizzano le soluzioni BC così come nuovi fattori contestuali (ad esempio collegati alla struttura o alle dimensioni del supply network), evidenziare altri avvertimenti di carattere gestionale o approfondimenti sui costi associati all'adozione di BC. Per esempio, un possibile problema potrebbe riguardare la scalabilità dell'utilizzo di ispezioni fisiche da parte di enti terzi, come nei casi B e C, il cui costo non è significativo in catene di fornitura semplici come quelle analizzate da questo studio ma potrebbe diventare economicamente insostenibile in filiere più complesse che richiedono un numero di ispezioni proibitivo.

L'analisi di casi studio relativi a filiere più ampie, che coinvolgono una moltitudine di attori differenti, potrebbe aiutare a comprendere se le caratteristiche di un'azienda e le priorità strategiche del management possono condizionare l'interesse nei confronti di una soluzione BC finalizzata alla trasparenza di filiera. Inoltre, potrebbe far emergere le

difficoltà di coinvolgere un numero elevato di attori e la rilevanza di avere uno o più soggetti promotori per un'adozione estesa della soluzione.

Da un punto di vista manageriale, di particolare valore potrebbe anche essere l'estensione del nostro studio ai processi di distribuzione, i quali possono influenzare in maniera significativa l'integrità del prodotto. Il vino, infatti, come molti altri generi alimentari, è un prodotto sensibile a sbalzi di temperatura, vibrazioni ed esposizione alla luce che possono facilmente verificarsi in questa fase. Infine, le indagini potrebbero prendere in considerazione anche il contesto *ho.re.ca.* in cui ulteriori misure antifrode (ad esempio *dual-state NFC seal tags*) potrebbero essere combinate con la tecnologia BC per far fronte al problema di riempimento delle bottiglie originali con vini scadenti (*refilling*), che non è stato affrontato nei casi analizzati.

In secondo luogo, i casi indagati sono tutte aziende italiane. Una direzione futura della ricerca è rappresentata da studi che esaminano gli effetti del contesto nazionale e gli effetti culturali nella progettazione e implementazione dei sistemi BC.

In terzo luogo, tutti i casi analizzati utilizzano BC pubbliche, che differiscono in modo significativo dalle BC private per l'immutabilità dei dati e la *governance* decentralizzata, e quindi concettualmente nella loro capacità di affrontare i problemi della contraffazione interna ed esterna. È necessario effettuare ulteriori studi per comprendere, nel caso di BC private, l'efficacia della loro adozione per l'anticontraffazione analizzando se e come i sistemi basati su tali BC possano differire in termini di scrittura e lettura del dato.

In quarto luogo, considerando il potenziale riconosciuto della combinazione di BC e IoT per raccogliere e inserire i dati in maniera precisa e automatica (Kim et al., 2018; Kshetri, 2018), sono necessari ulteriori studi volti a determinare l'idoneità della sensoristica IoT nel settore del vino considerando le criticità oggi esistenti per una sua applicazione in questo settore, come evidenziato nel Paragrafo 3.3.1.1. Allo stesso modo, ulteriori ricerche potrebbero studiare l'utilizzo di algoritmi di IA più avanzati rispetto a quelli impiegati dalle aziende studiate in combinazione con l'IoT. Questa soluzione permetterebbe di eliminare i costi relativi agli enti di certificazione di terze parti e, per quei dati non misurabili da sensori, di prevenire il rischio di false dichiarazioni intenzionali grazie al controllo incrociato automatico di eventuali discrepanze tra i dati.

Sarebbe inoltre interessante riproporre il nostro studio in aziende che vendono vini di fascia di prezzo premium che preferirebbero fornire ai clienti informazioni specifiche per ciascuna bottiglia anziché informazioni riguardanti il relativo lotto, come nei casi esaminati.

L'anticontraffazione a livello di singolo articolo rappresenta oggi una sfida aperta che deve essere ulteriormente studiata, ad esempio esplorando l'utilizzo di *token* non fungibili (ERC721), che consentono di rappresentare digitalmente in modo univoco e non divisibile i prodotti fisici in BC e allo stesso tempo di monitorare la storia di un prodotto e tutti i passaggi effettuati lungo la filiera (Kim et al., 2018). Una tale applicazione BC di frontiera potrebbe essere di interesse anche al di fuori del contesto enologico, ad esempio nelle filiere del lusso.

La ricerca futura potrebbe poi indagare il problema della scrittura in BC in settori più automatizzati, come quello farmaceutico, per esaminare empiricamente le implicazioni dell'uso dell'IoT e la sua efficacia nel risolvere il problema della non veridicità delle informazioni salvate in BC. Sebbene diversi studiosi (ad esempio Kamble et al., 2019a; Leong et al., 2019; Bumblauskas et al., 2020) considerino IoT un mezzo efficace per garantire una raccolta e registrazione oggettiva dei dati, che riduce il rischio di manipolazioni umane, altri sostengono che anche i sensori IoT possono essere soggetti a manipolazione intenzionale (Rejeb et al., 2019; Schmidt e Wagner, 2019). In futuro, anche in settori aventi natura più artigianale, potrebbero essere sviluppati e diffusi sensori IoT più specifici per rilevare opportunamente alcuni importanti dati di produzione, ad es. nelle cantine. Ulteriori ricerche, nel contesto del vino o dell'abbigliamento di lusso, potrebbero indagare l'uso dell'IoT in combinazione con algoritmi di IA per supportare la scrittura in BC. Queste soluzioni potrebbero eliminare la necessità di organismi di certificazione di terze parti per quei dati che oggi non sono misurabili attraverso i sensori.

Lo studio di applicazioni BC in settori differenti da quello vitivinicolo potrebbe inoltre aiutare a comprendere se la tipologia e le caratteristiche dei beni che l'azienda decide di tracciare possono influenzare le esigenze dell'azienda nei confronti della soluzione adottata e quindi la progettazione e l'utilizzo di quest'ultima. Settori diversi in genere sono inoltre caratterizzati da filiere che differiscono in termini di complessità e tipologie di attori, altri fattori di cui sarebbe interessante investigare l'eventuale influenza sul tipo sistema BC adottato.

In generale, vi è oggi la necessità di sviluppare ulteriori studi scientifici rigorosi basati su dati empirici volti ad analizzare le applicazioni della tecnologia con il fine di comprendere a fondo le sue potenzialità in ambito SCM e fornire ai *decision makers* linee guida utili per sviluppare soluzioni idonee al contesto e customizzate sulla base del problema che si desidera affrontare. Tali studi servirebbero inoltre per far crescere l'attenzione dei governi verso la tecnologia, la quale deve essere anche affiancata da un'adeguata evoluzione

legislativa, al fine di garantire una corretta integrazione con la società, e da finanziamenti che permettano lo sviluppo di progetti di più grande portata. Grazie a questi ultimi, infatti, potrebbero emergere i veri benefici della tecnologia.

Il vero potenziale della tecnologia sulla trasformazione delle aziende e delle supply chain potrebbe emergere una volta terminata questa fase in cui le applicazioni al di fuori dell'ambito finanziario vengono sviluppate principalmente come leva per il marketing, anche grazie alla cooperazione tra i diversi attori presenti sul mercato, tra cui i governi e i *provider* tecnologici.

Bibliografia

- Abeyratne, S. A. and Monfared, R. P. (2016), “Blockchain ready manufacturing supply chain using distributed ledger”, *International Journal of Research in Engineering and Technology*, Vol.5 No.9, pp.1-10.
- Adams, R., Parry, G., Godsiff, P. and Ward, P. (2017), “The future of money and further applications of the blockchain”, *Strategic Change*, Vol.26 No.5, pp.417-422.
- AiIG (2020), “Classificazione delle riviste scientifiche rilevanti aiig”, Available at: <https://www.ingegneriagestionale.it/wp-content/uploads/2020/04/CLASSIFICAZIONE-RIVISTE-RILEVANTI-AiIG-2020.pdf> (Accessed on June 2021)
- Alharby, M. and van Moorsel, A. (2017), “Blockchain-based smart contracts: a systematic mapping study”, *International Journal of Computer Science and Information Technology*, Vol.9 No.5, pp.151-164.
- Ali, M.H., Zhan, Y., Alam, S.S., Tse, Y.K. and Tan, K.H. (2017), “Food supply chain integrity: the need to go beyond certification”, *Industrial Management & Data Systems*, Vol.117 No.8, pp.1589-1611.
- Alzahrani, N. and Bulusu, N. (2020), “A new product anti-counterfeiting blockchain using a truly decentralized dynamic consensus protocol”, *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, Vol.32 No.12, p.e5232.
- Apte, S. and Petrovsky, N. (2016), “Will blockchain technology revolutionize excipient supply chain management?”, *Journal of Excipients and Food Chemicals*, Vol.7 No.3, pp.76-78.
- Astill, J., Dara, R. A., Campbell, M., Farber, J. M., Fraser, E. D., Sharif, S. and Yada, R. Y. (2019), “Transparency in food supply chains: A review of enabling technology solutions”, *Trends in Food Science & Technology*, Vol.91 September, pp.240-247.
- Attico, N. (2018), “*Blockchain. Guida all'ecosistema, Tecnologia, business, società*”, goWare & Guerini Next.
- Aung, M.M. and Chang, Y.S. (2014), “Traceability in a food supply chain: safety and quality perspectives”, *Food Control*, Vol.39 May, pp.172–184.

- Awaysheh, A. and Klassen, R. (2010), "The impact of supply chain structure on the use of supplier socially responsible practices", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol.30 No.12., pp.1246-1268.
- Azzi, R., R. K. Chamoun and M. Sokhn. (2019), "The Power of a Blockchain-Based Supply Chain", *Computer & Industrial Engineering*, Vol.135 September, pp.582–592.
- Babich, V. and Hilary, G. (2019), "Distributed ledgers and operations: What operations management researchers should know about blockchain technology", *Manufacturing & Service Operations Management*, Vol.22 No.2, pp.223–240.
- Bai, C. and Sarkis, J. (2020), "A supply chain transparency and sustainability technology appraisal model for blockchain technology", *International Journal of Production Research*, Vol. 58 No. 7, pp. 2142-2162.
- Bailur, R.P., Rao, S. and Iyengar, D. (2020), "Use of Blockchain Partnerships to Enable Transparency in Supply Chain Digitization", in *The Oxford Handbook of Supply Chain Management*, edited by T. Y. Choi, J. J. Li, D. S. Rogers, T. Schoenherr and S. M. Wagner. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Bashir, I. (2018), *Mastering Blockchain: Distributed ledger technology, decentralization, and smart contracts explained*, Birmingham, Packt Publishing Ltd.
- Basile, A. (2019), "*Blockchain: La Nuova Rivoluzione Industriale*", Dario Flaccovio Editore.
- Behnke, K. and Janssen, M.F.W.H.A. (2020), "Boundary conditions for traceability in food supply chains using blockchain technology", *International Journal of Information Management*, Vol.52 June, p.101969.
- Berman, B. (2008), "Strategies to detect and reduce counterfeiting activity", *Business Horizons*, Vol.51 No.3, pp.191–199.
- Bilal, Z. and Martin, K. (2013), "A hierarchical anti-counterfeit mechanism: securing the supply chain using RFIDs", In *International symposium on foundations and practice of security*, pp. 291-305. Springer, Cham.
- Biswas, K., Muthukkumarasamy, V. and Tan, W.L. (2017), "Blockchain based wine supply chain traceability system", *Future Technologies Conference*, pp.56–62.
- Bocek, T., Rodrigues, B.B., Strasser, T. and Stiller, B. (2017), "Blockchains everywhere-A

- use-case of blockchains in the pharma supply-chain”, *International Symposium on integrated network Management*, pp.772-777.
- Bowen, G.A. (2008), “Naturalistic inquiry and the saturation concept: a research note”, *Qualitative Research*, Vol.8 No.1, pp.137–152.
- Bradley, R. (2016), “Blockchain explained in under 100 words”, Available at: <https://www2.deloitte.com/ch/en/pages/strategy-operations/articles/blockchain-explained.html> (Accessed on June 2021)
- Brody, P. (2017), “How blockchain is revolutionizing supply chain management”, available at: [https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-blockchain-and-the-supply-chain-three/\\$FILE/ey-blockchain-and-the-supply-chain-three.pdf](https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-blockchain-and-the-supply-chain-three/$FILE/ey-blockchain-and-the-supply-chain-three.pdf) (Accessed on April 2021).
- Bumblauskas, D., Mann, A., Dugan, B. and Rittmer, J. (2020), “A blockchain use case in food distribution: Do you know where your food has been?”, *International Journal of Information Management*, Vol.52 June, p.102008.
- Carter, C.R. and Rogers, D.S. (2008), “A Framework of Sustainable Supply Chain Management: Moving Toward New Theory”, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol.38 No.5, pp.360-387.
- Casey, M.J. and Wong, P. (2017), “Global supply chains are about to get better, thanks to blockchain”, *Harvard Business Review*, Vol.13, pp.1-6.
- Catalini, C. and Gans, J.S. (2016), "Some simple economics of the blockchain", working paper No.22952, National Bureau of Economic Research.
- Cavicchi, A. and Santini, C. (2012), "Brunellopoli: a wine scandal under the tuscan sun", *Tourism Review International*, Vol.15 No.3, pp.253–267.
- Chang, S. E., Chen, Y. C. and Lu, M. F. (2019), “Supply chain re-engineering using blockchain technology: A case of smart contract based tracking process”, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.144 July, pp.1-11.
- Chang, Y., Iakovou, E. and Shi, W. (2020), “Blockchain in global supply chains and cross border trade: a critical synthesis of the state-of-the-art, challenges and opportunities”, *International Journal of Production Research*, Vol.58 No.7, pp.2082-2099.
- Choi, T.M. (2019), “Blockchain-technology-supported platforms for diamond

authentication and certification in luxury supply chains”, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol.128 August, pp.17–29.

Choi, T. M. and Luo, S. (2019), “Data quality challenges for sustainable fashion supply chain operations in emerging markets: Roles of blockchain, government sponsors and environment taxes”, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol.131 November, pp.139-152.

Choi, T. M., Wen, X., Sun, X. and Chung, S. H. (2019), “The mean-variance approach for global supply chain risk analysis with air logistics in the blockchain technology era”, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol.127 July, pp.178-191.

Christidis, K. and Devetsikiotis, M. (2016), “Blockchains and smart contracts for the internet of things”, *Ieee Access*, Vol.4 May, pp.2292-2303.

Cimino, M.G.C.A. and Marcelloni, F. (2012), “Enabling traceability in the wine supply chain”, in Anastasi, G., Bellini, E., Di Nitto, E., Ghezzi, C., Tanca, L. and Zimeo, E. (Eds.), *Methodologies and Technologies for Networked Enterprises*, Springer, Berlin and Heidelberg, pp.397–412.

Cole, R., Stevenson, M. and Aitken, J. (2019), “Blockchain technology: implications for operations and supply chain management”, *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol.24 No.4, pp.469–483.

Creswell, J. W. and Poth, C. N. (2016), “*Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*”, Sage publications.

Creydt, M. and Fischer, M. (2019), “Blockchain and more - algorithm driven food traceability”, *Food Control*, Vol.105 November, pp.45–51.

Deloitte (2019), “Deloitte's 2019 Global Blockchain Survey: Blockchain gets down to business”, *Deloitte Insights*, available at: https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/se/Documents/risk/DI_2019-global-blockchain-survey.pdf (Accessed on May 2021).

Di Vaio, A. and Varriale, L. (2020), “Blockchain technology in supply chain management for sustainable performance: Evidence from the airport industry”, *International Journal of Information Management*, Vol.52 June, p.102014.

- Dobrovnik, M., Herold, D.M., Furst, E. and Kummer, S. (2018), “Blockchain for and in logistics: what to adopt and where to start”, *Logistics*, Vol.2 No.18, pp.1-14.
- Dolgui, A., Ivanov, D., Potryasaev, S., Sokolov, B., Ivanova, M. and Werner, F. (2019), “Blockchain-oriented dynamic modelling of smart contract design and execution in the supply chain”, *International Journal of Production Research*, Vol.58 No.7, pp.2184-2199.
- Duan, Y. and Aloysius, J.A. (2019), “Supply Chain Transparency and Willingness- to- pay for Refurbished products.”, *The International Journal of Logistics Management*, Vol.30 No.3, pp.797– 820.
- Eisenhardt, K.M. and Graebner, M.E. (2007), “Theory building from cases: opportunities and challenges”, *Academy of Management Journal*, Vol.50 No.1, pp.25–32.
- Elliott, C. (2014), “Elliott review into the integrity and assurance of food supply networks: final report”, available at: <https://www.gov.uk/government/publications/elliott-review-into-the-integrity-and-assurance-of-food-supply-networks-final-report> (Accessed on March 2021).
- EUIPO (2019), “Anti-counterfeiting blockathon forum”, available at: <https://euipo.europa.eu/ohimportal/en/web/observatory/blockathon> (Accessed on July 2021).
- Felin, T. and Lakhani, K. (2018), “What problems will you solve with blockchain?”, *MIT Sloan Management Review*.
- Francisco, K. and Swanson, D. (2018), “The supply chain has no clothes: Technology adoption of blockchain for supply chain transparency”, *Logistics*, Vol.2 No.1, p.2.
- Galvez, J.F., Mejuto, J.C. and Simal-Gandara, J. (2018), “Future challenges on the use of blockchain for food traceability analysis”, *Trends in Analytical Chemistry*, Vol.107 October, pp.222–232.
- Gao, Z., Xu, L., Chen, L., Zhao, X., Lu, Y. and Shi, W. (2018), “CoC: A unified distributed ledger based supply chain management system”, *Journal of Computer Science and Technology*, Vol.33 No.2, pp.237-248.
- Garavaglia, R. (2018), “*Tutto su blockchain: capire la tecnologia e le nuove opportunità*”, Hoepli editore, pp. 1-199.

- Gausdal, A. H., Czachorowski, K. V. and Solesvik, M. Z. (2018), “Applying blockchain technology: evidence from Norwegian companies”, *Sustainability*, Vol.10 No.6, p.1985.
- George, R. V., Harsh, H. O., Ray, P. and Babu, A. K. (2019), “Food quality traceability prototype for restaurants using blockchain and food quality data index”, *Journal of Cleaner Production*, Vol.240 December, p.118021.
- Gupta, V. (2017), “The Promise of Blockchain Is a World Without Middlemen”, *Harvard Business Review*, Vol.6 No.3.
- Hackius, N. and Petersen, M. (2017), “Blockchain in logistics and supply chain: trick or treat?”, In *Digitalization in Supply Chain Management and Logistics: Smart and Digital Solutions for an Industry 4.0 Environment. Proceedings of the Hamburg International Conference of Logistics (HICL)*, Vol. 23, pp.3-18.
- Hald, K. S. and Kinra, A. (2019), “How the blockchain enables and constrains supply chain performance”, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol.49 No. 4, pp.376-397.
- Harshavardhan Reddy, B., Aravind Reddy, Y. and Sashi Rekha, K. (2019), “Blockchain: To Improve Economic Efficiency and Supply Chain Management in Agriculture”, *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering Regular Issue*, Vol.8 No.12, pp.4999-5004.
- Hasan, H., AlHadhrami, E., AlDhaheeri, A., Salah, K. and Jayaraman, R. (2019), “Smart contract-based approach for efficient shipment management”, *Computers & Industrial Engineering*, Vol.136 October, pp.149-159.
- Helo, P. and Hao, Y. (2019), “Blockchains in operations and supply chains: A model and reference implementation”, *Computers & Industrial Engineering*, Vol.136 October, pp.242-251.
- Heutger, M. and Kueckelhaus, M. (2018), “Blockchain in logistics”, available at: <https://www.logistics.dhl/content/dam/dhl/global/core/documents/pdf/glo-core-blockchain-trend-report.pdf> (Accessed on June 2021).
- Hoecht, A. and Trott, P. (2014), “How should firms deal with counterfeiting? A review of the success conditions of anti-counterfeiting strategies.”, *International Journal of*

- Emerging Markets*, Vol.9 No.1, pp.98-119.
- Holmberg, L. (2010), "Wine fraud", *International Journal of Wine Research*, Vol.2 No.1, pp.105–113.
- Holmström, J., Ketokivi, M. and Hameri, A.P. (2009), "Bridging practice and theory: a design science approach", *Decision Sciences*, Vol.40 No.1, pp.65-87.
- Hughes, A., Park, A., Kietzmann, J. and Archer-Brown, C. (2019), "Beyond Bitcoin: What blockchain and distributed ledger technologies mean for firms", *Business Horizons*, Vol.62 No.3, pp.273-281.
- Jamil, F., Hang, L., Kim, K. and Kim, D. (2019), "A novel medical blockchain model for drug supply chain integrity management in a smart hospital", *Electronics*, Vol.8 No.5, p.505.
- Jeong, K., e Hong, J. D. (2019), "The impact of information sharing on bullwhip effect reduction in a supply chain", *Journal of Intelligent Manufacturing*, Vol.30 No.4, pp. 1739–1751.
- Jiang, Q. and Ke, G. (2019), "Information sharing and bullwhip effect in smart destination network system", *Ad Hoc Networks*, Vol.87 May, pp.17–25.
- Johnson, S. (2018), "Beyond the Bitcoin bubble", *The New York Times*, 16 January.
- Kamath, R. (2018), "Food traceability on blockchain: Walmart's pork and mango pilots with IBM", *The Journal of the British Blockchain Association*, Vol.1 No.1, pp.47–53.
- Kamble, S., Gunasekaran, A. and Arha, H. (2019a), "Understanding the blockchain technology adoption in supply chains-Indian context", *International Journal of Production Research*, Vol.57 No.7, pp.2009–2033.
- Kamble, S. S., Gunasekaran, A. and Sharma, R. (2019b), "Modeling the blockchain enabled traceability in agriculture supply chain", *International Journal of Information Management*, Vol.52 June, p.101967.
- Kamilaris, A., Fonts, A. and Prenafeta-Boldú, F.X. (2019), "The rise of blockchain technology in agriculture and food supply chains", *Trends in Food Science & Technology*, Vol.91 September, pp.640–652.
- Kamiloglu, S. (2019), "Authenticity and traceability in beverages", *Food Chemistry*,

Vol.277 March, pp.12–24.

- Karamchandani, A., Srivastava, S. K. and Srivastava, R. K. (2019), “Perception-based model for analyzing the impact of enterprise blockchain adoption on SCM in the Indian service industry”, *International Journal of Information Management*, Vol.52 June, p.102019.
- Karlsson, C. and Åhlström, P. (2016), “*Research Methods for Operations Management*”, 2nd ed., Routledge, New York, NY.
- Khan, M. A. and Salah, K. (2018), “IoT security: Review, blockchain solutions, and open challenges”, *Future Generation Computer Systems*, Vol.82 May, pp.395-411.
- Kim, H. M. and Laskowski, M. (2018), “Toward an ontology-driven blockchain design for supply-chain provenance”, *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, Vol.25 No.1, pp.18-27.
- Kim, M., Hilton, B., Burks, Z. and Reyes, J. (2018), “Integrating blockchain, smart contract-tokens, and IoT to design a food traceability solution”, *IEEE 9th Annual Information Technology, Electronics and Mobile Communication Conference*, pp.335–340.
- Kim, J. S. and Shin, N. (2019), “The impact of blockchain technology application on supply chain partnership and performance”, *Sustainability*, Vol.11 No.21, p.6181.
- Kitchenham, B. and Charters, S. (2007), “Guidelines for Performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering”, *Technical Report*, Ver. 2.3 EBSE.
- Ko, T., Lee, J. and Ryu, D. (2018), “Blockchain technology and manufacturing industry: real-time transparency and cost savings”, *Sustainability*, Vol.10 No.11, pp.1-20.
- Köhler, S. and Pizzol, M. (2020), “Technology assessment of blockchain-based technologies in the food supply chain”, *Journal of cleaner production*, Vol.269 October, p.122193.
- Korpela, K., Hallikas, J. and Dahlberg, T. (2017), “Digital supply chain transformation toward blockchain integration”, In *proceedings of the 50th Hawaii international conference on system sciences*.
- Kouhizadeh, M. and Sarkis, J. (2018), “Blockchain practices, potentials, and perspectives in greening supply chains”, *Sustainability*, Vol.10 No.10, p.3652.
- Kouhizadeh, M., Zhu, Q. and Sarkis, J. (2020), “Blockchain and the circular economy: potential tensions and critical reflections from practice”, *Production Planning &*

Control, Vol.31 No.11-12, pp.950-966.

- Kshetri, N. (2018), "Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives", *International Journal of Information Management*, Vol.39 April, pp.80–89.
- Kshetri, N. (2019), "Blockchain and the economics of food safety", *IT Professional*, Vol.21 No.3, pp.63–66.
- Kumar, A., Liu, R. and Shan, Z. (2019), "Is blockchain a silver bullet for supply chain management? Technical challenges and research opportunities", *Decision Sciences*, Vol.51 No.1, pp.8-37.
- Lacity, M. C. (2018), "Addressing key challenges to making enterprise blockchain applications a reality", *MIS Quarterly Executive*, Vol.17 No.3, pp.201-222.
- Leong, C., Viskin, T. and Stewart, R. (2019), "Blockchain in food supply chain", available at: <https://www.accenture.com/us-en/insights/blockchain/food-traceability> (Accessed on June 2021).
- Lewis, A. (2015), "A gentle introduction to blockchain technology", Bits on Blocks.
- Li, L. (2013), "Technology designed to combat fakes in the global supply chain", *Business Horizons*, Vol.56 No.2, pp.167–177.
- Lin, Q., Wang, H., Pei, X. and Wang, J. (2019), "Food safety traceability system based on blockchain and EPCIS", *IEEE Access*, Vol.7, pp.20698–20707.
- Liu, Z. and Li, Z. (2020), "A blockchain-based framework of cross-border e-commerce supply chain", *International Journal of Information Management*, Vol.52 June, p.102059.
- Lo, S.K., Xu, X., Wang, C., Weber, I., Rimba, P., Lu, Q. and Staples, M. (2019), "Digital-physical parity for food fraud detection", *International Conference on Blockchain*, pp.65–79.
- Longo, F., Nicoletti, L., Padovano, A., d'Atri, G. and Forte, M. (2019), "Blockchain-enabled supply chain: An experimental study", *Computers & Industrial Engineering*, Vol.136 October, pp.57-69.
- Longo, F., Nicoletti, L. and Padovano, A. (2019), "Estimating the impact of blockchain

adoption in the food processing industry and supply chain”, *International Journal of Food Engineering*, Vol.16 Nos.5-6.

Lu, D., Moreno-Sanchez, P., Zeryihun, A., Bajpayi, S., Yin, S., Feldman, K., Kosofsky, J., Mitra, P. and Kate, A. (2019), “Reducing automotive counterfeiting using blockchain: benefits and challenges”, *IEEE International Conference on Decentralized Applications and Infrastructures*, pp.39–48.

Lu, Q. and Xu, X. (2017), “Adaptable blockchain-based systems: A case study for product traceability”, *Ieee Software*, Vol.34 No.6, pp.21-27.

Lybecker, K.M. (2007), “Rx Roulette: combatting counterfeit pharmaceuticals in developing nations”, *Managerial and Decision Economics*, Vol.28 Nos.4/5, pp.509–520.

Mackey, T.K. and Nayyar, G. (2017), “A review of existing and emerging digital technologies to combat the global trade in fake medicines”, *Expert Opinion on Drug Safety*, Vol.16 No.5, pp.587–602.

Manupati, V. K., Schoenherr, T., Ramkumar, M., Wagner, S. M., Pabba, S. K. and Inder Raj Singh, R. (2020), “A blockchain-based approach for a multi-echelon sustainable supply chain”, *International Journal of Production Research*, Vol.58 No.7, pp.2222-2241.

Martinez, V., Zhao, M., Blujdea, C., Han, X., Neely, A. and Albores, P. (2019), “Blockchain-driven customer order management”, *International Journal of Operations & Production Management*, Vol.39 Nos.6/7/8, pp.993–1022.

Mendling, J., Weber, I., Aalst, W. V. D., Brocke, J. V., Cabanillas, C., Daniel, F., ... and Zhu, L. (2018), “Blockchains for business process management-challenges and opportunities”, *ACM Transactions on Management Information Systems (TMIS)*, Vol.9 No.1, pp.1-16.

Michelman, P. (2017), “Seeing beyond the blockchain hype”, *MIT Sloan Management Review*, Vol.58 No.4, pp.17–19.

Miles, M.B., Huberman, A.M. (1994), *Qualitative data analysis: an expanded sourcebook*, Sage Publications, Thousand Oaks, CA.

Min, H. (2019), “Blockchain technology for enhancing supply chain resilience”, *Business Horizons*, Vol.62 No.1, pp.35-45.

Mondal, S., Wijewardena, K. P., Karuppuswami, S., Kriti, N., Kumar, D. and Chahal, P.

- (2019), “Blockchain inspired RFID-based information architecture for food supply chain”, *IEEE Internet of Things Journal*, Vol.6 No.3, pp.5803-5813.
- Montecchi, M., Plangger, K. and Etter, M. (2019), “It’s real, trust me! Establishing supply chain provenance using blockchain”, *Business Horizons*, Vol.62 No.3, pp.283–293.
- Morkunas, V. J., Paschen, J. and Boon, E. (2019), “How blockchain technologies impact your business model”, *Business Horizons*, Vol.62 No.3, pp.295-306.
- Mougayar, W. (2016), “The business blockchain: promise, practice, and application of the next Internet technology”, John Wiley & Sons.
- Nakamoto, S. (2008), “Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System”, available at: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf> (Accessed on June 2021).
- Nandi, M. L., Nandi, S., Moya, H. and Kaynak, H (2020), “Blockchain technology-enabled supply chain systems and supply chain performance: a resource-based view”, *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol.25 No.6, pp.10-22.
- O'Leary, D. E. (2017), “Configuring blockchain architectures for transaction information in blockchain consortiums: The case of accounting and supply chain systems”, *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, Vol.24 No.4, pp.138-147.
- Pally, V. and Reddy, V. (2019), “Enhancing supply chain management using blockchain technology”, *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, Vol.8 No.6, pp.2249-8958.
- Pan, X., Pan, X., Song, M., Ai, B. and Ming, Y. (2019), “Blockchain technology and enterprise operational capabilities: An empirical test”, *International Journal of Information Management*, Vol.52 June, p.101946.
- Pandey, S. C. and Patnaik, S. (2014), “Establishing reliability and validity in qualitative inquiry: A critical examination”, *Jharkhand journal of development and management studies*, Vol.12 No.1, pp.5743-5753.
- Perboli, G., Musso, S. and Rosano, M. (2018), “Blockchain in logistics and supply chain: A lean approach for designing real-world use cases”, *Ieee Access*, Vol.6 October, pp.62018-62028.
- Petersen, M., Hackius, N. and von See, B. (2018), “Mapping the sea of opportunities: Blockchain in supply chain and logistics”, *it-Information Technology*, Vol.60 No.5-6,

pp.263-271.

- Pilkington, M. (2016), “Blockchain Technology: Principles and Applications”, *Research Handbook on Digital Transformations*, p. 225.
- Pournader, M., Shi, Y., Seuring, S. and Koh, S. L. (2019), “Blockchain applications in supply chains, transport and logistics: a systematic review of the literature”, *International Journal of Production Research*, Vol.58 No.7, pp.2063-2081.
- Przyswa, E. (2014), “Counterfeiting in the wines and spirit market. key issues and presentation of counterfeiting technologies”, available at: <http://selinko.com/site/wp-content/uploads/2014/06/Anti-counterfeiting-study-wines-and-spirits-market.pdf> (Accessed on June 2021).
- Pustjens, A.M., Weesepeol, Y. and van Ruth, S.M. (2016), “Food fraud and authenticity: emerging issues and future trends”, in Leadley, C. (Ed.), *Innovation and Future Trends in Food Manufacturing and Supply Chain Technologies*, Woodhead Publishing, Cambridge, UK. pp.3–20.
- PwC (2018), “Food: I Millennials e la Gen Z cercano qualità, trasparenza e sostenibilità”, available at: https://www.pwc.com/it/it/press-room/assets/docs/cs_pwc_food.pdf (Accessed on May 2021).
- Queiroz, M.M., Telles, R. and Bonilla, S.H. (2019), “Blockchain and supply chain management integration: a systematic review of the literature”, *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol.25 No.2, pp.241-254.
- Queiroz, M. M. and Wamba, S. F. (2019), “Blockchain adoption challenges in supply chain: An empirical investigation of the main drivers in India and the USA”, *International Journal of Information Management*, Vol.46 June, pp.70-82.
- Radziwill, N. (2018), “Blockchain revolution: How the technology behind Bitcoin is changing money, business, and the world”, *The Quality Management Journal*, Vol.25 No.1, pp.64-65.
- Raval, S. (2016), “*Decentralized Applications: Harnessing Bitcoin’s Blockchain Technology*”, O’Reilly, Beijing, Boston, Farnham, Sebastopol, Tokyo.
- Rejeb, A., Keogh, J. G. and Treiblmaier, H. (2019), “Leveraging the internet of things and blockchain technology in supply chain management”, *Future Internet*, Vol.11 No.7,

p.161.

- Roeck, D., Sternberg, H. and Hofmann, E. (2019), “Distributed Ledger Technology in Supply Chains: A Transaction Cost Perspective”, *International Journal of Production Research*, Vol.58, pp.2124–2141.
- Rogerson, M. and Parry, G. C. (2020), “Blockchain: case studies in food supply chain visibility”, *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol.25 No.5, pp.601-614.
- Saberi, S., Kouhizadeh, M. and Sarkis, J. (2019a), “Blockchains and the supply chain: Findings from a broad study of practitioners”, *IEEE Engineering Management Review*, Vol.47 No.3, pp.95-103.
- Saberi, S., Kouhizadeh, M., Sarkis, J. and Shen, L. (2019b), “Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management”, *International Journal of Production Research*, Vol.57 No.7, pp.1-19.
- Salah, K., Nizamuddin, N., Jayaraman, R. and Omar, M. (2019), “Blockchain-based soybean traceability in agricultural supply chain”, *IEEE Access*, Vol.7, pp.73295-73305.
- Sander, F., Semeijn, J. and Mahr, D. (2018), “The acceptance of blockchain technology in meat traceability and transparency”, *British Food Journal*, Vol.120 No.9, pp.2066-2079.
- Šandi, S., Radonjić, S., Drobnjak, J., Simeunović, M., Stamatović, B. and Popović, T. (2018), “Smart tags for brand protection and anti-counterfeiting in wine industry”, *23rd International Scientific-Professional Conference on Information Technology*, pp.1–5.
- Schmidt, C.G. and Wagner, S.M. (2019), “Blockchain and supply chain relations: A transaction cost theory perspective”, *Journal of Purchasing and Supply Management*, Vol.25 No.4, p.100552.
- SCImago (2019), “SCImago journal ranking”, available at: <https://www.scimagojr.com/> (Accessed on March 2021).
- Sheel, A. and Nath, V. (2018), “Effect of blockchain technology adoption on supply chain adaptability, agility, alignment and performance”, *Management Research Review*, Vol.42 No.12, pp.1353-1374.
- Singhal, B., Dhameja, G. and Panda, P.S. (2018), “*Beginning Blockchain: a beginner’s*

guide to building blockchain solutions”, Apress, New York, NY.

Spink, J., Moyer, D.C., Park, H. and Heinonen, J.A. (2013), “Defining the types of counterfeiters, counterfeiting and offender organizations”, *Crime Science*, Vol.2 No.8, pp.1-10.

Statista (2020), *Worldwide spending on blockchain solutions*, available at: <https://www.statista.com/statistics/800426/worldwide-blockchain-solutions-spending/> (Accessed on June 2021).

Stevenson, M. and Busby, J. (2015), “An Exploratory Analysis of Counterfeiting Strategies”, *International Journal of Operations and Production Management*, Vol.35 No.1, pp.110–144.

Supranee, S. and Rotchanakitumnuai, S. (2017), “The acceptance of the application of blockchain technology in the supply chain process of the Thai automotive industry”, In *Proceedings of the International Conference on Electronic Business (ICEB)*, Vol. 2017, pp.252-257.

Surasak, T., Wattanavichean, N., Preuksakarn, C. and Huang, S.C.H. (2019), "Thai Agriculture Products Traceability System using Blockchain and Internet of Things", *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, Vol.10 No.9, pp.578–583.

Swan, M. (2015), “*Blockchain: Blueprint for a new economy*”, O’Reilly Media, Sebastopol, CA.

Sylim, P., Liu, F., Marcelo, A. and Fontelo, P. (2018), “Blockchain technology for detecting falsified and substandard drugs in distribution: pharmaceutical supply chain intervention”, *JMIR research protocols*, Vol.7 No.9, p. e10163.

Szabo, N. (1997), “Formalizing and securing relationships on public networks”, *First monday*.

Tapscott, D. and Tapscott, A. (2017), “How blockchain will change organizations”, *MIT Sloan Management Review*, Vol.58 No.2, pp.10-13.

The Economist (2015), “The trust machine: How the technology behind bitcoin could change the world”, 31 October, available at: <https://www.economist.com/weeklyedition/2015-10-31> (Accessed on February 2021).

- The Guardian* (2014), “Italian police foil counterfeit Tuscan red wine scam in biggest food fraud”, 11 September.
- The Local* (2018), “Massive Côte du Rhône fine-wine fraud uncovered by French police”, 16 March.
- Thiruchelvam, V., Mughisha, A. S., Shahpasand, M. and Bamiah, M. (2018), “Blockchain-based technology in the coffee supply chain trade: case of Burundi coffee”, *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering (JTEC)*, Vol.10 Nos.3-2, pp.121-125.
- Tian, F. (2016), “An agri-food supply chain traceability system for China based on RFID & blockchain technology”, *In 2016 13th international conference on service systems and service management (ICSSSM)*, pp. 1-6.
- Tian, F. (2017), “A supply chain traceability system for food safety based on HACCP, blockchain & Internet of things”, *In 2017 International conference on service systems and service management*, pp.1-6.
- Tijan, E., Aksentijević, S., Ivanić, K. and Jardas, M. (2019), “Blockchain technology implementation in logistics”, *Sustainability*, Vol.11 No.4, p.1185.
- Tönnissen, S. and Teuteberg, F. (2019), “Analysing the impact of blockchain-technology for operations and supply chain management: An explanatory model drawn from multiple case studies”, *International Journal of Information Management*, Vol.52 June, p.101953.
- Toyoda, K., Mathiopoulos, P. T., Sasase, I. and Ohtsuki, T. (2017), “A novel blockchain-based product ownership management system (POMS) for anti-counterfeits in the post supply chain”, *IEEE access*, Vol.5, pp.17465-17477.
- Tranfield, D., Denyer, D. and Smart, P. (2003), “Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review”, *British Journal of Management*, Vol.14 No.3, pp.207–222.
- Treiblmaier, H. (2018), “The impact of the blockchain on the supply chain: a theory-based research framework and a call for action”, *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol.23 No.6, pp.545–559.
- Tribis, Y., El Bouchtli, A. and Bouayad, H. (2018), ‘Supply Chain Management based on

- blockchain. A Systematic Mapping Study”, in *MATEC Web Conferences*, Vol. 200, pp. 1-8.
- van Hoek, R. (2019a), “Exploring blockchain implementation in the supply chain”, *International Journal of Operations & Production Management*, Vol.39 Nos.6/7/8, pp.829–859.
- van Hoek, R. (2019b), “Unblocking the chain—findings from an executive workshop on blockchain in the supply chain”, *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol.25 No.2, pp.255-261.
- Venkatesh, V. G., Kang, K., Wang, B., Zhong, R. Y. and Zhang, A. (2019), “System architecture for blockchain based transparency of supply chain social sustainability”, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, Vol.63 June, p.101896.
- Verhoeven, P., Sinn, F. and Herden, T.T. (2018), “Examples for blockchain implementations in logistics and supply chain management: exploring the mindful use of a new technology”, *Logistics*, Vol.2 No.20, pp.1-19.
- Villano, C., Lisanti, M.T., Gambuti, A., Vecchio, R., Moio, L., Frusciante, L., Aversano, R. and Carpato, D. (2017), “Wine varietal authentication based on phenolics, volatiles and DNA markers: state of the art, perspectives and drawbacks”, *Food Control*, Vol.80 October, pp.1–10.
- Viriyasitavat, W. and Hoonsoon, D. (2019), “Blockchain characteristics and consensus in modern business processes”, *Journal of Industrial Information Integration*, Vol.13 March, pp.32-39.
- Voss, C., Johnson, M. and Godsell, J. (2016), “Case research”, in Karlsson, C. (Ed.), *Research Methods for Operations Management*, Routledge, London, pp.165–197.
- Wamba, S.F. and Queiroz, M.M. (2020), “Blockchain in the operations and supply chain management: Benefits, challenges and future research opportunities”, *International Journal of Information Management*, Vol. 52 June, 102064.
- Wang, J., Wu, P., Wang, X. and Shou, W. (2017), “The outlook of blockchain technology for construction engineering management”, *Frontiers of Engineering Management*, Vol.4 No.1, pp.67-75.
- Wang, Y., Han, J.H. and Beynon-Davies, P. (2019a), "Understanding blockchain technology

- for future supply chains: a systematic literature review and research agenda", *Supply Chain Management*, Vol.24 No.1, pp.62–84.
- Wang, Y., Singgih, M., Wang, J. and Rit, M. (2019b), "Making sense of blockchain technology: how will it transform supply chains?", *International Journal of Production Economics*, Vol.211 May, pp.221–236.
- Whipple, J. M. and Roh, J. (2010), "Agency theory and quality fade in buyer-supplier relationships", *The International Journal of Logistics Management*, Vol.21 No.3, pp.338-352.
- Wilcock, A. E. and Boys, K. A. (2014), "Reduce product counterfeiting: An integrated approach", *Business Horizons*, Vol.57 No.2, pp.279-288.
- Wine2wine (2018), "Blockchain nella filiera del vino cosa funziona, e cosa no", available at: <https://www.wine2wine.net/blockchain-cosafunziona/> (Accessed on June 2021).
- Wine Folly (2016), "Reality of wine prices (what you get for what you spend)", available at: <https://winefolly.com/update/reality-of-wine-prices-what-you-get-for-what-you-spend/> (Accessed on June 2021).
- Wong, L. W., Leong, L. Y., Hew, J. J., Tan, G. W. H. and Ooi, K. B. (2019), "Time to seize the digital evolution: Adoption of blockchain in operations and supply chain management among Malaysian SMEs", *International Journal of Information Management*, Vol. 52 June, June.
- World Health Organization (2019), "Food safety", available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/food-safety> (Accessed on June 2021).
- World Trade Organization (2020), "Glossary: Counterfeit Definition", available at: https://www.wto.org/english/thewto_e/glossary_e/glossary_e.html (Accessed on June 2021).
- Xu, X., Lu, Q., Liu, Y., Zhu, L., Yao, H. and Vasilakos, A. V. (2019), "Designing blockchain-based applications a case study for imported product traceability", *Future Generation Computer Systems*, Vol.92 March, pp.399-406.
- Yadav, S. and Singh, S. P. (2020), "Blockchain critical success factors for sustainable supply chain", *Resources, Conservation and Recycling*, Vol.152 January, p.104505.
- Yang, C. S. (2019), "Maritime shipping digitalization: Blockchain-based technology

- applications, future improvements, and intention to use”, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol.131 November, pp.108-117.
- Yaqoob, S., Khan, M. M., Talib, R., Butt, A. D., Saleem, S., Arif, F. and Nadeem, A. (2019), “Use of blockchain in healthcare: A systematic literature review”, *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, Vol.10 No.5, p.10.
- Yiannas, F. (2018), “A new era of food transparency powered by blockchain”, *Innovations: Technology, Governance, Globalization*, Vol.12 Nos.1–2, pp.46–56.
- Yin, R.K. (2017), “*Case study research and applications: design and methods*”, Sage Publications, Thousand Oaks, CA.
- Ying, W., Jia, S. and Du, W. (2018), "Digital enablement of blockchain: evidence from HNA group", *International Journal of Information Management*, Vol.39 April, pp.1–4.
- Yong, B., Shen, J., Liu, X., Li, F., Chen, H. and Zhou, Q. (2019), “An intelligent blockchain-based system for safe vaccine supply and supervision”, *International Journal of Information Management*, Vol.52 June, p.102024.
- Zelbst, P. J., Green, K. W., Sower, V. E. and Bond, P. L. (2019), “The impact of RFID, IIoT, and Blockchain technologies on supply chain transparency”, *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol.31 No.3, pp.441-457.
- Zhang, A., Zhong, R. Y., Farooque, M., Kang, K. and Venkatesh, V. G. (2020), “Blockchain-based life cycle assessment: An implementation framework and system architecture”, *Resources, Conservation and Recycling*, Vol.152, p.104512.
- Zhao, G., Liu, S., Lopez, C., Lu, H., Elgueta, S., Chen, H. and Boshkoska, B.M. (2019), “Blockchain technology in agri-food value chain management: a synthesis of applications, challenges and future research directions”, *Computers in Industry*, Vol.109 August, pp.83–99.
- Zheng, Z, Shaoan, X. (2018), “Blockchain challenges and opportunities: a survey”, *Int. J. Web and Drid Services*, Vol.14 No.4, pp. 352-375.

Appendice A– Articoli del database

| Author and year | Title | Journal | Journal main area | Main methodology |
|---|---|--|-------------------------------------|--------------------------------|
| Adams, R., Parry, G., Godsiff, P. and Ward, P. (2017) | The future of money and further applications of the blockchain | <i>Strategic Change</i> | Business, Management and Accounting | Conceptual |
| Azzi, R., Chamoun, R. K. and Sokhn, M. (2019) | The power of a blockchain-based supply chain | <i>Computers and Industrial Engineering</i> | Computer Science | Descriptive |
| Behnke, K. and Janssen, M. F. W. H. A. (2020) | Boundary conditions for traceability in food supply chains using blockchain technology | <i>International Journal of Information Management</i> | Computer science | Multiple case study |
| Biswas, B. and Gupta, R. (2019) | Analysis of barriers to implement blockchain in industry and service sectors | <i>Computers & Industrial Engineering</i> | Computer Science | Conceptual (Literature review) |
| Bumblauskas, D., Mann, A., Dugan, B. and Rittmer, J. (2019) | A blockchain use case in food distribution: Do you know where your food has been? | <i>International Journal of Information Management</i> | Computer Science | Single case study |
| Chang, S. E., Chen, Y. C. and Lu, M. F. (2019) | Supply chain re-engineering using blockchain technology: A case of smart contract based tracking process | <i>Technological Forecasting and Social Change</i> | Business, Management and Accounting | Conceptual |
| Chang, Y., Iakovou, E. and Shi, W. (2019) | Blockchain in global supply chains and cross border trade: a critical synthesis of the state-of-the-art, challenges and opportunities | <i>International Journal of Production Research</i> | Business, Management and Accounting | Conceptual (Literature review) |
| Choi, T. M. (2019) | Blockchain-technology-supported platforms for diamond authentication and certification in luxury supply chains | <i>Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review</i> | Business, Management and Accounting | Conceptual |
| Choi, T. M. and Luo, S. (2019) | Data quality challenges for sustainable fashion supply chain operations in emerging markets: Roles of blockchain, government sponsors and environment taxes | <i>Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review</i> | Business, Management and Accounting | Conceptual |

| | | | | |
|--|--|--|-------------------------------------|--------------------------------|
| Choi, T. M., Wen, X., Sun, X. and Chung, S. H. (2019) | The mean-variance approach for global supply chain risk analysis with air logistics in the blockchain technology era | <i>Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review</i> | Business, Management and Accounting | Conceptual |
| Cole, R., Stevenson, M. and Aitken, J. (2019) | Blockchain technology: implications for operations and supply chain management | <i>Supply Chain Management: An International Journal</i> | Business, Management and Accounting | Conceptual (Literature review) |
| Di Vaio, A. and Varriale, L. (2019) | Blockchain technology in supply chain management for sustainable performance: Evidence from the airport industry | <i>International Journal of Information Management</i> | Computer Science | Conceptual (Literature review) |
| Dolgui, A., Ivanov, D., Potryasaev, S., Sokolov, B., Ivanova, M. and Werner, F. (2019) | Blockchain-oriented dynamic modelling of smart contract design and execution in the supply chain | <i>International Journal of Production Research</i> | Business, Management and Accounting | Conceptual |
| Felin, T. and Lakhani, K. (2018) | What problems will you solve with blockchain? | <i>MIT Sloan Management Review</i> | Business, Management and Accounting | Descriptive |
| Gao, Z., Xu, L., Chen, L., Zhao, X., Lu, Y. and Shi, W. (2018) | CoC: A Unified Distributed Ledger Based Supply Chain Management System | <i>Journal of Computer Science and Technology</i> | Computer Science | Descriptive |
| Gausdal, A. H., Czachorowski, K. V. and Solesvik, M. Z. (2018) | Applying Blockchain technology: Evidence from Norwegian companies | <i>Sustainability</i> | Energy | Multiple case study |
| George, R. V., Harsh, H. O., Ray, P. and Babu, A. K. (2019) | Food quality traceability prototype for restaurants using blockchain and food quality data index | <i>Journal of Cleaner Production</i> | Business, Management and Accounting | Descriptive |
| Hald, K. S. and Kinra, A. (2019) | How the blockchain enables and constrains supply chain performance | <i>International Journal of Physical Distribution and Logistics Management</i> | Business, Management and Accounting | Conceptual (Literature review) |

| | | | | |
|--|---|---|--------------------------------------|--------------------------------|
| Harshavardhan Reddy, B., Aravind Reddy, Y. and Sashi Rekha, K. (2019) | Blockchain: To improvise economic efficiency and supply chain management in agriculture | <i>International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering</i> | Computer Science | Conceptual |
| Hasan, H., AlHadhrami, E., AlDhaheri, A., Salah, K. and Jayaraman, R. (2019) | Smart contract-based approach for efficient shipment management | <i>Computers and Industrial Engineering</i> | Computer Science | Descriptive |
| Helo, P. and Hao, Y. (2019) | Blockchains in operations and supply chains: A model and reference implementation | <i>Computers and Industrial Engineering</i> | Computer Science | Descriptive |
| Hughes, A., Park, A., Kietzmann, J. and Archer-Brown, C. (2019) | Beyond Bitcoin: What blockchain and distributed ledger technologies mean for firms | <i>Business Horizons</i> | Business, Management and Accounting | Conceptual |
| Jamil, F., Hang, L., Kim, K. H. and Kim, D. H. (2019) | A novel medical blockchain model for drug supply chain integrity management in a smart hospital | <i>Electronics (Switzerland)</i> | Computer Science | Descriptive |
| Kamble, S., Gunasekaran, A. and Arha, H. (2019a) | Understanding the Blockchain technology adoption in supply chains-Indian context | <i>International Journal of Production Research</i> | Business, Management and Accounting | Survey |
| Kamble, S. S., Gunasekaran, A. and Sharma, R. (2019b) | Modeling the blockchain enabled traceability in agriculture supply chain | <i>International Journal of Information Management</i> | Computer Science | Conceptual (Literature review) |
| Kamilaris, A., Fonts, A. and Prenafeta-Boldú, F. X. (2019) | The rise of blockchain technology in agriculture and food supply chains | <i>Trends in Food Science & Technology</i> | Agricultural and Biological Sciences | Conceptual (Literature review) |
| Karamchandani, A., Srivastava, S. K. and Srivastava, R. K. (2019) | Perception-based model for analyzing the impact of enterprise blockchain adoption on supply chain management in the Indian service industry | <i>International Journal of Information Management</i> | Computer Science | Survey |
| Kim, H. M. and Laskowski, M. (2018) | Toward an ontology-driven blockchain design for supply-chain provenance | <i>Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management</i> | Business, Management and Accounting | Conceptual |
| Ko, T., Lee, J. and Ryu, D. (2018) | Blockchain technology and manufacturing industry: Real-time transparency and cost savings | <i>Sustainability</i> | Energy | Conceptual |

| | | | | |
|---|--|--|--------------------------------------|--------------------------------|
| Kshetri, N. (2018) | Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives | <i>International Journal of Information Management</i> | Computer Science | Multiply case study |
| Kshetri, N. (2019) | Blockchain and the Economics of Food Safety | <i>IT Professional</i> | Computer Science | Conceptual |
| Kumar, A., Liu, R. and Shan, Z. (2019) | Is Blockchain a Silver Bullet for Supply Chain Management? Technical Challenges and Research Opportunities | <i>Decision Sciences</i> | Business, Management and Accounting | Conceptual |
| Lacity, M. C. (2018) | Addressing key challenges to making enterprise blockchain applications a reality | <i>MIS Quarterly Executive</i> | Economics, Econometrics and Finance | Experts' interviews |
| Lin, Q., Wang, H., Pei, X. and Wang, J. (2019) | Food Safety Traceability System Based on Blockchain and EPCIS | <i>IEEE Access</i> | Computer Science | Conceptual |
| Longo, F., Nicoletti, L., Padovano, A., D'Atri, G. and Forte, M. (2019) | Blockchain-enabled supply chain: An experimental study | <i>Computers and Industrial Engineering</i> | Computer Science | Conceptual |
| Longo, F., Nicoletti, L. and Padovano, A. (2019) | Estimating the Impact of Blockchain Adoption in the Food Processing Industry and Supply Chain | <i>International Journal of Food Engineering</i> | Agricultural and Biological Sciences | Conceptual (Literature review) |
| Lu, Q. and Xu, X. (2017) | Adaptable Blockchain-Based Systems: A Case Study for Product Traceability | <i>IEEE Software</i> | Computer Science | Single case study |
| Manupati, V. K., Schoenherr, T., Ramkumar, M., Wagner, S. M., Pabba, S. K. and Inder Raj Singh, R. (2019) | A blockchain-based approach for a multi-echelon sustainable supply chain | <i>International Journal of Production Research</i> | Business, Management and Accounting | Descriptive |
| Martinez Hernandez, V., Neely, A., Albores, P., Han, X., Zhao, M. and Blujdea, C. (2019) | Blockchain-Driven Customer Order Management | <i>International Journal of Operations and Production Management</i> | Business, Management and Accounting | Single case study |

| | | | | |
|--|---|---|-------------------------------------|--------------------------------|
| Min, H. (2019) | Blockchain technology for enhancing supply chain resilience | <i>Business Horizons</i> | Business, Management and Accounting | Conceptual |
| Morkunas, V. J., Paschen, J. and Boon, E. (2019) | How blockchain technologies impact your business model | <i>Business Horizons</i> | Business, Management and Accounting | Conceptual |
| Mondal, S., Wijewardena, K. P., Karuppuswami, S., Kriti, | Blockchain inspired RFID-based information architecture for food supply chain | <i>IEEE Internet of Things Journal</i> | Computer Science | Conceptual |
| Montecchi, M., Plangger, K. and Etter, M. (2019) | It's real, trust me! Establishing supply chain provenance using blockchain | <i>Business Horizons</i> | Business, Management and Accounting | Conceptual |
| O'Leary, D. E. (2017) | Configuring blockchain architectures for transaction information in blockchain consortiums: The case of accounting and supply chain systems | <i>Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management</i> | Business, Management and Accounting | Conceptual |
| Pally, V. and Reddy, V. (2019) | Enhancing Supply Chain Management Using Blockchain Technology | <i>International Journal of Engineering and Advanced Technology</i> | Computer Science | Descriptive |
| Pan, Xiongfeng, Pan, Xianyou, Song, M., Ai, B. and Ming, Y. (2019) | Blockchain technology and enterprise operational capabilities: An empirical test | <i>International Journal of Information Management</i> | Computer Science | Descriptive |
| Perboli, G., Musso, S. and Rosano, M. (2018) | Blockchain in Logistics and Supply Chain: A Lean Approach for Designing Real-World Use Cases | <i>IEEE Access</i> | Computer Science | Conceptual (Literature review) |
| Petersen, M., Hackius, N. and von See, B. (2018) | Mapping the sea of opportunities: Blockchain in supply chain and logistics | <i>IT - Information Technology</i> | Computer Science | Conceptual |
| Pournader, M., Shi, Y., Seuring, S. and Koh, S. C. L. (2019) | Blockchain applications in supply chains, transport and logistics: a systematic review of the literature | <i>International Journal of Production Research</i> | Business, Management and Accounting | Conceptual (Literature review) |

| | | | | |
|---|---|--|--------------------------------------|--------------------------------|
| Queiroz, M. M. and Wamba, S. (2019) | Blockchain adoption challenges in supply chain: An empirical investigation of the main drivers in India and the USA | <i>International Journal of Information Management</i> | Computer Science | Survey |
| Rejeb, A., Keogh, J. G. and Treiblmaier, H. (2019) | Leveraging the Internet of Things and blockchain technology in Supply Chain Management | <i>Future Internet</i> | Computer Science | Conceptual (Literature review) |
| Roeck, D., Sternberg, H. and Hofmann, E. (2019) | Distributed ledger technology in supply chains: a transaction cost perspective | <i>International Journal of Production Research</i> | Business, Management and Accounting | Multiple case study |
| Saberi, S., Kouhizadeh, M. and Sarkis, J. (2019a) | Blockchains and the Supply Chain: Findings from a Broad Study of Practitioners | <i>IEEE Engineering Management Review</i> | Business, Management and Accounting | Survey |
| Saberi, S., Kouhizadeh, M., Sarkis, J. and Shen, L. (2019b) | Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management | <i>International Journal of Production Research</i> | Business, Management and Accounting | Conceptual |
| Salah, K., Nizamuddin, N., Jayaraman, R. and Omar, M. (2019) | Blockchain-Based Soybean Traceability in Agricultural Supply Chain | <i>IEEE Access</i> | Computer Science | Descriptive |
| Sander, F., Semeijn, J. and Mahr, D. (2018) | The acceptance of blockchain technology in meat traceability and transparency | <i>British Food Journal</i> | Agricultural and Biological Sciences | Survey |
| Schmidt, C. G. and Wagner, S. M. (2019) | Blockchain and supply chain relations: A transaction cost theory perspective | <i>Journal of Purchasing and Supply Management</i> | Business, Management and Accounting | Conceptual |
| Sheel, A. and Nath, V. (2018) | Effect of blockchain technology adoption on supply chain adaptability, agility, alignment and performance Blockchain technology adoption | <i>Management Research review</i> | Business, Management and Accounting | Conceptual (Literature review) |
| Surasak, T., Wattanavichean, N., Preuksakarn, C. and Huang, S. C. H. (2019) | Thai agriculture products traceability system using blockchain and Internet of Things | <i>International Journal of Advanced Computer Science and Applications</i> | Computer Science | Descriptive |

| | | | | |
|---|---|--|---|--------------------------------|
| Thiruchelvam, V., Mughisha, A. S., Shahpasand, M. and Bamiah, M. (2018) | Blockchain-based technology in the coffee supply chain trade: Case of Burundi coffee | <i>Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering</i> | Computer Science | Survey |
| Tijan, E., Aksentijević, S., Ivanić, K. and Jardas, M. (2019) | Blockchain technology implementation in logistics | <i>Sustainability</i> | Energy | Conceptual (Literature review) |
| Tönnissen, S. and Teuteberg, F. (2019) | Analysing the impact of blockchain-technology for operations and supply chain management: An explanatory model drawn from multiple case studies | <i>International Journal of Information Management</i> | Computer Science | Multiple case study |
| Toyoda, K. T., Mathiopoulos, P., Sasase, I. and Ohtsuki, T. (2017) | A Novel Blockchain-Based Product Ownership Management System (POMS) for Anti-Counterfeits in the Post Supply Chain | <i>IEEE Access</i> | Computer Science | Descriptive |
| Treiblmaier, H. (2018) | The impact of the blockchain on the supply chain: a theory-based research framework and a call for action | <i>Supply Chain Management: An International Journal</i> | Business, Management and Accounting | Conceptual |
| van Hoek, R. Van (2019a) | Exploring blockchain implementation in the supply chain Learning from pioneers and RFID research | <i>International Journal of Operations and Production Management</i> | Business, Management and Accounting | Experts' interviews |
| van Hoek, R. Van (2019b) | Unblocking the chain – findings from an executive workshop on blockchain in the supply chain | <i>Supply Chain Management: An International Journal</i> | Business, Management and Accounting | Experts' interviews |
| Venkatesh, V. G., Kang, K., Wang, B., Zhong, R. Y. and Zhang, A. (2019) | System architecture for blockchain based transparency of supply chain social sustainability | <i>Robotics and Computer Integrated Manufacturing</i> | Computer Science | Conceptual |
| Wang, Y., Singgih, M., Wang, J. and Rit, M. (2019b) | Making sense of blockchain technology: How will it transform supply chains? | <i>International Journal of Production Economics</i> | Operations Management - Business, Management and Accounting | Experts' interviews |

| | | | | |
|---|--|--|-------------------------------------|--------------------------------|
| Wong, L.-W., Leong, L.-Y., Hew, J.-J., Tan, G. W.-H. and Ooi, K.-B. (2019) | Time to seize the digital evolution: Adoption of blockchain in operations and supply chain management among Malaysian SMEs | <i>International Journal of Information Management</i> | Computer Science | Survey |
| Yadav, S. and Singh, S. P. (2020) | Blockchain critical success factors for sustainable supply chain | <i>Resources, Conservation and Recycling</i> | Economics, Econometrics and Finance | Conceptual |
| Yang, C. S. (2019) | Maritime shipping digitalization: Blockchain-based technology applications, future improvements, and intention to use | <i>Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review</i> | Business, Management and Accounting | Survey |
| Yaqoob, S., Khan, M. M., Talib, R., Butt, A. D., Saleem, S., Arif, F. and Nadeem, A. (2019) | Use of blockchain in healthcare: A systematic literature review | <i>International Journal of Advanced Computer Science and Applications</i> | Computer Science | Conceptual (Literature review) |
| Yong, B., Shen, J., Liu, X., Li, F., Chen, H. and Zhou, Q. (2019) | An intelligent blockchain-based system for safe vaccine supply and supervision | <i>International Journal of Information Management</i> | Computer Science | Conceptual |
| Zhang, A., Zhong, R. Y., Farooque, M., Kang, K. and Venkatesh, V. G. (2020) | Blockchain-based life cycle assessment: An implementation framework and system architecture | <i>Resources, Conservation and Recycling</i> | Economics, Econometrics and Finance | Conceptual |

Appendice B – Domande del protocollo di ricerca

| | |
|--|---|
| Introduzione | <ul style="list-style-type: none"> - Presentazione del gruppo di ricerca, delle motivazioni e degli obiettivi della ricerca - Informazioni sulla riservatezza delle informazioni, sul consenso a pubblicare i risultati della ricerca e sull'autorizzazione a registrare l'intervista |
| Informazioni generali sull'intervistato | <ul style="list-style-type: none"> - Potresti descrivere il tuo ruolo, le tue responsabilità e i tuoi anni di esperienza all'interno dell'azienda? |
| Informazioni sull'azienda produttrice di vino | <ul style="list-style-type: none"> - Potresti descrivere la storia dell'azienda? - Quali sono le dimensioni dell'azienda, il suo fatturato e i volumi di vendita annuali? - Qual è la strategia competitiva dell'azienda? - Come si posiziona l'azienda all'interno del mercato del vino? Quanto è conosciuto il suo marchio? - Qual è il peso dell'export sul fatturato totale? - Potresti fornire una descrizione dei processi interni all'azienda? - Quali sono i vostri principali clienti/fornitori e dove si trovano? - Potresti descrivere il portafoglio prodotti dell'azienda e le fasce di prezzo dei vini? - Quali sono i principali canali di distribuzione e vendita a cui l'azienda fa riferimento? - Quali sono i vini coinvolti nel progetto blockchain? - Come si posizionano questi vini sul mercato in termini di fascia di prezzo? - Quanto è importante per l'azienda garantire la trasparenza dei processi ai consumatori finali? - Quanto è importante per l'azienda prevenire pratiche fraudolente come la ri-etichettatura, le etichette false e i riempimenti? |
| Caratteristiche della soluzione BC | <ul style="list-style-type: none"> - Su quale BC si basa la soluzione adottata? Quali sono le sue caratteristiche principali? - Quali sono i motivi che hanno portato l'azienda all'adozione di BC? - Quali sono i risultati attesi? - Potresti descrivere qual è stato il processo di implementazione della soluzione, i processi aziendali coinvolti, i cambiamenti richiesti nelle attività correnti, i ruoli e le responsabilità, ecc.? - Quali costi ha sostenuto l'azienda per implementare la soluzione BC? Quali sono i costi legati al suo utilizzo? |

| | |
|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> - Quanto tempo ha richiesto l'implementazione della soluzione BC? - L'azienda ha affrontato particolari ostacoli all'implementazione o altri tipi di difficoltà? - Quali tipi di informazioni l'azienda ha deciso di salvare in BC? - Chi è responsabile dell'inserimento dei dati? - Come vengono caricati i dati in BC? - Come viene garantita la veridicità dei dati inseriti? Viene effettuato un qualche tipo di controllo sulla bontà dei dati raccolti? - C'è un intervallo di tempo tra il verificarsi di un evento e il momento in cui i dati vengono registrati in BC? In tal caso, dove vengono registrati i dati prima di essere caricati in BC? - Che tipo di informazioni sono accessibili dal cliente? - In che modo ogni prodotto viene collegato alle relative informazioni salvate in BC? - Come possono i clienti accedere alle informazioni salvate in BC relative al prodotto? - Come vengono presentate le informazioni ai clienti? - Le informazioni sono dettagliate a livello di lotto o di singolo prodotto? |
| <p>Domande relative ad opinioni personali</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Cosa ne pensi del futuro sviluppo della BC nel settore del vino? - Hai altre osservazioni o domande? - Potreste fornirci ulteriore documentazione relativa al progetto? |