



**Dipartimento di Impresa e Management**

Cattedra di Economia e Gestione delle Imprese

**Sulla Blockchain e la gestione efficiente e sicura delle supply chain nell'industria agro-alimentare**

*Come le tecnologie blockchain e le distributed ledger possono rendere più efficienti le reti logistiche dell'industria agro-alimentare (Food Industry) e delle imprese in generale agendo sulla trasparenza e sulla sicurezza delle informazioni e delle transazioni.*

Prof. Federica Brunetta

RELATRICE

Andrea Gioni matr.244571

CANDIDATO

Anno Accademico 2021/2022



## Sommario

1	INTRODUZIONE.....	5
2	INFORMAZIONI GENERALI DI RIFERIMENTO E STATO DELL'ARTE.....	10
2.1	Distributed Ledgers Technologies (DLT).....	10
2.1.1	Meccanismi di consenso .....	13
2.2	Le blockchain.....	15
2.2.1	La crittografia a chiave pubblica.....	16
2.2.2	Token e ICO .....	18
2.2.3	Il problema del Double Spending .....	19
2.3	Le Fintech .....	22
2.4	Smart contracts e problemi normativi .....	26
2.5	Stato dell'arte: L'organizzazione delle supply chain internazionali .....	27
2.5.1	L'impatto del COVID-19 e di altri eventi esterni sulle supply chain globali .....	31
2.5.2	La Belt and Road Initiative, supply chain per obiettivi geopolitici .....	34
2.5.3	Food Safety e Food security .....	40
2.6	Dilemma dell'innovatore.....	45
3	INCREMENTARE L'EFFICIENZA ATTRAVERSO LA BLOCKCHAIN .....	52
3.1	Tracciabilità e Rintracciabilità .....	53
3.1.1	Promuovere la sicurezza dei prodotti alimentari.....	60
3.1.2	Blockchain e sostenibilità .....	65
3.1.3	Combattere la contraffazione .....	69
3.2	Pagamenti e strumenti finanziari .....	73
4	ANALISI EMPIRICA.....	80
4.1	Processo esecutivo e analisi.....	80
4.2	Risultati.....	83
4.3	Analisi e discussione dei risultati.....	84
5	CONCLUSIONI .....	90
6	APPENDICE .....	93
7	BIBLIOGRAFIA .....	98



## 1 INTRODUZIONE

Il contesto globale odierno richiede alle imprese che desiderano affermarsi sul mercato di costruire sistemi che permettano di operare coordinando efficientemente l'elevato numero di attori coinvolti nei processi produttivi. Le aziende, soprattutto al crescere della dimensione, necessitano di elaborati sistemi di condivisione delle informazioni per collaborare con acquirenti, fornitori e pubbliche amministrazioni, con i quali devono interfacciarsi a diversi livelli di profondità, accuratezza e trasparenza. Attraverso comunicazione e collaborazione, gli operatori di mercato ricercano un più elevato livello di innovazione di prodotto, per offrire maggior valore al cliente, e di processo, per produrre a costi minori e nel rispetto dell'ambiente. Da questo discende la tendenza delle imprese a specializzarsi sulle proprie eccellenze, e a terziarizzare tutte le altre attività, in un'ottica apparentemente ricardiana. La teoria dei vantaggi comparati di David Ricardo, che a sua volta supera la teoria di Adam Smith sul vantaggio che una nazione trae nello specializzarsi nel produrre esclusivamente i beni per i quali ha un vantaggio di costo assoluto, nonostante le lacune evidenziate dalle moderne teorie degli scambi, nella sua affermazione di base è ancora valida tutt'oggi e la spiegazione della ragione degli scambi che fornisce è supportata da diverse ricerche (B. Balassa, 1963). La teoria di Ricardo, secondo cui le imprese possono trarre vantaggio reciproco dalla specializzazione nella produzione dei beni che sono in grado di produrre al costo minore (G. Di Taranto, 2013), affinata nel ventesimo secolo dagli economisti svedesi Eli Heckscher e Bertil Ohlin, costituisce la base teorica su cui si fondano le richieste odierne di politiche di commercio libere da ogni barriera doganale o intervento governativo (Charles W.L. Hill, G. Tomas M. Hult, 2020). La prova della sostanziale correttezza di queste teorie, si può riscontrare nell'elevato numero di nazioni che decide di costruire alleanze commerciali con altri paesi, con formule quali le aree di scambio preferenziali, le aree di libero scambio, le unioni doganali, i mercati comuni, le unioni economiche (l'Unione Europea), e l'integrazione totale (il cui esempio più considerevole sono gli Stati Uniti d'America). Favorite da questi accordi commerciali, sulla base delle

teorie economiche classiche citate, ma anche delle teorie economiche moderne quali la nuova teoria degli scambi di Paul Krugman e il Diamond model di Michael Porter, che suggeriscono la possibilità di stimolare l'innovazione e ridurre i costi unitari delle imprese attraverso il commercio internazionale, molte imprese stanno costituendo reti logistiche su scala continentale, andando a ricercare i rifornimenti di cui hanno bisogno nei diversi angoli del pianeta. Viene a formarsi il concetto di impresa estesa, "caratterizzata da affidabilità, reciproca fiducia, assenza di confini amministrativi, traenza delle informazioni e una strategia comune" (F. Fontana, M. Caroli, 2017). In questo contesto, le nuove tecnologie e i nuovi mezzi di comunicazione controllo e condivisioni delle informazioni, come può essere la blockchain, si rendono imprescindibili. La blockchain, e si indagherà nella trattazione, può essere un tassello fondamentale nel mutamento del modello di produzione pronosticato dall'economista americano Jeremy Rifkin, dovuto alla possibilità che offrono le nuove tecnologie di usufruire di beni e servizi prodotti a costi sempre più bassi, con una conseguente riduzione dei prezzi a seconda delle strategie perseguite dall'impresa (Ennio de Simone, 2020). Di frequente discussione nel campo blockchain è anche l'affermarsi della figura del prosumers, ovvero un produttore-consumatore, che sta trovando un ottimo livello di applicazioni in ambito di energie rinnovabili con i pannelli solari. Un esempio è Power Ledger, una piattaforma australiana basata su blockchain che permette agli utenti di scambiarsi l'un l'altro l'energia prodotta attraverso i propri impianti. In questo modo i consumatori possono vendere ad altri utenti le proprie eccedenze nei periodi di picco, trasformandosi in produttori, e comprandone nei periodi di tendenza contraria. Tramite l'applicazione della blockchain per processare dati della griglia di distribuzione dell'energia si possono risparmiare risorse e garantire un servizio più veloce, rispetto ai sistemi distributivi classici. (G. Kim, J. Park, J. Ryou, 2018).

Riguardo ai contesti in cui l'uso della blockchain può aumentare l'efficienza del mercato, appare di particolare interesse indagare il settore dell'industria agro-alimentare, dove alcune delle aziende più rilevanti, tra queste Walmart, stanno conducendo progetti pilota per esplorare come poter trarre beneficio da questa tecnologia.

Le blockchain possono fornire trasparenza, sicurezza e fiducia nelle transazioni. Per poter trarre beneficio dall'implementazione di un business model che sfrutti la blockchain traendone vantaggio, il settore deve essere contraddistinto da diverse caratteristiche. In primo luogo, la blockchain conferisce efficienza nei settori ad **elevata intensità di condivisione e scambio reciproco di dati e informazioni**, elaborati ed aggiornati da molteplici attori. In secondo, quando le autorità impongono **regolamentazioni stringenti in materia di identificazione e verifica**, la blockchain costituirebbe un vettore efficiente per dare prova del rispetto della normativa in modo veloce e facilmente verificabile, in virtù della sua peculiare struttura e sicurezza, che sarà indagata nell'omonimo paragrafo. Ancora, qualora il settore sia particolarmente rallentato da **complesse contrattazioni o dal generale coinvolgimento degli intermediari**, può essere una strada per efficientarlo, tramite le proprietà di verifica dell'identità, trasmissione sicura delle informazioni e la velocità di processazione delle transazioni (PwC, 2020).

Queste caratteristiche ricorrono soventemente nelle supply chain delle aziende della Food Industry e in generale nel settore agro-alimentare. Per esempio, nei casi in cui si manifesta la necessità di risalire al luogo di origine di un prodotto, necessità, questa, spesso legata allo sviluppo di malattie di origine alimentare che possono provocare gravi danni alla salute del consumatore e perdite per le imprese, come il focolaio di salmonella del 2017 esaminato da R. Hackett, di cui si parlerà nel paragrafo sulla sicurezza del cibo e dei prodotti del capitolo 2. Sono inoltre noti e frequenti scandali in cui vengono sequestrati grossi quantitativi di alimenti contrabbandati, come lo scandalo del 2015 del ritiro dal mercato cinese di 100 mila tonnellate di carne di porco, manzo e pollo risalenti al 1970. Situazioni del genere potrebbero essere ridotte tramite una maggiore trasparenza, raggiungibile tramite la "Trust Machine" (così l'Economist definisce la blockchain in un omonimo articolo del 2015, epiteto ripreso da Walmart), garantendo ai clienti maggior tutela riducendo il numero delle contaminazioni (Walmart, 2022).

Dato questo contesto economico-sociale, si aprono dunque scenari per l'implementazione di tecnologie blockchain nei processi produttivi delle aziende. Il fine

è costituire best-practice che riducano i costi unitari di produzione, ma che allo stesso tempo insistano sulla tutela del consumatore, facilitando il perseguimento di politiche di sostenibilità ambientale, che costituiscono oggi una macro-tendenza di ogni settore. Il sentiment di mercato sulle possibilità derivanti dalla blockchain sarà indagato attraverso un'analisi empirica su 2000 abstract di articoli accademici sulla tematica importati da Scopus, e oltre 90 documenti integrali selezionati tra articoli del Massachusetts Institute of Technology (MIT), l'Harvard Business Review, organizzazioni governative nazionali e internazionali, ed organizzazioni private indipendenti. Questi documenti di esponenti del settore sono stati codificati e analizzati attraverso il software NVIVO, e i risultati saranno illustrati al termine della trattazione.





## CAPITOLO PRIMO

### 2 INFORMAZIONI GENERALI DI RIFERIMENTO E STATO DELL'ARTE

Nei paragrafi seguenti saranno introdotte delle informazioni di riferimento sugli argomenti trattati nel corso dell'opera. Si approfondiranno i concetti di Distributed Ledgers e blockchain, della loro influenza sulla finanza e sui contratti, e le caratteristiche delle supply chain; a tal proposito si parlerà della Belt and Road Initiative (BRI) e del canale di Suez.

Si cercherà di illustrare l'impulso che queste tecnologie stanno dando allo stato attuale, attraverso l'illustrazione del loro funzionamento, evidenziando i punti di forza complementari alle reti di rifornimento delle aziende dell'industria agro-alimentare, di cui si esamineranno le principali tendenze e caratteristiche settoriali.

#### 2.1 Distributed Ledgers Technologies (DLT)

Complice del fatto che la terminologia di questo campo si sta ancora evolvendo e non sono ancora state formalizzate definizioni universali, nel linguaggio comune, il termine Distributed Ledgers viene spesso utilizzato indifferentemente dal termine blockchain. Tuttavia, non tutte le Distributed Ledgers sfruttano le blockchain e, queste, dotate di proprietà più particolari come la crittografia asimmetrica, le funzioni di hash, e la struttura a blocchi, possono essere utilizzate in campi diversi. Inoltre, le 'Distributed ledgers' (DLs) sono un'implementazione specifica della più ampia categoria dei registri condivisi (shared ledgers), ovvero pacchetti di dati condivisi dai diversi utenti (peer) del sistema, mentre le blockchain sono a loro volta un particolare tipo di Distributed Ledgers (World Bank, 2017).

Le Distributed Ledgers Technologies rappresentano una rete di libri mastri, ovvero registri elettronici, posseduti dall'insieme di utenti che costituiscono il network. I dati che contengono questi registri sono protetti dagli attacchi informatici attraverso

complessi protocolli comunemente accettati dai partecipanti per validare e verificare le informazioni. Storicamente, la tenuta dei registri è sempre stata un'attività affidata ad un'autorità centrale. La condizione sine qua non affinché un sistema centralizzato funzioni è un'indissolubile fiducia nella figura di colui che tiene i registri, curandone la custodia e le modifiche necessarie per tenerlo aggiornato. La rivoluzione che portano le Distributed Ledgers è che il controllo sul registro non è più di competenza di un solo individuo o una sola organizzazione, bensì è tutta la rete di partecipanti al network, o parte di essa, che se ne occupa, a seconda del tipo di DLs che viene utilizzata, e non richiede dunque di avere fiducia nella controparte. Questa particolarità la distingue da altre tecnologie che sono state sviluppate, come il cloud computing, comunemente utilizzato negli esistenti registri condivisi (shared ledgers). Essendo la gestione dei registri decentralizzata, non vi è la presenza di un ente di riferimento che, in virtù dell'onorabilità riconosciutagli, aggiorni quotidianamente i registri, e si rende dunque necessario adoperare protocolli ed algoritmi che permettano di concordare su quali transazioni siano da considerare valide, in particolare al fine di evitare frodi (ad es. double spending, approfondito in seguito) (vedi paragrafo "meccanismi di consenso"). (World Bank, 2017 e Ministero dello Sviluppo Economico, 2022)

A tal fine, si manifesta l'idea che possa essere ragionevole affidarsi a un sistema in cui l'autenticità è confermata da una rete di registri in possesso di diversi milioni di utenti. Ogni transazione "peer-to-peer" è pubblicata nei registri di tutti i milioni di partecipanti alla rete. Si configura così un sistema "trustless", in cui gli scambi avvengono senza la presenza di figure di riferimento di fiducia, ma piuttosto in un affidamento all'integrità del sistema stesso, confidando che nel momento in cui si attivino nodi malevoli, essi saranno in ogni caso meno della metà della totalità dei partecipanti al network; in questo modo i nodi integri potranno neutralizzare le azioni dei primi. Di fatto, in una DL, nessuna singola entità può modificare informazioni passate e nemmeno aggiungerne di nuove. Per fare ciò, viene utilizzato un meccanismo di consenso che convalida l'entrata dei nuovi dati con cui formare nuove scritture nel registro. In ogni dato momento esiste una sola versione del registro, e ogni partecipante al network ne dispone di una copia aggiornata. Ogni nuova stringa di informazioni

aggiunta a livello locale si propaga agli altri ruoli del network e, se la rete la giudica valida, la nuova transazione è aggiunta a tutti i registri, per assicurare che i dati siano consistenti in tutto il network. Questa caratteristica di condivisione delle informazioni consente ai partecipanti interessati di entrare a far parte di un peer-to-peer network, per raccogliere collettivamente rapporti di dati verificati nei loro rispettivi registri, per esempio rapporti di transazioni, senza il bisogno di affidarsi a una terza parte. La rimozione di questo tipo di intermediari può aumentare la velocità di circolazione delle informazioni. Inoltre, si possono potenzialmente rimuovere costi e inefficienze legate a mantenere i registri, le loro relative alterazioni, e le dispute che ve ne si possono generare. (World Bank,2017)

Le DLs si distinguono in due categorie: permissioned (private) o permissionless (pubbliche) e a seconda del tipo di meccanismo di consenso utilizzato. La differenza fondamentale consiste nel definire chi può prendere parte ai meccanismi di consenso. Questi sono i protocolli attraverso cui queste tecnologie lavorano e aggiornano i propri dati, necessari data la mancanza di un'autorità centrale.

Le piattaforme private restringono il numero di utenti autorizzati a contribuire ai meccanismi di funzionamento del sistema ai soli membri registrati. In questo modo costituiscono un sistema di validazione dei processi più rapido e sicuro.

Le piattaforme pubbliche d'altro canto consentono l'accesso ai nodi del sistema ad ogni utente, e necessitano di attiva collaborazione da parte di tutti questi per funzionare. È dunque permesso a tutti partecipare alla validazione dei blocchi attraverso cui si forma il consenso per aggiornare i dati. (Kadan, S. 2018)

Nel contesto delle catene di rifornimento delle imprese e delle metodologie per l'anticontraffazione, "le tecnologie Distributed Ledger possono fornire supporto ad applicazioni di identificazione, tracciamento ed autenticazione, configurandosi come alternativa distribuita, intrinsecamente affidabile e sicura rispetto alla struttura e alla gestione centralizzate delle usuali basi di dati" (Ministero dello Sviluppo Economico, 2022).

Il Ministero dello Sviluppo Economico, evidenzia quindi le Distributed Ledger Technologies come soluzione disponibile alla lotta contro la contraffazione, in quanto

“le informazioni così inserite diventano immutabili, impedendo ogni successiva alterazione”, e in quanto “l’applicazione delle tecnologie Distributed Ledger nell’ambito di metodi per l’anti-contraffazione aumenta l’affidabilità delle informazioni che possono essere associate al prodotto lungo le catene di produzione e distribuzione”

### 2.1.1 Meccanismi di consenso

Nei sistemi centralizzati, esiste sempre un’autorità a cui è affidata la facoltà di modificare il sistema, apportando le modifiche necessarie per il suo funzionamento e coordinando le diramazioni dello stesso. Nei sistemi decentralizzati, invece, si pone il problema di quali regole i nodi debbano seguire per far sì che tutti concordino circa lo stato complessivo del sistema in ogni istante di tempo e che non si creino più versioni dello stesso. Come si è accennato al paragrafo precedente, esiste inoltre la possibilità che i nodi agiscano in modo malevolo, cercando di far validare transazioni che recherebbero loro vantaggio (es. double spending), esamineremo quindi il metodo attraverso queste esigenze vengono ottemperate.

Una seconda fondamentale proprietà che differenzia le Distributed Ledgers permissioned e permissionless è il meccanismo di consenso che le governa, Proof of Work (PoW) e Proof of Stake (PoS). I due protocolli perseguono il medesimo fine di armonizzazione del sistema attraverso due sottostanti processi di mining completamente diversi. Il mining è l’attività attraverso la quale vengono generate le funzioni di hash che codificano i blocchi (per il funzionamento delle funzioni di hash leggere il paragrafo su blockchain). Il mining ha due scopi. Innanzitutto, verificare la legittimità di una transazione ed evitare il problema della doppia spesa (anch’esso approfondito in seguito al fine di una trattazione più scorrevole). In secondo luogo, creare nuove valute digitali per garantire la liquidità del sistema (Kadan, S. 2018).

Il Proof of Work è un protocollo di mining secondo cui raggiungere il consenso negli ambienti privi di fiducia (trustless). Bitcoin rappresenta il primo caso di implementazione di tale algoritmo di consenso. Il protocollo, diverso a seconda della Distributed Ledger o della blockchain in questione, stabilisce le condizioni al fine di

rendere un blocco valido. Per esempio, si potrebbe richiedere che ogni blocco inizi con una funzione di hash con una coppia di zeri come primi termini. L'unico modo per creare queste funzioni è tentare ogni combinazione possibile, spesso trilioni di queste. Per rendere questo possibile, sono state sviluppate, principalmente da Bitmain e Halong Mining, delle ASICs (Application-Specific Integrated Circuit), che hanno la sola funzione di provare miriadi di hash per generare criptovaluta finché non riescono ad elaborare una corretta funzione. Da questo enorme sforzo computazionale nasce la questione del dispendio energetico eccessivo che, oltre ad un elevato numero di polemiche a livello sociale e governativo, ha dato vita al meccanismo di consenso Proof of Stake.

La Proof of Stake non richiede la presenza di validatori (miner), ma lavora tramite staking di risorse esterne. Queste risorse, che sono rappresentate da criptovalute, vengono bloccate in portafoglio (wallet) e daranno la facoltà di decidere quali transazioni inserire sul blocco dati successivo. Il creatore dei nuovi blocchi sarà selezionato secondo un sistema di combinazioni e selezioni randomiche, anche in base alla porzione della "stake". A seconda dei risultati delle selezioni, si verrà ricompensati con una percentuale delle commissioni di transazioni. Qualora si cerchi di operare in modo malevolo però, proponendo transazioni truffaldine, si incorrerà nella perdita delle risorse depositate. Le valute che costituiscono le ricompense spesso sono inserite sul mercato tramite ICO (Initial Coin Offering) oppure può essere fornita nel passaggio da un protocollo Proof of Work and uno Proof of Stake, come sta attualmente facendo la blockchain di Ethereum.

I sistemi Proof of Work, seguiti dai sistemi Proof of Stake, rappresentano i meccanismi di consenso più noti e importanti dal punto di vista storico e tecnico. Esistono tuttavia numerosi altri protocolli di gestione dei network, quali: la delayed Proof of Work, il consenso Proof of Stake a noleggio, la Proof of Authority, la Proof of Burn, la Delegated Proof of stake ed il consenso ibrido PoW/PoS. (Kadan, S. 2018 et Binance Academy, 2022). Tuttavia, questi sistemi esulano dallo scopo della trattazione e non saranno approfonditi in questa sede.

## 2.2 Le blockchain

Dall'insieme delle Distributed Ledger Technologies, possiamo distinguere quella particolare categoria di registro distribuito che è la blockchain. La blockchain è infatti una particolare fattispecie di DLT, dove i dati delle operazioni sono raccolti in blocchi connessi tra loro secondo una sequenza temporale e vengono dunque inseriti nel registro. Il meccanismo del consenso, approfondito nel prosieguo, è la procedura attraverso cui le nuove informazioni vengono accettate ed entrano a far parte della catena di blocchi. Una volta inserite e validate, le informazioni sono assolutamente inalterabili per effetto del legame univoco tra un blocco e il precedente. Ogni utente (peer) disponendo di una copia completa del registro, tramite gli algoritmi blockchain identificherebbe immediatamente ogni eventuale manipolazione dei dati, segnalandola e impedendone la validazione. (World Bank, 2017)

Dunque, le blockchain sono registri sui quali le informazioni vengono registrate in blocchi, ognuno di questi è identificato da una funzione crittografica di hash. Le funzioni di hash sono algoritmi che, a partire da un blocco di dati, generano una sequenza di numeri, tale sequenza prende il nome di impronta, fingerprint o digest. Tale impronta, è molto più corta del blocco stesso e può essere considerata praticamente univoca. Il fatto che non lo sia totalmente, si riferisce al fatto che è possibile trovare un altro blocco di dati uguale ma tuttavia è estremamente difficile, virtualmente impossibile, che esso sia sensato, ovvero che generi la stessa sequenza. Le proprietà della blockchain che le garantiscono un livello di sicurezza estremamente elevato originano considerabilmente dalle proprietà delle funzioni di hash e vale dunque la pena accennarvi brevemente.

Una funzione di hash deve essere coerente: ad un blocco di dati uguale deve corrispondere lo stesso hash. Deve essere causale, a fini di sicurezza, per impedire l'interpretazione fortuita del blocco di dati originale. Essere univoca, ovvero deve esistere una probabilità virtualmente nulla di creare il medesimo hash per due blocchi di dati differenti. Soprattutto, deve essere non invertibile, ovvero non deve essere possibile risalire al blocco di dati originale dal suo digest. In questo modo l'unico modo per risalire all'originale sarebbe condurre un attacco di forza bruta, ovvero provare ogni combinazione possibile, ma è da considerarsi praticamente impossibile. Per una

lunghezza di  $n$  bit (unità di dati e informazioni), le combinazioni sono 2 alla  $n$ . Si pensi agli algoritmi di hash della serie Message Digest, per esempio MD5, quest'ultimo elabora il messaggio a blocchi di 512 bit, per generare un digest di 128 bit. Mentre il Secure Hash Algorithm 1, derivato da MD4, e RIPEMD-160, elaborato dal RIPE (Race Integrity Primitives Evaluation) arrivano a generare dei digest di 160 bit, per un totale di 2 alla 160 combinazioni possibili. Inoltre, queste combinazioni andrebbero tentate per ogni blocco e bisogna tenere presente che cambiando anche un solo valore bit del messaggio originale cambia anche il valore del *message digest* e delle informazioni che da lui dipendono. Infine, deve essere equiprobabile, ovvero ognuna delle possibili sequenze binarie che costituiscono l'hash deve avere la stessa probabilità di essere generata delle altre. (Laura L. 2020)

Si deve inoltre evidenziare che oggi esistono e sono attive numerose blockchain, e altrettante ne stanno venendo sviluppate, con scopi e configurazioni che variano a seconda degli obiettivi dei creatori, alcune di esse saranno studiate nell'ultimo sottoparagrafo della sezione per la loro affinità con il tema trattato.

#### 2.2.1 La crittografia a chiave pubblica

Il meccanismo della crittografia a chiave pubblica (PKC), anche detta asimmetrica, consente di scongiurare i problemi legati alla possibilità di spendere denaro altrui. Le sue caratteristiche saranno determinanti per il seguito e gli esiti della tesi, e saranno dunque approfonditi chiaramente. La blockchain funziona tramite crittografia asimmetrica, che si distingue dalla crittografia simmetrica per la presenza di due chiavi, una pubblica e una privata, a differenza della chiave unica della seconda. Quando un utente, per esempio un'azienda, utilizza una piattaforma che fa uso di PKC, viene generata una chiave pubblica usata dal mittente (azienda o partner commerciale) per criptare le informazioni, e una privata che viene utilizzata invece dal ricevente per decifrarla, i ruoli sono interscambiabili, mentre nella crittografia simmetrica mittente e destinatario usano la stessa chiave per cifrare e decifrare il messaggio. Nella PKC ogni utente fa quindi uso di due chiavi distinte ma legate tra loro, la chiave pubblica divulgabile a tutti, e la chiave privata (o segreta) conosciuta e custodita dal solo proprietario. Per le caratteristiche dell'algoritmo di cifratura, non è possibile risalire alla



chiave privata conoscendo quella pubblica, ma allo stesso tempo c'è tra le due un legame unico che consente di decifrare i messaggi cifrati con una certa chiave pubblica solamente con la corrispondente chiave privata. Viceversa, ogni messaggio cifrato con la chiave privata è decifrabile solo utilizzando la corrispondente chiave pubblica. Per capire come funziona concretamente questo meccanismo, si utilizzerà un esempio utile anche al fine della trattazione per comprendere come le aziende beneficiano da tale meccanismo. L'azienda mittente A codifica in un messaggio in chiaro tramite chiave pubblica dell'azienda ricevente B, e il relativo algoritmo di codifica crea la versione cifrata del messaggio. Questo viene trasmesso all'azienda B, che lo decodifica tramite la chiave privata che solo questa possiede, e che per tanto solo lei può leggere, ricreando il messaggio in chiaro. Si determina quindi elevata confidenzialità e riservatezza. Ma il meccanismo è leggermente più complicato di così, permettendo però di dotarlo di altri due fattori chiave: l'autenticazione e il non ripudio. L'azienda A, infatti, prima di criptare il messaggio in chiaro con la chiave pubblica dell'azienda B, utilizza la propria chiave privata per criptarlo, e trasmette (lei che è l'azienda mittente) la propria chiave pubblica all'azienda B (ricevente). In questo modo l'azienda B è sicura che l'effettivo mittente sia A, non potrebbe essere altrimenti, in quanto un messaggio criptato con una qualsivoglia altra chiave non sarebbe decodificato correttamente dalla chiave pubblica di A (autenticazione, garantita dalla Certification Authority (CA)). Dunque, è anche impossibile per il mittente negare di essere l'autore del messaggio (non ripudio). Infine, va detto che la crittografia asimmetrica presenta l'indubbio vantaggio di essere più sicura, di avere servizi di non ripudio, e di agevolare la gestione delle chiavi, tuttavia, gli algoritmi sono più lenti, in quanto appesantiti dal maggior numero di operazioni.

Per contestualizzare con un esempio pratico l'efficacia della crittografia asimmetrica, si analizzino le chiavi e gli indirizzi della blockchain di Bitcoin. Un indirizzo Bitcoin è rappresentato da una sequenza di 34 caratteri che iniziano con la lettera I o col numero 3, per un totale di  $2^{160}$ , ovvero circa  $10^{48}$ , combinazioni possibili. Come spiegato, ad ogni indirizzo è associata una chiave privata univoca, composta da 51 caratteri casuali che iniziano sempre con il numero 5 e da 251 bits, in pratica, esistono  $10^{77}$  possibili chiavi private. In particolare, la sicurezza dei Bitcoin e l'aumento della loro capitalizzazione di

mercato, ha incentivato il loro utilizzo come moneta di scambio per asset reali. Ad oggi è infatti possibile utilizzarli per comprare libri, computer, elettronica, software, ma anche gioielli e prodotti alimentari, nonché interi appartamenti, i primi messi in vendita in Italia nel quartiere di San Lorenzo a Roma (Laura L. 2020).

### 2.2.2 Token e ICO

*“Nell’ambito di questa classe di tecnologie, per applicazioni più strettamente orientate all’anticontraffazione, sembrano assumere particolare rilevanza i cosiddetti non fungible token, ovvero oggetti digitali ciascuno dei quali gioca il ruolo di unica rappresentazione virtuale - su una determinata blockchain - di una specifica risorsa fisica del mondo reale (digital twin). Le transizioni di tali token corrispondono a passaggi di proprietà del bene fisico associato e possono essere memorizzate in un registro distribuito, divenendo così inalterabili e opportunamente verificabili.”* (Ministero dello Sviluppo Economico, 2022)

Le Initial Coin Offerings (ICOs) rappresentano un’innovazione finanziaria apparsa per la prima volta nel 2013 con il progetto MasterCoin, proposto da J.R.Willett Campino (J., Brochado, A., & Rosa, Á. 2022). Questi progetti permettono il coordinamento a livello globale di finanziamenti diretti a nuove idee di prodotti e servizi, contribuendo alla democratizzazione degli investimenti finanziari e costituendo un sistema di finanziamento alternativo totalmente diverso dai tradizionali canali finanziari, attraverso cui le imprese possono reperire i fondi necessari per operare (Brochado, 2018). I progetti di Initial Coin Offerings sono “technological ventures” basati su blockchain e finanziati attraverso criptovaluta (Massey et al. 2017). Per prendere parte al progetto occorre convertire valute fiat, quali dollari, euro, o qualsivoglia altra valuta, nella criptovaluta di riferimento (Kranz et al. 2019). Quando i fondi raccolti arrivano al promotore del progetto, gli investitori ricevono un ammontare di token equivalente alla quota di partecipazione. Esistono tre principali fattispecie di token: currency, security e utility. I primi sono rappresentati da criptovalute e utilizzate come valuta di scambio o di riserva. I secondi sono utilizzati come i titoli (securities) tradizionali, ma insistono su un’infrastruttura blockchain. Le utility token sono la

tipologia più frequente, e permettono all'investitore di guadagnare diritti di accesso a prodotti e servizi. (Howell et al. 2018)

Le caratteristiche del progetto, sono inseriti a fini informativi nella whitepaper ad uso dei finanziatori e degli utenti. In questo modo gli investitori possono valutare in che tipo di progetto si stia investendo e prendere visione della mission e vision dell'impresa, essa contiene infatti informazioni tecniche, aziendali, e riguarda il team sottostante al progetto, e costituisce dunque una misura di credibilità del progetto stesso. La stesura delle whitepaper non ha regole legali da seguire, ma per consuetudine si tende a fornirle di caratteristiche simili, in modo da essere comparabili ad un prospetto regolamentato (J., Brochado, A., & Rosa, Á. 2022).

Il successo delle ICOs, come nel crowdfunding, può dipendere dalla quantità di capitale raccolto. Si possono infatti imporre delle soglie da superare perché il progetto sia dichiarato perseguibile e portato avanti, e al di sotto delle quali invece non prenderà vita (Kranz et al. 2019). Le soglie possono essere assenti (no-cap) e in questo caso il progetto sarà portato avanti in ogni caso, oppure si possono stabilire delle soglie minime (soft-cap) e delle soglie massime (hard-cap) di capitale da raccogliere. Oppure può essere raccolto e restituito: viene definito un hard cap che, qualora venga superato, sarà restituito nella misura eccedente al rapporto tra il capitale raccolto e il capitale massimo desiderato. Ancora, è possibile stabilire e mantenere segrete diverse soglie di hard-cap (dynamic-ceiling), oppure una combinazione delle precedenti caratteristiche. Le Initial Coin Offerings possono quindi essere definite come “un metodo di finanza decentralizzata, dove l'impresa raccoglie fondi emettendo monete agli investitori online. Le monete (tokens) rappresentano la versione digitale del valore scambiato, sono basate su blockchain e possono essere utilizzate indipendentemente, nonché scambiate tra gli investitori, creando dunque un mercato secondario per lo scambio di questi valori. (Huang et al. 2020, p. 3)

### 2.2.3 Il problema del Double Spending

Il problema del double spending, o doppia spesa, è il problema principale del riconoscere un valore reale ad asset digitali facilmente replicabili, e consiste nella possibilità che una stessa moneta digitale sia spesa per più di una singola transazione.

Potrebbe darsi per esempio che un utente prometta un token rappresentante un particolare asset, come un appartamento, a due soggetti diversi, che pagano regolarmente un controvalore al token del venditore. La fattispecie ricorda la situazione di diritto privato in cui più soggetti abbiano acquistato diritti fra loro incompatibili su un'immobile. In questo caso, come conseguenza degli articoli 2643 e segg. del Codice civile, prevale non chi ha acquistato per primo, ma chi per primo ha trascritto il suo acquisto, salvo il diritto di agire contro il dante causa e, solo in caso di mala fede, contro il secondo acquirente ma solo per il risarcimento del danno (Roppo V. 2018). Tuttavia, nel mondo digitale non esiste un sistema di regolazione dei conflitti equiparabile, e inoltre il problema della doppia spesa è molto più esteso, trovando applicazione in ogni genere di acquisto e transazione, sia in qualità di venditore che compratore.

Occorre dunque eliminare il problema alla fonte se si desidera rendere il sistema funzionante. Questo, è stato risolto per la prima volta dalla Bitcoin blockchain inventata da Satoshi Nakamoto. Per analizzare la soluzione a questo problema fondamentale, appare conveniente utilizzare un'esemplificazione per condurre la trattazione. Si supponga dunque che l'azienda A rappresenti un nodo malevolo del network, e che decida di inviare messaggi di transazioni false ad altri nodi del network. Per esempio, l'azienda A potrebbe comunicare di aver utilizzato il Bitcoin con numero seriale "12345678" per comprare dall'azienda B e allo stesso tempo comunicare di aver utilizzato lo **stesso** Bitcoin con numero seriale "12345678" (in realtà i Bitcoin non hanno numeri di serie ma *transaction hashes*, è possibile però fare una similitudine per rendere più comprensibile la trattazione) per comprare dall'azienda C. Per determinare quale transazione considerare valida, esistono due alternative. L'azienda B potrebbe richiedere agli utenti del network di partecipare alla verifica, si fa dunque un broadcast della possibile transazione e si chiede di determinare se questa è legittima. Quando un numero di nodi sufficientemente elevato afferma che il Bitcoin con numero seriale "12345678" appartiene all'azienda A, allora la transazione si ritiene accettabile e i registri della blockchain vengono aggiornati. Qualora l'azienda A tentasse di spendere il Bitcoin presso C, gli altri utenti denuncierebbero l'irregolarità e la transazione non sarebbe accettata.

Il problema con questa soluzione è determinare quanti utenti siano necessari per decretare accettabile la transazione, e la possibilità che A utilizzi identità fittizie per far convalidare l'operazione. La soluzione è controintuitiva, si rende artificialmente costoso validare le transazioni, dal punto di vista computazionale, e si premiano i partecipanti alle validazioni. Nell'esempio, l'azienda D si incaricherebbe di validare la transazione, prima di poter inviare la conferma, deve però risolvere un puzzle. Il puzzle è rappresentato dalle funzioni di hash di cui si è parlato; in termini pratici l'azienda D deve calcolare una funzione di hash (SHA-256) che soddisfi le condizioni di hash imposte dal protocollo. Si analizza prima di tutto un blocco di dati da aggiungere alla catena, a questo viene assegnato un numero arbitrario da utilizzare una sola volta (nonce). Si calcola dunque l'hash del blocco più il nonce, per soddisfare il criterio del protocollo, il risultato deve avere un valore inferiore ad un dato valore di soglia e avere un certo numero di zeri all'inizio. Qualora il criterio non fosse soddisfatto, si procede incrementando il nonce di un'unità e si ricalcola l'hash. Il limite attuale di tentativi è di quattro miliardi, superato questo si richiede l'assegnazione di un nuovo puzzle. Se invece il criterio viene soddisfatto il risultato (blocco di transazione e nonce) viene inviato in broadcast agli altri nodi, che possono facilmente verificare che sia una soluzione valida, accettare il blocco ed aggiornare i registri. È ora possibile aggiungere un'ulteriore importante considerazione al meccanismo della Proof of Work. Esso può essere visto come una competizione per far validare un blocco di dati prima degli altri utenti. Un nodo malevolo che volesse far approvare un blocco di transazioni dovrebbe possedere più potenza di calcolo aggregata di tutti gli altri partecipanti onesti alla rete. Questa competizione ha anche l'effetto positivo di aumentare la concorrenza, spingendo i partecipanti a sviluppare soluzioni innovative a basso costo per aumentare la loro probabilità di vincere la competizione per ottenere le nuove criptovalute. Si cerca ad esempio di sviluppare apparecchi con elevata capacità di calcolo, cercando contemporaneamente di limitare il consumo di energia richiesto o di utilizzare energie rinnovabili per rendere il mining sostenibili. Un esempio di innovazione sono le *mining pool* attraverso le quali un elevato numero di partecipanti si aggrega per condividere potenza computazionale e

ricompense, per competere contro i *miner* singoli dotati di fabbriche di *mining* dedicate. (Laura L. 2020)

### 2.3 Le Fintech

Il settore finanziario globale sta attraverso un periodo di profondi cambiamenti, portati avanti dal rapido sviluppo e diffusione di nuove tecnologie. Negli ultimi anni l'attività bancaria di concessione di prestiti finanziati tramite raccolta di capitale dal pubblico, specialmente depositi, si è ridotta, sebbene le banche commerciali permangano le istituzioni finanziarie principali. Guidate dalla necessità di massimizzare i profitti, cambiamenti nell'ambiente esterno spingono le istituzioni finanziarie a ricercare innovazioni per soddisfare le necessità proprie e dei clienti, mantenendosi così remunerative nel tempo. (Frederic S. Mishkin, 2019)

Nell'anima della parola anglosassone Fintech emergono l'aspetto della scienza finanziaria (*finance*) e l'ambito tecnologico (*technology*) (Quintigliano P. 2022). Vengono definite con questa espressione le compagnie e le innovazioni che sfruttano nuove tecnologie per migliorare o innovare i servizi finanziari. Il Fintech comprende diversi modelli imprenditoriali che svolgono attività finanziarie, caratterizzate da un'elevata specializzazione su distinte sezioni dell'attività bancaria (EBA, 2018).

Trasformazioni Fintech si possono osservare in tutte le aree del settore finanziario, inclusi i pagamenti e le infrastrutture finanziarie, prestiti alla clientela e alle piccole e medie imprese, assicurazioni, investment management, e venture financing. Oggi è possibile parlare di Fintech in quanto la normativa psd2 ha abilitato operatori non bancari ad entrare nel mondo finanziario, ad esempio N26, nata come FinTech nel 2013 è oggi una banca online tedesca con licenza bancaria europea. Anche l'italiana Satispay è un esempio di applicazione mobile per pagamenti digitali e trasferimento di capitali. (Quintigliano P. 2022)

Le Fintech possono operare supportando le istituzioni finanziarie nello svolgimento delle loro attività, per esempio attraverso l'offerta di servizi di pagamento peer-to-peer, oppure portare innovazione *disruptive* nel bancario, andando a sostituirsi alle stesse

istituzioni con una propria proposizione commerciale, come ad esempio Satispay. Le Fintech operano sia in ambiti puramente finanziari, come pagamenti, il credito, capital market, assicurazioni, sia in comparti affini, come la **blockchain**, la cyber security, data analytics, rispetto della regolamentazione. (Quintigliano P. 2022)

Gli impatti delle Fintech sono rintracciabili in quattro ambiti. Influenzano le banche tradizionali, mettendone in discussione i modelli di business. Sulla Compliance, in quanto creano la necessità per l'Autorità di Vigilanza di controllare gli sviluppi del settore per mantenere la normativa adeguata. Sulla clientela, fornendo nuovi prodotti e servizi che possono meglio rispondere ai bisogni dei consumatori. Infine, sull'ecosistema finanziario, mettendo in gioco l'open banking, ponendosi come *e-commerce* di più prodotti e servizi di più ambiti differenti. (Quintigliano P. 2022)

Riguardo i vantaggi delle Fintech, si riscontrano tra gli elementi principali la semplicità nella fruizione dei servizi finanziari grazie all'intuitività da cui sono caratterizzati, velocità, erogando servizi in tempi notevolmente ridotti rispetto al classico canale bancario, flessibilità, nell'adattarsi rapidamente al contesto sviluppando servizi contingenti ai bisogni dei consumatori. E infine la convenienza, riuscendo ad offrire i citati vantaggi a costi minori e ad elevata qualità, grazie ad un uso intensivo della tecnologia.

I settori che hanno maggiormente beneficiato, e che sono stati maggiormente interessati dal fenomeno sono, in base al valore degli accordi, quello dei pagamenti, dell'insurtech, delle blockchain e del RegTech (ovvero processi per rendersi più velocemente conformi nei confronti di enti quali Banca d'Italia e Ivass, e compliant alla valutazione dei nuovi rischi ESG, fornendo una maggiore gestione dei dati). Nel 2018 hanno registrato volumi in termini di valore degli accordi pari a, rispettivamente 52,4 - 28,2 - 6,9 - 6,5 miliardi di dollari. (KPMG, January 2022)

Scendendo più nel pratico, le fintech che hanno raccolto i maggiori investimenti nel territorio americano sono, Adenza (3,75 miliardi), Robinhood 3,4 miliardi, **BTC.com** (1,3 miliardi), e **BitGo** (1,2 miliardi). In particolare, il focus delle ultime due riguarda i processi blockchain e sono stati evidenziati per la loro rilevanza nella trattazione. In Italia

invece le maggiori fintech sono tutte del primo tipo, ovvero con modelli di business a supporto delle istituzioni finanziarie, e non invece con offerte di valore disruptive, si possono citare Refinitiv, Nets, Liviti Group, Tink, Unit4, tutte con finanziamenti che superano i 2 miliardi di dollari. (KPMG, January 2022)

Una delle maggiori tendenze nello sviluppo delle applicazioni blockchain è il numero crescente di start-up Fintech che utilizzano soluzioni basate sulle infrastrutture blockchain per una varietà di propositi. Un esempio è la partnership tra IBM e la startup Fintech di Singapore KYCK!. Le due porteranno avanti un progetto blockchain per permettere ai provider di servizi finanziari di rispondere più efficacemente alle Know Your Customer (KYC) challenges, standards disegnati per proteggere le istituzioni finanziarie dalle frodi, corruzione, riciclaggio di denaro e finanziamento del terrorismo. Anche le borse di tutto il mondo stanno cercando e testando metodi per migliorare le piattaforme di trading attraverso le DLT, come ad esempio il NASDAQ, il NYSE, e la London Stock Exchange. Le DLT potrebbero rivoluzionare il modo in cui i titoli vengono emessi e scambiati, potrebbero persino potenzialmente rimpiazzare le piattaforme di scambio gestite dalle borse. (International Finance Corporation, 2017)

In questo senso possiamo rilevare molteplici sviluppi già dal 2016. La Tokyo Stock Exchange, in collaborazione con IBM, sta testando sistemi per registrare gli scambi nei low-transactions market. Anche la borsa tedesca “Deutsche Börse” ha costruito un nuovo prototipo blockchain per il trading di asset digitali. Un terzo esempio concerne invece la borsa australiana e la startup Fintech Digital Asset Holdings, che hanno esplorato l’uso della blockchain per operazioni di clearing e settlement. I processi di settlement sono i processi attraverso cui vengono trasferiti fondi dal pagatore al pagato attraverso un’agenzia centrale, con la partecipazione delle rispettive banche o custodi dei fondi. Il processo di clearing è invece il processo di aggiornare gli account delle parti dello scambio e preparare il trasferimento del denaro. (International Finance Corporation, 2017)



La security Exchange della Korea del sud (Korea Exchange KRX) ha lanciato un mercato basato su blockchain per partecipazioni in startups, chiamato Korea Startup Market (KSM) in partnership con Blocko, un'altra startup blockchain coreana. Ciò è stato descritto dal CEO di Blocko come il primo esempio di come la blockchain potrebbe essere usata nel mercato over-the-counter domestico, e che potrebbe incoraggiare simili sviluppi per altre tipologie di assets. (International Finance Corporation, 2017)

Figura 2.3.1: I principali settori di applicazione della blockchain (Politecnico di Milano, 2021)



Tuttavia, appare importante sottolineare che la quantità di progetti di finanza basati su blockchain è andato riducendosi in percentuale, per via dell'emergere degli altri campi di applicazione, in particolare nell'industria agro-alimentare, delle pubbliche amministrazioni e della logistica. Le soluzioni blockchain per la supply chain stanno dunque acquisendo importanza e trovando applicazione pratica in diversi progetti. Infatti, il peso relativo dei progetti di Finance è diminuito dall'84% al 30% nel 2020 (Bonino, M., 2021)

Figura 2.3.2: La distribuzione per progetti per settore negli anni (Politecnico di Milano, 2021)



## 2.4 Smart contracts e problemi normativi

Alcuni agenti evidenziano come si potrebbero evitare i costi notarili delle pratiche attraverso l'uso di smart contracts. Tuttavia, questa strada appare al momento difficile da perseguire, se non per le operazioni più semplici, in quanto è ambiguo se gli smart contracts siano o meno riconosciuti dall'ordinamento come contratti, funzionando più come funzioni *if/then* di un programma informatico che come contratto giuridico.

Della problematica delle nuove tecnologie di comunicazione, è tenuto conto nel d.lgs. 82 del 2005, il c.d. codice dell'amministrazione digitale. Il documento informatico, inteso come "rappresentazione informatica di atti, fatti o dati giuridicamente rilevanti", è equiparato in linea di principio al documento cartaceo: "gli atti, dati, e documenti formati ... con strumenti informatici e telematici, i contratti stipulati nelle medesime forme ... sono validi e rilevanti a tutti gli effetti di legge", purché siano realizzati con determinate modalità tecniche (art. 20 c.a.d.) (Roppo V., 2020). In termini teorici, gli *smart contracts* potrebbero quindi essere categorizzati effettivamente come contratti.

Tuttavia, si potrebbero creare serie problematiche sia in caso di dispute in tribunale sia che giurisprudenziali in senso largo. Difatti, gli smart contracts per loro natura eseguono il contratto istantaneamente secondo quanto stabilito dalle stringhe di codice. Il problema nasce allora quando si dà interpretazione errata della volontà delle

parti, in quanto il linguaggio umano non è univoco come il linguaggio macchina, ed è soggetto a più interpretazioni. Queste interpretazioni sono oggetto di discussione nei tribunali qualora ci siano disaccordi, e sempre tramite l'interpretazione della legge si contemperano gli interessi delle parti per arrivare ad una soluzione. L'esecuzione automatica e letterale degli smart contracts non permette quindi né modifiche dell'accordo, né bilanciamento degli interessi in sede legale qualora sopraggiungano ulteriori fattori che influenzino le condizioni originarie del contratto.

A scopo esemplificativo si cita il divieto di patto commissorio, le vendite con patto di riscatto e le vendite a scopo di garanzia (queste ultime costituiscono un atto in frode alla legge in quanto tentativo di aggirare il divieto di patto commissorio, non è da escludersi che uno smart contract possa configurarsi come tale). Il patto commissorio è il "patto fra debitore e creditore, con cui si stabilisce che, in caso di inadempimento, la cosa ipotecata o data in pegno passi automaticamente in proprietà al creditore" (art 2744 c.c.). Questa fattispecie potrebbe essere una previsione tipica di uno smart contracts. La ragione di questa norma, si ritrova nell'esigenza di tutelare la persona del debitore da comportamenti approfittatori del creditore che potrebbe tentare di imporre un risultato economico particolarmente svantaggioso, per appropinquarsi, per esempio, del bene in garanzia piuttosto che quello oggetto del contratto, qualora questo superi l'ammontare del debito. (Roppo V., 2020)

Tuttavia, queste problematiche sono puramente di carattere giurisprudenziale e saranno affrontate nelle relative sedi; inoltre, non vanno a diminuire l'efficienza e l'utilità che si può trarre da tale innovazione, i cui usi saranno dunque trattati in seguito, auspicando una futura soluzione dei problemi posti.

## 2.5 Stato dell'arte: L'organizzazione delle supply chain internazionali

Uno dei più notevoli e importanti sviluppi dell'avanzamento del libero scambio nell'ultimo mezzo secolo è stato l'emergere di catene di valore globali. Le reti logistiche e quelle di produzione attraversano molteplici confini e connettono economie avanzate

e in via di sviluppo. Molte, tra le promesse della globalizzazione possono essere portate avanti attraverso queste catene. Tuttavia, si possono verificare facilmente gravi problematiche, creando intoppi e rallentamenti. Il funzionamento efficiente di queste reti di commercio può rivelarsi complesso e costoso, e richiedere quindi la presenza di esperti di logistica e tecnologie avanzate per il coordinamento delle operazioni. Il numero degli scambi a livello globale è diminuito dall'ultima recessione, in parte per una mancanza di trasparenza e interoperabilità tra queste reti. Le blockchain e le DLs, tecnologia con abilità uniche di record keeping, tracciamento, monitoraggio, e scambio di assets senza il bisogno d'intervento da parte di intermediari, possono essere una soluzione a molti dei problemi logistici e ai costi che flagellano le catene di valore globali, in particolar modo nel caso dei prodotti alimentari, agribusiness e farmaceutica. Può anche rispondere a problemi di inclusione sociale. (International Finance Corporation, 2017)

In effetti, la globalizzazione ha reso le reti logistiche molto più complesse, coinvolgendo diverse controparti in tutto il mondo, e creando quindi una significativa esigenza di cooperazione. Questo aumenta il costo di operare sui network globali, dove beni e servizi sono indirizzati attraverso economie emergenti e avanzate. Si pensi alla complessità di coordinare la rete di un prodotto proveniente dall'Etiopia o dall'Indonesia, assemblato in Cina, e venduto negli Stati Uniti. O si pensi al settore automobilistico. Quando un'auto viene prodotta spesso le sue migliaia di componenti sono state assemblate o arrivano da una catena di paesi che copre più o meno tutto il mondo, nel tentativo di reperire i materiali al prezzo di mercato più convenienti possibile. In America, per esempio le regole dell'USMCA impongono che le auto debbano essere fabbricate almeno al 75% nello Stato, da lavoratori che guadagnino almeno 16\$ l'ora, questo, secondo gli ideatori, per contrastare la perdita di lavoratori e la chiusura delle fabbriche che si avrebbe in assenza di regolamentazione. Se si lasciassero le imprese libere di ricercare il prezzo più basso, attraverso le supply chain internazionali, sarebbe possibile trovare altre soluzioni più economiche per la produzione, affidandone buona parte ai paesi con bassi costi di manodopera, a discapito del mercato interno. (Charles W.L. Hill, G. Tomas M. Hult, 2020)

Il costo di gestione delle supply chain compone in realtà due terzi del costo finale dei beni scambiati. Il sette per cento del valore degli scambi è assorbito dai soli costi di documentazione, secondo la Global Alliance for Trade Facilitation. Confrontandosi con un ambiente volatile e dinamico, le compagnie stanno progressivamente iniziando a sfruttare innovazioni tecnologiche per rendere le loro reti logistiche più efficienti, resilienti, e reattive a potenziali market disruptions. (International Finance Corporation, 2017)

Tra la fine del 1980 e i primi del 2000, l'emergere di catene del valore globali, che sarebbero diventate il principale veicolo per gli scambi internazionali, fu consentito in larga parte dal progresso delle tecnologie dell'informazione, che ridussero drasticamente i costi di coordinazione delle fasi di produzione portati avanti in diversi paesi. Gli scambi internazionali stanno vivendo un rallentamento a livello globale, situazione spesso descritta col termine deglobalizzazione, e le industrie stanno segnalando le molteplici problematiche della catena del valore globale (International Finance Corporation, 2017). Tuttavia, va notato che la globalizzazione viene sempre messa sotto pressione dopo calamità economiche, dopo il 1929, gli anni trenta furono caratterizzati da forze di deglobalizzazione, nello stesso modo in cui è stato influenzato il tasso di crescita medio dopo la Grande Recessione. (Charles W.L. Hill, G. Tomas M. Hult, 2020)

Una riflessione è che i vantaggi proclamati dalle teorie economiche di Adam Smith, Ricardo, e gli altri eminenti economisti che hanno illustrato i vantaggi degli scambi commerciali con paesi capaci di produrre beni a un costo inferiore, reso possibile dalla globalizzazione, a sua volta favorita dall'aumento delle tecnologie disponibili, possono creare situazioni di eccessiva dipendenza da altri paesi. Questo può esporre a rischi elevati qualora il bene in questione sia rilevante per il paese, come la produzione di beni alimentari ed energetici. In particolare, l'ultimo è un tema che torna attuale alla data di stesura di questo testo, per via della dipendenza dell'Italia dal gas russo, che costituisce circa il 43% del gas importato. Tuttavia, la questione non sarà approfondita perché esula dallo scopo della trattazione.

Tra le problematiche che riscontrano le imprese nei processi di rifornimento si evidenziano: una mancanza di trasparenza causata da dati inconsistenti o non disponibili all'uso, la persistenza di un intenso utilizzo di documenti cartacei, la mancanza di interoperabilità tra sistemi, e informazioni limitate riguardo il viaggio dei prodotti lungo le catene logistiche. Per sopperire queste mancanze, si cerca di costituire gruppi di interesse che possano influenzare la politica per far adottare misure che facilitino gli scambi, inclusa una semplificazione nel movimento dei beni lungo la global supply chain, con l'obiettivo di ridurre i costi di governance, aumentare la velocità delle operazioni, e ridurre l'incertezza operativa. La digitalizzazione della supply chain è già in corso con tecnologie quali il cloud computing, l'intelligenza artificiale e l'Internet of Things, che permette a oggetti fisici di comunicare; tuttavia, la blockchain potrebbe costituire l'elemento mancante allo schema, garantendo la precisione e l'affidabilità delle informazioni di cui manca, e aumentandone la disponibilità e la velocità di circolazione. (International Finance Corporation, 2017)

Oltre che a fornire innovativi servizi finanziari, la blockchain può costituire una piattaforma che offra ai partecipanti la possibilità di verificare che ogni link nel network della supply chain sia autentico, senza il bisogno di un intermediario come le clearing house o un'istituzione bancaria. La blockchain può essere utilizzata per registrare, tracciare, monitorare e scambiare assets, sia fisici che digitali, in maniera efficiente e trasparente, e in questo modo rispondere alla necessità di semplificare il movimento di beni lungo la supply chain. (International Finance Corporation, 2017)

I produttori globali di food and beverage, i retailers, e le compagnie di servizi, necessitano di ridurre il costo delle loro reti logistiche per rimanere competitive sul mercato, e di ridurre allo stesso tempo il proprio impatto ambientale, incontrando le richieste dei consumatori di sostenere la qualità ambientale dei terreni agricoli, mantenendo e migliorando alti standard di qualità del cibo, promuovendo la sicurezza e la salute, e mantenendo la redditività delle paghe di contadini e agricoltori. (International Finance Corporation, 2017)

L'agricoltura è uno dei settori che crea più posti di lavoro in assoluto, circa il 40% della forza lavoro globale è impiegata in questo campo, ed è un settore critico per potenziare la crescita nei paesi in via di sviluppo. Per i mercati emergenti e i leader delle loro industrie, interessati a competere sul mercato globale ponendo attenzione al loro impatto ambientale, si prospetta che diventerà sempre più importante aderire a practices per supply chain sostenibili. E in questa ricerca di efficienza e trasparenza, la blockchain potrebbe essere una soluzione, grazie alle sue abilità di integrare e gestire le transazioni della rete, processandole in tempo reale, e alla sua capacità di identificare e verificare la provenienza dei beni in ogni singolo tratto della catena, come si andrà ad indagare in seguito. (International Finance Corporation, 2017)

#### 2.5.1 L'impatto del COVID-19 e di altri eventi esterni sulle supply chain globali

La problematica di gestire elevati volumi di scambi attraverso complesse vie di commercio internazionali, caratterizzata dalla necessità di coordinare i flussi fisici e informativi di beni e servizi lungo i diversi stadi della filiera, è emersa con esiti pesanti durante la recente pandemia (Rafele C., 2020). Nelle produzioni "Just in time" dove per ridurre i costi di magazzino e di giacenza si coordina l'arrivo dei prodotti con estrema precisione, i ritardi dei fornitori possono essere particolarmente gravi, specie nei settori in cui le regolamentazioni impongono il rispetto di determinati requisiti ai fornitori (Protiviti, 2020).

Gli effetti del COVID-19 si sono riversati sul piano sociale, umano ed economico. Nel 2020 si sono registrati oltre 160 milioni di casi e 3 milioni di decessi. La pandemia ha colpito soprattutto le fasce più fragili della popolazione e i paesi con meno risorse per far fronte alle necessità. Secondo la Banca Mondiale, a seguito della crisi, per la prima volta da oltre vent'anni il numero di individui in condizioni di povertà estrema è aumentato anziché diminuire. Secondo le stime dell'FMI, inoltre, il PIL mondiale è sceso del 3,3%, ovvero la contrazione più elevata mai registrata dalla Seconda guerra mondiale, mentre il commercio quasi nel 9%, anche a seguito delle restrizioni imposte (Banca d'Italia, 2021). Infatti, la pandemia ha richiesto l'imposizione di restrizioni alla circolazione che hanno rallentato, e molto spesso impedito, il funzionamento delle

catene di approvvigionamento di diversi settori, influenzando anche le abitudini di acquisto dei consumatori, dando un'enorme spinta all'e-commerce e al lavoro in delocalizzato (Bonino, M. 2021). Il turismo costituisce uno dei settori più seriamente colpiti dalla pandemia. In particolare, il turismo italiano ha registrato una flessione del 90% sugli introiti nei mesi tra marzo e giugno, con una ripresa nei mesi estivi e un successivo calo a causa delle nuove ondate (Banca d'Italia, 2020).

Nei primi mesi di pandemia nel 2020, quando molte aziende non erano preparate a fornire servizi di asporto o operare nelle modalità imposte dalla pandemia, tra marzo e aprile i tempi di consegna globali sono mediamente raddoppiati. Nel continente Asiatico si sono registrati rallentamenti del 222% per la Cina, 217% per la Corea e del 209% per il Giappone, similmente in Europa e negli Stati Uniti si sono verificati aumenti nei tempi di consegna per il 201 e 200% (Reply, 2020). Anche in Italia gli effetti sono stati pesanti, propagandosi attraverso diversi canali: il tonfo del commercio globale, dell'export e del turismo (90%), come conseguenza della riduzione della mobilità e quindi dei consumi (10,7%), causando incertezza nei business plan delle imprese. Il PIL Italiano ha subito una contrazione del 8,9%, il più alto registrato dalla Seconda guerra mondiale (Banca d'Italia, 2020).

In questo contesto un esempio virtuoso è rappresentato dall'impresa dolciaria Ferrero. Poco prima della pandemia, nel dicembre del 2019, essa ha implementato un sistema di controllo della supply chain basato su Intelligenza Artificiale, Big Data e Internet of Things, denominato "control tower", nei diversi paesi in cui opera, realizzando un efficiente controllo degli stadi delle proprie catene di approvvigionamento (Bonino, M. 2021). La transizione dall'approccio classico a un approccio predittivo, secondo le intenzioni di Ferrero, verrà attuato in più fasi. Nella fase iniziale del progetto si sta cercando di monitorare tutti gli eventi della supply chain "secondaria" ovvero quella che coinvolge tutte le attività di spedizione e stoccaggio, e che sono portate avanti dai partner di Ferrero. Successivamente, si cercherà di migliorare la funzione di Advanced Analytics, integrando le funzioni di track and trace (tracciabilità e rintracciabilità) per monitorare lo spostamento dei camion. In questo modo si intendono acquisire Key Performance Indicator (KPI) come l'Estimated Time of



Arrival. L'obiettivo di lungo termine è costruire una Intelligent Supply Chain che elimini ogni inefficienza e sia in grado di predire ogni necessità che si verificherà in futuro su ogni consegna. Il sistema lavora attraverso un Data Integration Hub, che raccoglie tutte le informazioni necessarie sulle practice logistiche di Ferrero e dei partner e li trasmette alla Control Tower dopo averle analizzate, questa simula i diversi scenari di consegna e indica quali azioni compiere per farla giungere nel minor tempo possibile (Pagannone, G. 2019)

Questo, è anche un esempio di come le nuove tecnologie per la gestione delle supply chain che stanno emergendo possono migliorare drasticamente la visibilità lungo la supply chain, supportando le imprese a resistere a shock esterni. Sulla scia delle previsioni di Rifkin sul cambiamento di paradigma produttivo (De Simone, E., 2020), le tradizionali supply chain lineari si stanno trasformando in network di rifornimento digitali (digital supply networks, DSNs), dove le imprese si interconnettono a tutti gli stadi della rete di rifornimento, permettendo migliore comunicazione, collaborazione, flessibilità e ottimizzazione. Valorizzando tecnologie avanzate come l'Internet of Things, l'Intelligenza artificiale, la robotica e il 5G si possono costruire paradigmi che rispondano agli eventi come il COVID-19, le guerre commerciali, le guerre, il terrorismo, i cambi regolamentari, picchi di domande e fallimenti dei fornitori (Deloitte, 2020).

Un altro importante accadimento imprevedibile che ha causato notevoli problemi nel marzo 2021 è stato il blocco totale del canale di Suez causato dalla nave Ever Given. Il canale di Suez veicola il 12% del commercio globale, secondo il Centro Studi di Intesa Sanpaolo, e aveva performato efficientemente anche durante la pandemia COVID-19, con un transito di quasi 19.000 navi nel 2020. Rappresenta inoltre uno snodo cruciale della Belt and Road Initiative e coinvolge l'Italia per circa il 40,1% del commercio marittimo. Il blocco di giorni che si è verificato ha causato secondo le stime di Bloomberg, basate sul sito specializzato Lloyd's List, in una perdita di 9,6 miliardi giornalieri, di cui 5,1 miliardi afferenti alle rotte verso l'oceano Indiano e 4,5 miliardi afferenti alla direzione opposta (AGI, 2021 B)

### 2.5.2 La Belt and Road Initiative, supply chain per obiettivi geopolitici

La Belt and Road Initiative (BRI) è una strategia di sviluppo adottata dal governo cinese, che coinvolge 136 paesi e più di trenta organizzazioni internazionali, attraverso l'Asia, l'Europa, il Medio Oriente, Russia, India, Indonesia, e l'Africa. Secondo il Consiglio di Stato cinese, alla fine dell'agosto 2019 il governo aveva già firmato 195 documenti di cooperazione per progetti sulla BRI, costruendo una rete abbracciante il business su scala globale. (Bloomberg, 2020)

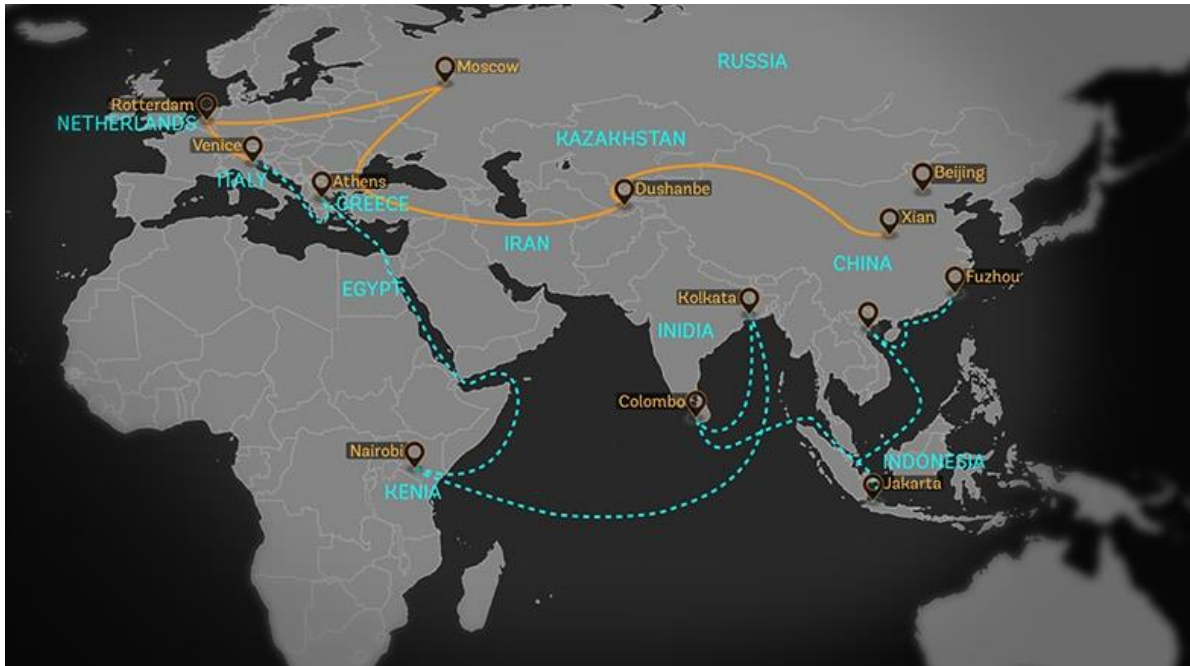
La stampa italiana ha coniato, per identificare la Belt and Road Initiative, l'espressione "Nuova via della Seta". Con questo programma il governo cinese intende finanziare diversi investimenti infrastrutturali, nei paesi precedentemente detti, con un ammontare di fondi superiore ai 1000 miliardi di dollari. Il fine è costruire vie di commercio internazionali che favoriscano la crescita dell'economia cinese e dei paesi aderenti attraverso il facilitamento delle vie di commercio. L'iniziativa, fortemente voluta da Xi Jinping, Presidente della Repubblica Popolare Cinese, è stata lanciata nel 2013. (Focus, 2019)

La Belt and Road Initiative è dunque un'iniziativa strategica promossa dal governo cinese, il quale mira a finanziare progetti finalizzati all'implementazione di infrastrutture di commercio. Vengono finanziati trasporti e infrastrutture via terra, strade ponti e ferrovia, nonché via mare e aria, con la realizzazione di importanti snodi portuali e aeroportuali. Oltre alle infrastrutture commerciali, la BRI si concentra sulle fonti di energia e la tecnologia, sostenendo lo sviluppo di impianti per la produzione e distribuzione di energia e di sistemi di comunicazione. Il fine di Pechino è espandere la sua influenza nei rapporti internazionali, dando maggior impulso a scambi di beni e servizi tra paese, costituendosi come centro di una rete dovrebbe veicolare un terzo del volume totale di commercio globale, coinvolgendo più della metà della popolazione mondiale nelle sue attività, circa il 60% (World Bank, 2019 & Focus ,2019)

L'iniziativa prevede la costituzione di sei grandi corridoi commerciali: uno con il Pakistan (Cpec), uno che passi per India, Bangladesh e Myanmar (Bcimec), uno che unisca Iran, Kazakistan, Tagikistan, Turchia. Turkmenistan, e Uzbekistan (Cwaec), un quarto che coinvolga la Cambogia, Laos, Malesia, Thailandia, Myanmar, e Vietnam

(Cicpec), uno che colleghi Pechino con Russia e Mongolia (Cmerec), e infine uno che garantisca degli sbocchi in Europa (Nelp).

Figura 2.5.2.1: I corridoi commerciali che costituiranno la Belt and Road Initiative (BRI) (Focus, 2019)



Anche l'Italia sarà interessata dal progetto. Sono in corso trattative per accordi sul finanziamento di opere stradali e ferroviarie. Sono inoltre previsti finanziamenti anche per le altre aree di intervento su cui la BRI si concentra. Risulta infatti che siano stati presi accordi per aumentare i collegamenti con lo Stato cinese via mare, attraverso l'acquisizione del porto di Trieste, e per finanziare il reparto energetico dell'Italia, attraverso una collaborazione tra Terna e la State Grid Corporation of China. Sono inoltre in corso altre cooperazioni tra imprese cinesi, sia pubbliche che private, e progetti europei quali la TAV. (Focus, 2019)

Un esempio di come vengono spesi dal governo cinese i 1000 miliardi per finanziare il progetto, sono i 60 miliardi di dollari di finanziamenti a fondo perduto o a tassi super agevolati assicurati dallo stesso Xi Jinping nel 2018 ai 50 capi di stato africani riuniti in occasione del terzo Forum on China-Africa Cooperation. Le stime condotte dal

China-Africa-Research Initiative, istituito presso la John Hopkins University of Advanced International Studies, tra il 2000 e il 2016 la Cina ha finanziato il continente per un totale di circa 125 miliardi di dollari (Sole24ore, 2018).

I dati sul partenariato sino-africano testimoniano l'influenza del governo cinese nel continente e la permanenza di relazioni asimmetriche (caratteristica che riguarda anche i vertici europei-africani e americano-africani ((Centro Studi di Politica Internazionale, Parlamento, 2021)). Nel 2021, il livello degli scambi si attesta a 254,3 miliardi di dollari, con una crescita del 35,3% su base annua. Anche l'Africa ha registrato aumenti percentuali simili, che esportando 105,9 miliardi di dollari di prodotti in Cina ha raggiunto una crescita del 43,7% anno su anno, secondo i dati riportati dall'Amministrazione generale delle dogane cinese. Per l'Africa la Cina costituisce infatti il primo partner commerciale dal 2010. (AGI, 2022)

Queste cifre dimostrano l'interesse della Cina nel continente Africano e Asiatico. Infatti, sebbene il volume degli scambi sia aumentato anche nelle relazioni con l'Europa e gli Stati Uniti, l'ASEAN si è sostituito all'Europa nella qualità di primo partner commerciale della Cina (Amministrazione generale delle dogane, 2020), mentre sempre la Cina si è sostituita agli Stati Uniti nel ruolo di primo partner della Germania (con un volume di scambi nel 2020 di 212,1 miliardi di euro), e di altri paesi europei, per 5 anni consecutivi ad oggi, confermato dall'Ufficio federale di Statistica tedesco Destatis (Ansa, 2021).

Sempre riguardo al settore finanziario, le banche cinesi hanno fornito al continente africano un ammontare di capitali superiore al doppio di quello prestato dalle banche statunitensi, tedesche, giapponesi e francesi messe insieme per finanziare le opere infrastrutturali. Infatti, emerge dall'analisi del periodo 2007-2020 la China Exim bank e la China development bank, con i 23 miliardi di dollari di capitale erogato, superano significativamente i 9,1 miliardi erogati da tutte le principali istituzioni finanziarie per lo sviluppo, tra cui le nipponiche Japan bank for international cooperation e la Japan international cooperation agency, nonché le tedesche Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) e Deutsche Investitions- und Entwicklungsgesellschaft (Deg), la

statunitense US international development finance corporation, la Financierings-Maatschappij voor Ontwikkelingslanden (FMO, Banca per lo sviluppo) olandese, la Banca per lo sviluppo dell’Africa meridionale (Trade and Development bank, TDB), la francese Proparco e la Banca mondiale. La media di fondi concessi per il finanziamento di infrastrutture da questi enti è in aggregato attorno ad una media di 1,4 miliardi all’anno, nel periodo 2016-2020 (AGI, 2022).

Un’altra notevole dimostrazione dell’influenza cinese sul continente africano, e potenzialmente della sua pericolosità per gli equilibri internazionali, è osservabile nella votazione dell’Assemblea delle Nazioni Unite sulla condanna dell’invasione Russa in Ucraina (AGI, 2022). La mozione di condanna è passata con 141 voti favorevoli, 35 astenuti e 5 contrari. Gli stati che hanno votato contro nella votazione sono: Russia, Corea del Nord, Siria, Bielorussia ed Eritrea. Tuttavia, analizzando i 35 voti astenuti, possiamo evidenziare che la Cina si è astenuta, e che l’India e altri 17 paesi africani, oltre all’Eritrea, hanno sostenuto la medesima posizione (Limes, 2022, Onu Italia, 2022 & AGI, 2022).

Nonostante i finanziamenti a fondo perduto e a tassi super agevolati, i capitali che la Cina fornisce ai paesi africani sono concessi con l’intenzione di trarne profitto. Per garantirsi la restituzione dei prestiti, o di un ritorno economico, vengono adottate attraverso clausole capestro, che permetterebbero di assumere il controllo di asset strategici in caso di mancata restituzione dei fondi.

Un esempio significativo sotto questo aspetto è Gibuti. Lo Stato è sede permanente della prima base estera cinese, dove il governo ha concesso 15 miliardi di dollari per finanziare la costruzione del porto principale e delle infrastrutture ad esso collegate per il suo efficientamento. Per tutelarsi dall’eventuale inadempienza dello Stato, è previsto che il porto di Doraleh, strategico per il controllo del Mar Rosso e del Canale di Suez, sia ceduto al controllo cinese. Tra i casi più rilevanti di strutture di prestiti di questa fattispecie si registra il caso del Kenya per il porto di Mombasa, che rappresenta uno dei porti più importanti dell’Africa orientale e che è stato concesso in garanzia per il prestito di 3,2 miliardi per la costruzione della linea ferroviaria tra

Mombasa e Nairobi. Questa, con una lunghezza di 470km, costituisce una delle infrastrutture più importanti del territorio, e in caso di inadempienza dello Stato del Kenya, sarà la Exim Bank of China ad assumerne il controllo. (AGI, 2022)

A fine 2021 a Dakar, in Senegal, si è tenuto un Summit sulle relazioni future tra Cina e Africa, durante il quale è stato identificato come focus la cooperazione dell'ambito della sicurezza. (AGI, 2022). Questo scenario apre alla possibilità che i governi si concentrino sul tracciamento dei prodotti alimentari e di beni e servizi in generale lungo la BRI, anche con soluzioni blockchain, ad esempio il progetto di VeChain per aumentare la trasparenza e fornire servizi di localizzazione alle imprese (Dow Jones Factiva, 2022). Tuttavia, questo si sta concretizzando anche con un rafforzamento della presenza militare cinese nell'area, con la costruzione di basi militari e l'organizzazione di esercitazioni congiunte, soprattutto in Angola, Namibia, Kenya, Seychelles e Tanzania. (AGI, 2022)

Oltre al porto di Doraleh e la linea ferroviaria tra Mombasa e Nairobi, un altro importante acquisto della Cina riguardano il porto del Pireo in Grecia, di cui è stato acquisito il controllo tramite l'azienda cinese Cosco, che possiede il 51% della società che gestisce il suddetto (Focus, 2019).

Il ministro cinese Wang Yi, in occasione dell'ottava edizione del Forum on China-Africa Cooperation (FOCAC), ha ripetuto l'impegno del governo su otto sfide attuali, queste riguardano; il Covid-19 (che ha rallentato la BRI e arrecato gravi danni al commercio globale e sarà dunque approfondito in chiusura di paragrafo), il debito estero, la capacità industriale, la connettività regionale, lo sviluppo del settore agricolo, la rivoluzione digitale, l'ambiente e i cambiamenti climatici e la cooperazioni militare per la pace e la sicurezza (Centro Studi di Politica Internazionale, Parlamento, 2021).

La blockchain, per le proprietà dei suoi algoritmi di cui si è parlato e che si approfondiranno nei modi di applicazione nei relativi paragrafi, può costituire un mezzo per affrontare alcuni dei problemi elencati. Da qui la ragione per cui Pechino si stia anche concentrando sui registri blockchain.

I leader cinesi ritengono che la tecnologia blockchain si dimostrerà una infrastruttura fondamentale per l'innovazione tecnologica, e nel 2020 è stato lanciato dalla Cina il Blockchain Service Network (BSN). Questo progetto è stato disegnato per fornire un effetto leva alla tecnologia blockchain e offrire agli sviluppatori di software alternative più economiche rispetto agli odierni server di raccolta. Il progetto BSN sta favorendo sia la nascita di numerose iniziative che la collaborazione gli attuali sviluppatori. Un'integrazione del genere permetterebbe alla Cina di portare questa rete internazionale, incluso il network infrastrutturale di Australia, Brasile, Francia, Giappone, Sud Africa, e degli Stati Uniti, sotto la sua influenza. Sulla stessa white paper di BSN viene affermato che "Quando Blockchain Service Network sarà implementato in tutto il mondo, diventerà l'unica rete infrastrutturale globale ad essere sviluppata da entità cinesi e per la quale l'accesso al network sarà controllato interamente dalla Cina. (Brussato G., 2021)

Come si può osservare nella figura 2.5.2.2, la maggior parte dei progetti sta effettivamente nascendo in Asia ed Europa, dove la BRI avrà la maggiore influenza, resta invece esclusa l'Africa, dato il basso livello di digitalizzazione del continente.

Figura 2.5.2.2: progetti blockchain nel mondo nel 2020 (Politecnico di Milano, 2020)



Al terzo Belt and Road Initiative Forum della Tsinghua University a Shanghai, VeChain, insieme a DNV GL, all'Istituto di Ricerca sulla BRI della Tsinghua University, l'Industry Internet Research Institute (sotto il Ministero dell'industria e delle tecnologie

dell'informazione della Repubblica popolare cinese), Tus Data Asset, e China Silk Road Group Limited, hanno costituito la Belt and Road Initiative Blockchain Alliance (BRIBA), per dare ulteriore impulso allo sviluppo della BRI facendo leva sulla tecnologia blockchain. (Prnewswire, 2019)

L'impronta di VeChain e il suo impatto si stanno diffondendo anche in altri paesi oltre alla Cina, come l'Italia, la Francia, Singapore, e gli Stati Uniti, il Lussemburgo e Tokyo, attingendo ai talenti di diverse nazionalità. VeChain programma di aggiungere valore alla BRI, tramite le sue expertise nella diversità internazionale ed esperienze locali, fattori determinanti nella competitività dell'ecosistema. (Prnewswire, 2019)

Negli ultimi quattro anni VeChain si è dedicata a promuovere lo sviluppo e l'adozione della tecnologia blockchain, impegnandosi per il suo passaggio dal meccanismo decisionale del consenso tecnico al consenso aziendale, accumulando esperienze di applicazione reale di questo sistema messi in atto in diversi paesi. Un esempio è My Story™, la soluzione di assicurazione digitale basata sulla blockchain VeChainThor, lanciata da DNV GL, che ha permesso di tracciare vini italiani come Ricci Curbastro, Ruffino e Torrevento, ricostruendone la storia, provandone e certificandone la qualità. L'esperienza denota la presenza di un buon grado di fiducia in Italia verso l'implementazione della blockchain e dell'efficienza che ve ne si può trarre, ricordando infine che l'Italia sta prendendo accordi con la Cina riguardo il passaggio della BRI per il Triveneto. (Prnewswire, 2019)

### 2.5.3 Food Safety e Food security

Le malattie di origine alimentare causano annualmente centinaia di migliaia di decessi, impedendo "lo sviluppo socioeconomico delle nazioni, indebolendo i sistemi sanitari nazionali e ferendo le economie nazionali, il turismo e il commercio" (World Health Organization, 2020). La maggior parte delle reti logistiche delle imprese per operare coinvolge nel proprio volume d'affari numerosi enti, con politiche di tutela e attenzione al cliente diverse, aumentando la necessità di una collaborazione efficiente fra le parti, i governi, i produttori e i consumatori, per aumentare la sicurezza dei prodotti.



Food safety, Food security, e alimentazione sono inestricabilmente legati. Prodotti pericolosi creano un circolo vizioso di malattie e malnutrizione, affliggendo particolarmente infanti, bambini, anziani e malati. Di seguito si riportano i dati chiave per la comprensione del fenomeno al fine di inquadrare in che contesto si cercheranno di proporre usi efficienti di tecnologie blockchain (World Health Organization, 2020). Tuttavia, nel leggere i seguenti dati, è bene tenere presente che sono spesso distorti. I fenomeni di sotto-notifica e di mancata diagnosi eziologica, attribuibile ad uno scarso ricorso ad accertamenti in laboratorio, non permettono una corretta ricostruzione delle fonti e della modalità di contagio, nonché della rappresentazione del fenomeno (Istituto superiore di Sanità, 2021).

La lettura dei dati del 2020 relativi alla situazione europea si manifesta particolarmente problematica per due ordini di motivi, l'influenza della pandemia di COVID-19, e il ritiro del Regno Unito dall'UE, ciò spiega i cali del 53% registrati nel 2020 rispetto al 2019 (European Food Safety Authority, 2021)

In Europa, le infezioni da malattie di origine alimentare ammontano a circa mezzo milione di unità, di cui la maggior parte per *Campylobacter*, *Salmonella* ed *Escherichia coli*, ovvero a nemmeno l'1% della popolazione, confermandosi il continente col più basso numero di casi in assoluto. Negli Stati Uniti invece, arrivano a 48 milioni di casi, ovvero circa il 15% della popolazione, secondo i dati dei Centers for Disease Control and Prevention (Cdc) americani. In generale, nei paesi industrializzati circa il 30% delle persone è soggetta a tossinfezioni alimentari, mentre molto più complesso è stimare la percentuale nei Paesi in via di sviluppo. Si può comunque riportare che, secondo i dati dell'Oms riportati dall'Iss, nel 2005 ci sono stati 1,8 milioni di decessi per questa causa (Istituto Superiore di Sanità, 2022)

Tabella 1.5.1: infezioni di origine alimentare in America ed Europa in rapporto alla popolazione (Ns: elaborazione sulla base dei dati dell'ISS, 2022)

	America	Europa
Popolazione	329.500.000	447.000.000
Infezioni	48.000.000	500.000

Totale	15%	0,112%
--------	-----	--------

La situazione si manifesta particolarmente grave per i bambini di età sotto i cinque anni. 1,7 miliardi è il numero di casi di malattie diarroiche negli infanti, su un totale di 2,2 miliardi, rappresentanti infatti il 31% della popolazione mondiale (UNICEF, 2014). Il numero di decessi per questa categoria raggiunge le 525 mila unità, rappresentando la seconda causa di morte più frequente dopo la polmonite, rispettivamente 9 e 17% (UNICEF, 2014), e la prima causa di malnutrizione, ma potrebbe essere significativamente ridotto attraverso il controllo dell'acqua potabile, che rappresenta la principale fonte di contagio (1400 morti al giorno), ed il rispetto di norme sanitarie e igieniche (World Health Organization, 2017).

Se invece si considera il solo cibo contaminato, senza contare quindi i casi originati da consumo di acqua e trasmissione da altre persone o animali, il numero di persone che si ammala dopo averne ingerito è di 600 milioni ogni anno, quasi una persona su 10, e in 420mila periscono. Tra questi casi, circa il 40% riguarda bambini sotto i 5 anni, con un numero di decessi che arriva alle 125mila unità ogni anno. Dei 600 milioni di casi, circa 550 milioni riguardano malattie diarroiche, risultando quindi la malattia più comune e più letale, con 230mila decessi ogni anno, andando dunque a rappresentare l'ottava causa di morte più frequente nel mondo (World Health Organization, 2020).

Figura 2.5.3.1: Casi di decesso per cause alimentari nel mondo “Ns. Elaborazione sulla base dei dati della World Health Organization”

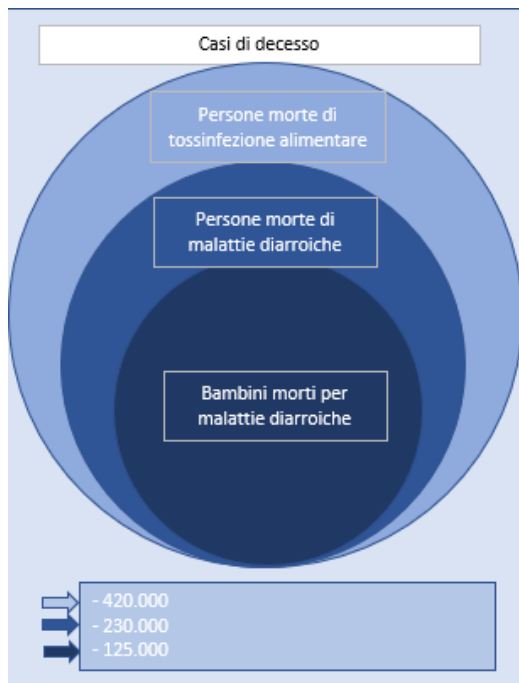
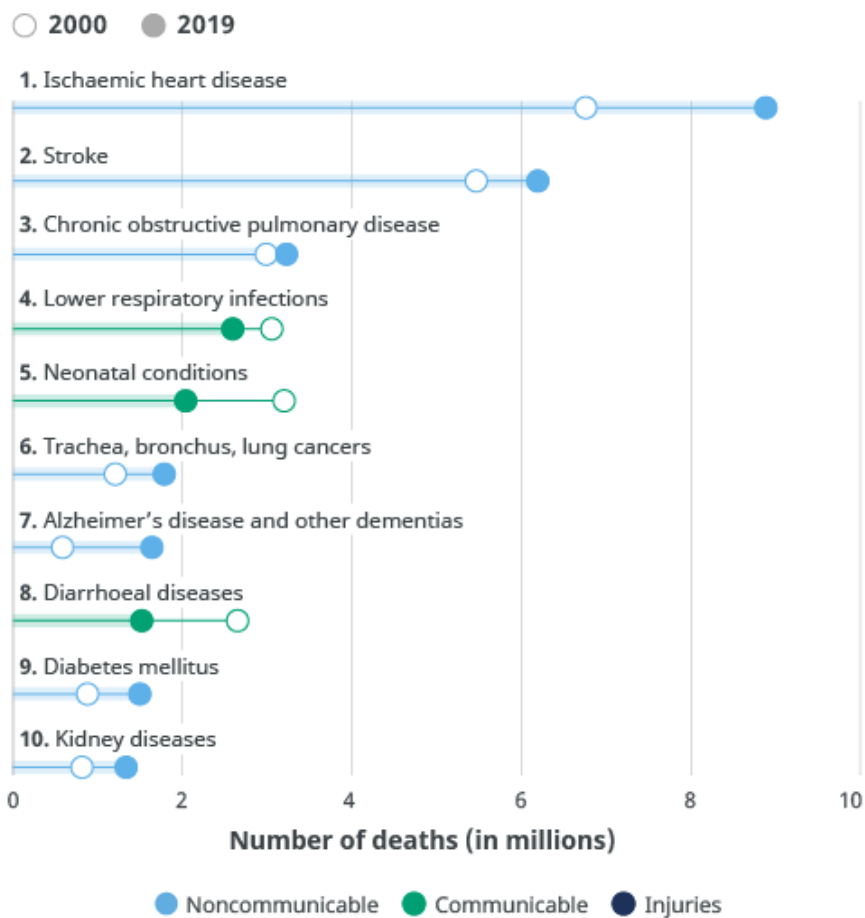


Figura 2.5.3.2: Leading causes of death globally (WHO,2020)

### Leading causes of death globally



La situazione è più grave nei paesi a basso reddito, dove rappresenta la quinta causa di morte prematura, mentre rappresenta la sesta nei paesi a reddito medio basso. Migliore nei paesi a reddito medio alto e alto, dove le malattie diarroiche non compaiono nella lista delle dieci cause di morte più frequenti. Tuttavia, in questi paesi il cancro allo stomaco e quello al colon e al retto, rappresentano rispettivamente la nona e la settima causa di morte più frequente (vedi Appendice). Ciò è rilevante in quanto la contrazione di queste tipologie di cancro può avere delle relazioni con la dieta seguita. Infatti, sono più di 200 le malattie che si possono contrarre dal consumo di cibo malsano attraverso batteri, virus, parassiti e sostanze chimiche, e variano dalle malattie diarroiche al cancro. (World Health Organization, 2020)

## 2.6 Dilemma dell'innovatore

Una delle ragioni per cui la blockchain tarda ad essere pienamente accolta nelle pratiche aziendali, può essere ritrovata nella teoria del Dilemma dell'Innovatore.

Clayton M. Christensen, professore alla Harvard Business School, nel suo celebre libro "Il Dilemma dell'Innovatore: Come le nuove tecnologie possono estromettere dal mercato le grandi aziende", dimostra come le grandi aziende multinazionali spesso finiscano per fallire quando il mercato e la tecnologia cambiano paradigma e si trasformano. Al contrario, prosegue Christensen, le piccole e medie imprese riescono a rapportarsi meglio con i consumatori, a capirne le esigenze e anticiparne i bisogni, riuscendo in questo modo a puntare con successo sulle tecnologie "dirompenti", distinguendole da quelle che invece non lo sono. Nel suo libro, Christensen porta avanti un'analisi dei modelli d'innovazione di alcuni settori, indagando industrie quali quella siderurgica, quella automobilistica, quella dei computer e quella farmaceutica. Il modello dei computer sarà preso in considerazione nel prosieguo del paragrafo per descrivere l'approccio generale del professore di Harvard per capire come riconoscere una *disruptive innovation*.

Il termine "Disruptive" (dirompente) descrive il processo attraverso cui una compagnia minore, con risorse inferiori, è in grado di competere con i business delle imprese incumbent ed avere successo. In particolare, si osserva che gli incumbent si concentrano sul migliorare i prodotti e i servizi richiesti dalla clientela più esigente, spesso la più profittevole. L'esito di questo approccio è il verificarsi di segmenti di domanda sbilanciati in cui i bisogni di alcuni consumatori sono superati, mentre di altri sono trascurati. Gli entranti che si dimostrano dirompenti iniziano con l'affrontare quei segmenti i cui bisogni non sono corrisposti, guadagnando una posizione nel mercato offrendo un prodotto con caratteristiche funzionali più idonee alla domanda, spesso a un prezzo minore. Le imprese incumbenti, focalizzandosi su segmenti più remunerativi ed esigenti, tendono a non rispondere vigorosamente. Gli entranti si muovono poi verso le fasce più alte del mercato, fornendo allo stesso segmento target delle imprese incumbent il prodotto che richiedono, allo stesso preservando le caratteristiche che hanno condotto al loro successo nelle fasi iniziali. Quando un elevato volume di questa

fascia di consumatori inizia ad adottare l'offerta di valore degli entranti, la *disruption* si verifica (Clayton M. Christensen, Micheal E. Raynor e Rory McDonald, 2015).

Nel suo libro Christensen dimostra che la maggior parte dei consumatori tende in realtà a non accogliere subito le innovazioni dirompenti, denotando una resistenza al cambiamento. Adottando questo comportamento, secondo l'analisi del professore di Harvard, i consumatori inducono le imprese dominanti a non investire sulle nuove tecnologie e tendenze, che in questo modo si negano la possibilità di entrare in nuovi mercati, o di crearli, e ampliare in tal modo la clientela. Al contrario le piccole e medie imprese riescono spesso a sfruttare a pieno queste innovazioni. Queste aziende, infatti, non solo sono più abili a capire i bisogni dei consumatori, ma anche dotate di strutture molto meno rigide delle grandi aziende, riuscendo così a adattarsi in breve tempo ai cambiamenti. Una soluzione per permettere anche alle grandi aziende di acquisire l'agilità necessaria per muoversi in questo campo potrebbe comunque essere "creare unità autonome per gestire le tecnologie dirompenti" (Clayton M. Christensen, 1995)

Riguardo alla resistenza al cambiamento Abernathy e Clark costituirono nel 1985 un modello classificando questa resistenza in base a due dimensioni, quella tecnica e quella commerciale. A seconda di come le innovazioni si posizionano su queste dimensioni, saranno recepite con livelli di resistenza più o meno alti. Un'innovazione "regolare", caratterizzata dal mantenimento o rafforzamento dei legami esistenti, sarà probabilmente accolta dal pubblico con bassi livelli di resistenza, eventualmente nulli. Tutto il contrario si può dire per l'Innovazione Architeturale, che rappresenta il gradino più alto di resistenza. In questa fattispecie, sotto la dimensione commerciale i legami cambiano e ne vengono creati di nuovi, mentre sotto la dimensione tecnica si ha generazione di nuove conoscenze. A questi estremi si accompagnano due livelli intermedi, con i quali compongono la matrice, sono l'innovazione di nicchia e l'innovazione rivoluzionaria. La prima si ha quando si ha creazione di nuovi legami nella dimensione commerciale, mentre vengono mantenute le conoscenze nella dimensione tecnica, la resistenza al cambiamento è limitata. Il contrario avviene per l'innovazione rivoluzionaria, con un mantenimento dei legami preesistenti nella dimensione

commerciale, e generazione di nuove conoscenze nella dimensione tecnica, la resistenza al cambiamento è forte.

Per capire quando un'innovazione ha il potenziale per essere dirompente, il professor Clayton M. Christensen propone i seguenti due grafici, che hanno come riferimento l'industria dei disk, drive nel più ampio campo dell'industria dei computer, come miglior metodo adottabile applicabile a qualsiasi industria per identificare le *disruptive innovation*. L'approccio consiste nel costruire una rappresentazione grafica delle traiettorie rappresentanti i miglioramenti nelle performance domandati dal settore e contrapporli ai miglioramenti effetti offerti dalla tecnologia. Si devono definire i bisogni della domanda mainstream del mercato e compararla con l'offerta corrente disponibile. Al fine di misurare ciò, occorre osservare il comportamento dei consumatori, oltre che ad ascoltare le loro opinioni, in quanto in questo modo si possono ottenere informazioni molto più affidabili che quelle ottenibili da colloqui verbali o focus group. Per stabilire la probabilità che un'invenzione sia *disruptive* bisogna dunque proiettare le traiettorie di domande di miglioramento con i miglioramenti che la tecnologia del caso di analisi può apportare. Se le traiettorie risultano parallele, la tecnologia nel caso di analisi non diventerà un riferimento nel mercato. Qualora invece la tecnologia progredisca a un passo più veloce del tasso di miglioramento richiesto dal mercato, allora il potenziale dirompente esiste davvero (Clayton M. Christensen, 1995)

Volendo utilizzare tale approccio al campo blockchain, si potrebbe pensare di indagare la domanda di miglioramento delle tecnologie per la tracciabilità, comunicazione e gestione dei dati, ed efficientamento dei sistemi di pagamento. Si dovrebbe poi stimare la velocità di progressione di tale tecnologia, e infine paragonare i due risultati.

Figura 2.6.1: Changed Performance Demand Trajectories and the Deferred Impact of Disruptive Technologies

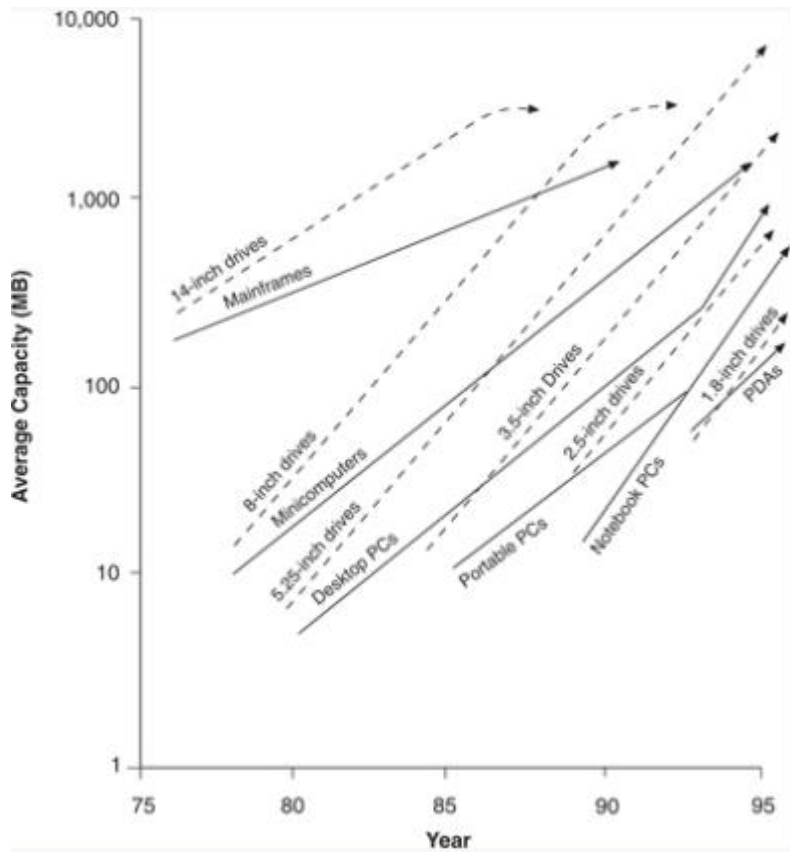
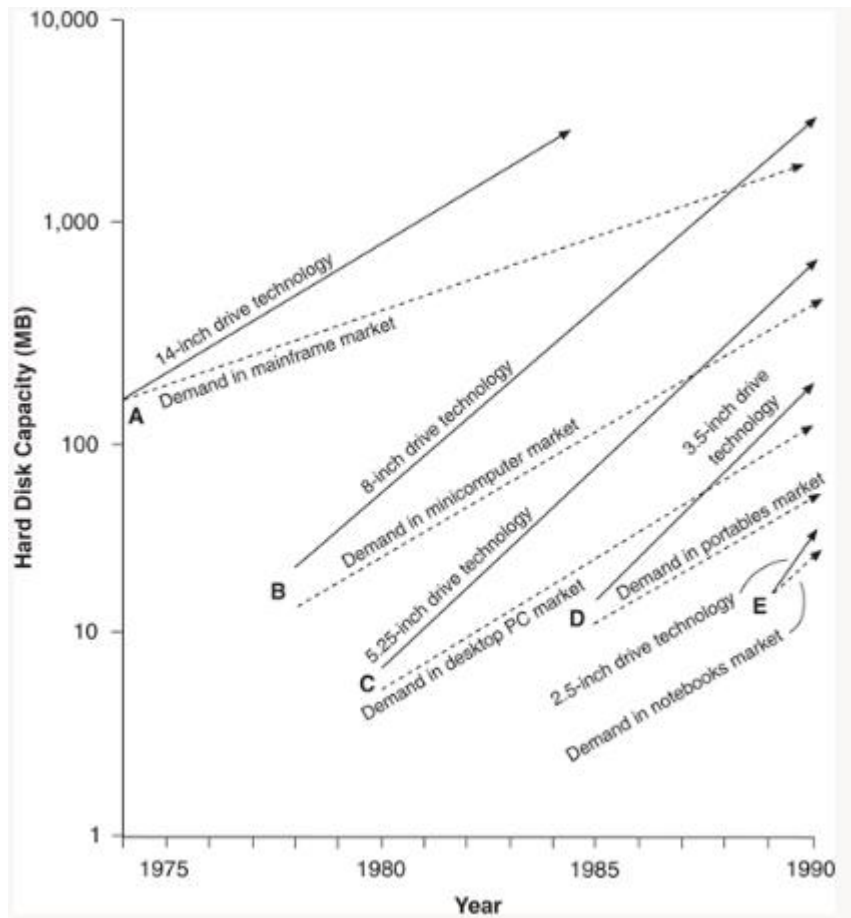




Figura 2.6.2: Intersecting Trajectories of Capacity Demanded versus Capacity Supplied in Rigid Disk Drives



Nel suo libro Christensen evince una serie di regole e di criteri con cui trarre profitto dalle *disruptive innovations*. L'autore ricava questi principi attraverso l'analisi di casi concreti di successo e di fallimento di imprese leader del loro settore. Con il suo libro, Christensen individua quindi dei principi a cui poter far riferimento quando si stia valutando di dare o meno seguito alle ultime richieste della clientela, investire in prodotti con basse performance e bassi margini di profitto, e quando scegliere di non investire in grandi mercati ma in mercati minori, che potrebbero però rivelarsi più redditizi. In alcuni casi, infatti, può accadere che non si scelga di investire in un determinato prodotto perché presenta profitti a breve termine minori, ignorando che

nel medio lungo termine questi potrebbero rivelarsi ben superiori a quelli di altri progetti.

Si può prendere ad esempio il caso della Kodak. L'azienda rappresentò nel ventesimo secolo il leader indiscusso della fotografia, un colosso che dominò il settore per quasi un secolo. Fu addirittura pioniera delle prime macchine digitali, inventate e poi migliorate da Steven Sasson e Bryce Bayer. Tuttavia, anche se creò e vendette le prime macchine digitali, continuò a scommettere per tutti gli anni 70, 80, e 90, sull'analogico, che le aveva permesso di ottenere immensi profitti per tutta la sua storia secolare, e sembrava dunque essere una scommessa sicura anche per il futuro. Ovviamente non andò così, e quando successivamente abbracciò la strada del digitale fu troppo tardi, con competitors come Sony e Canon che si erano ormai affermati, portandola a chiedere nel 2012 la tutela fallimentare (Chapter 11).



## CAPITOLO SECONDO

### 3 INCREMENTARE L'EFFICIENZA ATTRAVERSO LA BLOCKCHAIN

Gli algoritmi che costituiscono la struttura della blockchain, grazie alle caratteristiche che sono state analizzate nel precedente capitolo, sono in grado di offrire trasparenza e sicurezza nelle transazioni e permettono che siano svolte senza bisogno di aver fiducia nella controparte. La figura 3.1 si riferisce a uno studio condotto da Forrester su commissione di IBM. Per lo studio sono stati intervistati 150 manager di supply chain in Nord America, Europa, Medio Oriente e Africa, e i risultati dimostrano un ottimo livello di soddisfazione per i risultati ottenuti implementando la blockchain nei propri progetti.

Figura 3.1: Benefit dall'implementazione della blockchain (Forrester, 2020)



Nel seguito si analizza come a partire da queste fattispecie si creino opportunità per ridurre i costi di rifornimento delle imprese.

Secondo una recente pubblicazione di PricewaterhouseCoopers l'impatto che avrà la tecnologia blockchain in termini di aumento di prodotto interno lordo globale sull'economia sarà di 1.76 trilioni di dollari nel prossimo decennio. L'analisi condotta nel report evidenzia che la maggior parte delle attività farà uso della tecnologia blockchain in qualche forma entro il 2025. Due sono le macroaree in cui le imprese possono trovare applicazioni con maggiori ritorni in termini di efficienza e competitività. In primo luogo, la blockchain può essere utilizzata per identificare e verificare quale sia **l'origine dei prodotti** in qualsiasi anello della catena. Su questo fronte è possibile distinguere **tre aree strategiche** in cui concentrare iniziative per valorizzare il potenziale che la blockchain possiede in tema di tracciamento, esse sono: promuovere la sicurezza dei prodotti alimentari, dimostrare che l'impresa produce seguendo i principi di sostenibilità ESG, e combattere la contraffazione, alle quali saranno dedicati i sottoparagrafi (2.1.1, 2.1.2, 2.1.3) del prossimo paragrafo (2.1). Quanto alla seconda macroarea, si evidenzia la capacità della blockchain di gestire le transazioni e i processi in tempo reale, che sarà trattato in seguito al paragrafo **"Pagamenti e strumenti finanziari"** (2.2). (PwC, 2020)

### 3.1 Tracciabilità e Rintracciabilità

In questo paragrafo si introdurrà dunque la differenza fra tracciabilità e rintracciabilità e come questo, unitamente alle richieste di maggior trasparenza, ha un seguito negli stadi della filiera di produzione, trasformazione, magazzino, distribuzione e vendita al dettaglio nonché a livello di amministrazione.

La tracciabilità, secondo le norme ISO, è "la capacità di risalire alla storia e all'uso o alla collocazione di un prodotto o di un'attività attraverso identificazioni documentate" (International Standardization Organization (ISO) 8402) (Sunprod, 2022). Per tracciabilità si intende dunque la capacità da parte di un'organizzazione di seguire il

percorso di un prodotto lungo la catena produttiva, e risalire alle condizioni effettive del prodotto.

La rintracciabilità è invece definita dal Regolamento europeo (CE) 178/2002 con riguardo al settore agroalimentare come “La possibilità di ricostruire e seguire il percorso di un alimento, di un mangime, di un animale destinato alla produzione alimentare o di una sostanza destinata o atta ad entrare a far parte di un alimento o di un mangime attraverso tutte le fasi della produzione, della trasformazione e della distribuzione” (art. 3, comma 15). Dunque, la capacità di ricostruire il percorso dei prodotti a monte. Il Regolamento 178/2002 inoltre, riconoscendo l’importanza di avere principi, requisiti legislativi generali e procedure in ambito alimentare, e di vigilare sul loro rispetto, istituisce l’Autorità europea per la sicurezza alimentare (EFSA).

Una norma interessante su cui basare le prossime argomentazioni sull’applicabilità della blockchain è inoltre costituita dall’ISO 9000. La norma prevede che “l’organizzazione **deve** provvedere a identificare lo stato del prodotto/servizio per quanto riguarda le attività di misurazione e verifica richieste e, ove necessario, deve **identificare il prodotto e/o servizio nell’intero processo** utilizzando i **mezzi opportuni**. Questo **riguarda tutte le parti** interessate al prodotto e/o servizio, la cui interazione influisca sulla conformità ai requisiti. Quando è prevista la tracciabilità, l’organizzazione deve controllare e **registrare l’identità univoca** del prodotto e/o servizio.” (Sunprod, 2022) (International Standardization Organization 9000)

In seguito alle richieste di maggiore trasparenza sulle operazioni lungo la supply chain degli OEMs (Original Equipment Manufacturer), si è registrato un aumento degli sforzi delle imprese in tal senso, tanto che nell’organizzazione delle proprie priorità strategiche, rendere più agile ed efficiente il rapporto coi fornitori, è risultato al terzo posto come grado di precedenza nel 2017 (GEODIS, 2017). Tuttavia, si osserva che al 2018 solo il 6% del campione di aziende intervistate ha raggiunto il proprio obiettivo (KPMG, 2018). In particolare, il 40% delle imprese non possiede adeguate informazioni sulla circolazione dei prodotti nella propria supply chain, mentre il 38% non ne possiede con riguardo alle operazioni dei propri collaboratori e il 36% afferma di non avere

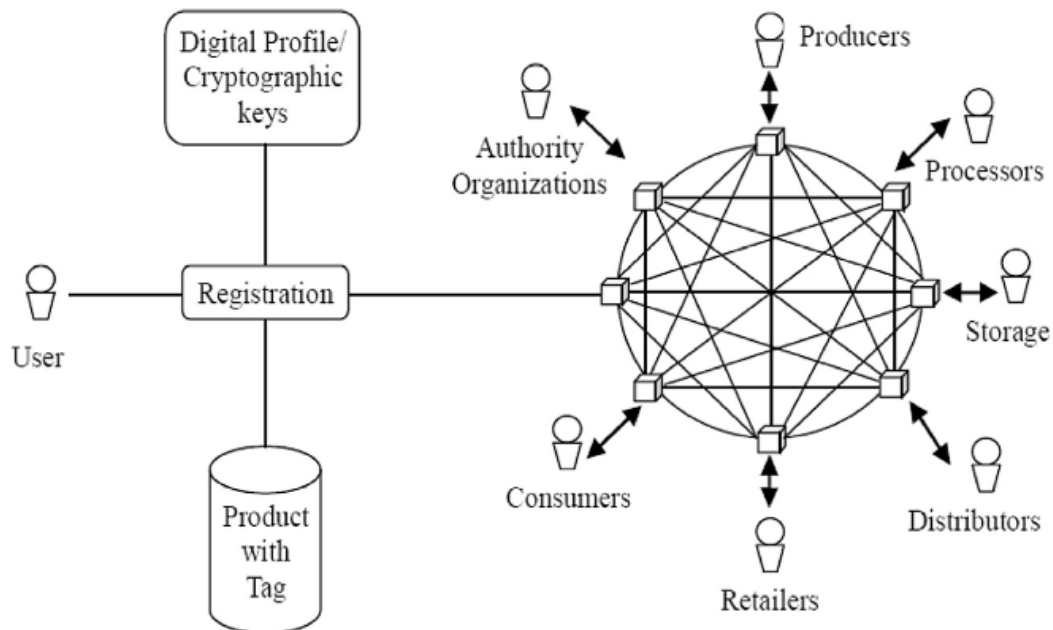
strutture digitali che possano fornire una gestione efficiente dei dati e delle comunicazioni coi membri del proprio network. Per risolvere questo contesto anche KPMG auspica che si abbraccino le nuove tecnologie disponibili, robotica, stampanti 3D, advanced analytics, Internet of Things o blockchain. Si aggiunge anche un ulteriore elemento, ovvero che la connettività digitale permette alle organizzazioni di costruire rapporti più stretti, accelerando lo sviluppo di ecosistemi e favorendo lo sviluppo economico (KPMG, 2018).

Il report è del 2018, ma la tematica dell'importanza della connettività digitale è apparsa negli ultimi anni vigorosamente a causa delle necessità create dalla pandemia COVID-19, durante la quale si è potuto osservare un più elevato grado di difficoltà per le imprese indietro nella digitalizzazione.

#### *Come funziona il processo di tracciamento e rintracciamento nell'industria*

PricewaterhouseCoopers individua nella capacità della blockchain di dimostrare la provenienza dei prodotti, dei materiali, e dei servizi, la più grande forza motrice dietro la proliferazione delle industrie che conducono progetti pilota sulla tecnologia blockchain. In base ai dati raccolti, la capacità della blockchain di tener traccia degli asset scambiati potrebbe generare 962 miliardi di dollari in termini di prodotto interno lordo globale nel prossimo decennio. Per questa ragione nello studio, in cui i ricercatori di PwC hanno suddiviso i principali utilizzi a cui si presta questa nuova tecnologia in cinque categorie in base al loro potenziale economico, il tracciamento è stato collocato al primo posto (PwC,2020).

Figura 3.1.1: Framework concettuale della tracciabilità nella supply chain (J.F. Galvez et al., 2018)



Per esempio, sono fortemente in crescita i casi in cui le *distributed ledgers technologies* vengono utilizzate per tener traccia dei prodotti freschi, delle materie prime, e dei diamanti (ad esempio Everledger e Bext360, di cui si parla in seguito). Mentre questi prodotti circolano e vengono scambiati, si possono aggiungere documenti che ne dimostrino i passaggi, condurre ispezioni, registrare le consegne e rilasciare i pagamenti relativi in automatico e *trustless*, senza compromettere la sicurezza ma incrementando invece la trasparenza. (PwC, 2020)

#### *Come funziona il processo di tracciamento nell'industria alimentare*

I rivenditori di generi alimentari rappresentano una categoria di operatori che potrebbe trarre vantaggi marcati dall'implementazione della tecnologia blockchain nei propri business model (PwC, 2020).

Una premessa, Il settore alimentare è caratterizzato da un elevato livello di regolamentazione, queste richiedono alle imprese di specificare informazioni quali il luogo di provenienza dei prodotti e delle materie prime, modalità d'estrazione, la scadenza, l'utilizzo di diserbanti e pesticidi, allergeni, valori nutrizionali e altre



informazioni, a seconda della regolamentazione del paese ed eventualmente di quella sovranazionale, che può richiederne di diverse e altre ancora. Tuttavia, nonostante le difficoltà che la regolamentazione crea, essa si rende comunque necessaria, specie in quanto l'aumento degli scambi commerciali nel settore agroalimentare, seppure arricchisca la gastronomia dei paesi portando nuovi gusti e culture, può mettere a repentaglio la salute del consumatore, attraverso prodotti alimentari provenienti da Stati in cui le norme di sicurezza di questo settore sono inferiori a quelle dell'Italia e dell'Unione Europea in generale (Marchetti B., Renna M., 2016)

Partendo da questo presupposto, uno dei modi principali attraverso cui la blockchain può contribuire alla sicurezza del cibo e dei prodotti è dunque attraverso una maggiore trasparenza che faciliti lo scambio e la gestione delle informazioni. La piattaforma crea un *digital twin* delle informazioni sul prodotto e del loro flusso, e conferma la qualità del cibo lungo i suoi passaggi nelle catene di rifornimento. Questo scopo è raggiunto lasciando che ogni partecipante alla catena condivida informazioni, prove, dichiarazioni e valutazioni sul prodotto. Il viaggio dei prodotti agroalimentari è dunque ricostruito in un oggetto blockchain che prende il nome di “food bundle” (pacchetto di cibo). Alla fine del viaggio il pacchetto è la combinazione di tutte le informazioni che i portatori di interesse hanno fornito. Queste informazioni poi possono essere utilizzate per stabilire la provenienza, qualità, sostenibilità, e caratteristiche del profilo generale dell'alimento. (Galvez, Juan F, J.C Mejuto, and J Simal-Gandara, 2018)

Si è precedentemente accennato alle soluzioni “dalla fonte allo scaffale”, in cui viene tracciato il viaggio dei prodotti mentre si spostano lungo la supply chain. Questo avviene ad ogni stadio delle catene di approvvigionamento, come si può osservare nella figura 3.1.1 “Framework concettuale della tracciabilità nella supply chain”.

Partendo dallo stadio iniziale della **produzione**, i prodotti raccolti possono essere impacchettati ed etichettati con targhette RFID (Radio Frequency Identification). Queste sono una tecnologia di identificazione automatica che si basa sull'utilizzo di onde elettromagnetiche che si propagano nell'aria per consentire una rilevazione massiva, univoca, automatica e a distanza di capi di bestiame, oggetti e individui, siano essi in

stato di quiete o di moto (RFID, 2020). In questo stadio si possono includere informazioni di background sull'ambiente di produzione, quali la qualità dell'aria, del terreno, dei corsi d'acqua utilizzati; informazioni sulle diverse condizioni colturali, quali la qualità dei semi, varietà, numero, area di produzione, pratiche lavorative, staff coinvolto, periodo di semina e di raccolto; ed anche informazioni riguardo l'utilizzo di pesticidi e fertilizzanti ed eventualmente della loro tipologia (C.R.W. De Meijer, 2016). A questo punto si passa alla fase di **trasformazione**, il cui passaggio può essere firmato tramite contratto digitale conservato nella blockchain e andando a comporre il "food bundle".

In questo stadio produttivo, l'azienda di trasformazione può informarsi sulle condizioni dei prodotti tramite i dati inseriti allo stadio precedente e integrarli con i processi e i metodi da lei utilizzati. Le informazioni in questo stadio possono includere i metodi di trasformazione, gli strumenti, le politiche sanitarie e di disinfezione, nonché le temperature a cui viene svolto il processo laddove rilevante (S. Crossey, 2017).

Dopo la fase di trasformazione segue solitamente una fase in cui i prodotti sostano in **magazzino**. In questa fase appare di particolare utilità sfruttare sistemi di Internet of Things per ottenere facilmente informazioni da includere nel sistema blockchain. Attraverso l'IoT si possono utilizzare equipaggiamenti quali sensori wireless per ottenere informazioni in tempo reale sui prodotti, come quantità, categoria, temperatura, umidità, tempo di stanza in magazzino, facilitando una gestione dinamica del magazzino (Capgemini consulting, 2017). Per esempio, i managers possono avere le informazioni necessarie per decidere a quali prodotti dare priorità per evitare che si deteriorino e si verifichino delle perdite. (Galvez, Juan F, J.C Mejuto, and J Simal-Gandara, 2018)

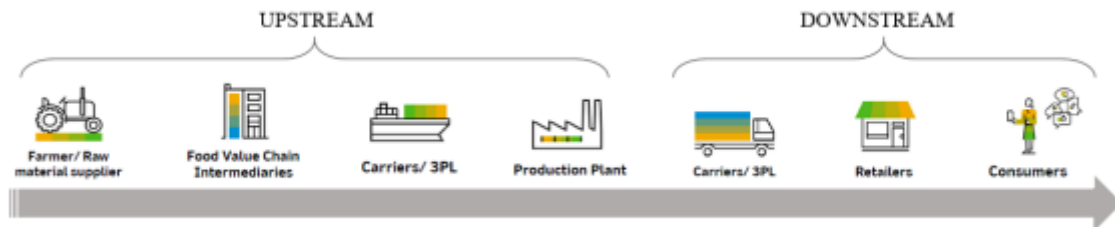
Segue la fase di **distribuzione**. Sistemi complementari di Internet of Things e blockchain possono essere utilizzati per sviluppare un sistema di monitoraggio che attraverso i sensori necessari (ad esempio di temperatura e umidità, specialmente nel commercio di prodotti freschi e deperibili) possono fornire informazioni per migliorare la gestione delle tratte. Si possono analizzare grossi ammontare di dati per decidere di cambiare una rotta qualora in essa si presentino soventemente eventi che cagionino la merce, ovvero riposizionare un magazzino. Le informazioni, raccolte ed elaborate

tramite strumenti di IoT, possono essere inserite in sistemi blockchain che ne facilitano la gestione tra le parti interessate, eventualmente anche solo all'interno delle organizzazioni, senza quindi renderle pubbliche ed accessibili ai clienti, al fine di coordinare la produzione tra suppliers e facilitare ai managers il compito di organizzare la logistica. Per esempio, un'azienda potrebbe possedere due magazzini e cinque tratte ricorrenti. Se attraverso l'analisi dei dati di percorrenza si evidenzia che in una delle cinque tratte dei prodotti arrivano spesso a destinazione in condizioni deteriorate o parzialmente deteriorate, si può decidere di spostare il prodotto nel secondo magazzino, o eventualmente aprirne uno nuovo o cessare di gestire quel particolare bene.

I prodotti arrivano quindi all'ultima fase, la vendita al dettaglio/**rivenditori**. Quando i generi alimentari arrivano, questi dispongono adesso di ogni informazione riguardo la supply chain che li ha portati dalla "fonte" (produzione) allo "scaffale" (rivenditori). Anche i clienti possono leggere queste informazioni, verificando gli standard di produzione e che tutto sia in linea con le loro preferenze ed esigenze. Inoltre, come si dirà nel prossimo paragrafo, qualora si renda necessario localizzare un lotto di produzione per motivi di sicurezza alimentare, questo sarà estremamente agevole. Per esempio, se si rendesse necessario risalire a un lotto di carne di maiale che è risultato contaminato, si potrebbe prendere una di queste confezioni, leggere l'RFID o equivalente strumento per accedere alle informazioni conservate nella blockchain e risalire quindi a dov'è stato prodotto e a tutti i capi con le medesime origini e che hanno seguito lo stesso percorso, nonché verificare se fossero presenti note o avvisi inerenti al prodotto in analisi in una delle fasi della catena.

Infine, le Autorità di controllo e certificazione, o i relativi dipartimenti del governo, possono condurre ispezioni per verificare il rispetto della normativa e che i dati caricati sulla blockchain non siano stati manomessi, riportando i risultati dell'ispezione sui profili digitali di una o entrambe le parti, fornendo un ulteriore elemento di sicurezza al sistema (University of Guelph, 2017). (Galvez, Juan F, J.C Mejuto, and J Simal-Gandara, 2018)

Figura 3.1.2: Possibile configurazione dei livelli di applicazione della blockchain lungo la filiera (Bonino M., 2021)



Riepilogando, in questo paragrafo si è analizzato come vengono messi in pratica gli algoritmi di tracciamento della blockchain nei vari stadi della filiera produttiva delle imprese e in particolare delle imprese della *food industry*. Si parlerà ora di come, grazie al maggior grado di trasparenza e diffusione delle informazioni che consentono, attraverso l'applicazione della blockchain ai processi della supply chain si può promuovere la sicurezza dei prodotti alimentari, dimostrare che l'impresa produce tenendo fede alle tematiche di sostenibilità, e combattere la contraffazione.

### 3.1.1 Promuovere la sicurezza dei prodotti alimentari

Il "rafforzamento del patrimonio dei diritti del consumatore" è stato imposto, oltre che da esigenze culturali che hanno portato alle conquiste sociali straordinarie del Novecento, come il suffragio universale e i sistemi di welfare, anche dal susseguirsi di eventi fattuali quali le crisi alimentari. Il morbo della cd. mucca pazza (Bovine Spongiform Encephalopathy) è, purtroppo, un celebre esempio. Per risolvere la situazione, si sono adottati strumenti tradizionali quali la distruzione dei capi specifici a rischio e il divieto di vendita, cercando di tracciarli e di fornire trasparenza ai consumatori attraverso l'imposizione di etichette. Per esempio, sono state ideate, a favore del consumatore, al fine di garantirlo circa la conformità del prodotto a delle qualità organolettiche specifiche, e a presidio, tutela e valorizzazione delle produzioni locali, o comunque legate al settore alimentare dell'Unione Europea, i sistemi DOP (denominazione d'origine protetta), STG (specialità nazionali garantite) e IGP (Indicazioni geografiche protette). (Benedetti, 2006; Costato 2010; Petrelli, 2012)

Come si è detto il settore alimentare è fortemente regolato, la blockchain può inserirsi in questo contesto aiutando a creare un sistema unico per verificare di quali certificazioni dispone un prodotto, le sue caratteristiche, e quali altri prodotti condividono la stessa origine di provenienza. Può anche influenzare la fiducia dei consumatori in un determinato business attraverso meccanismi generali, comuni a tutte le blockchain, e specifici, caratteristici di solo alcune. In generale, a livello di protocollo, la trasparenza è aumentata dal meccanismo della chiave pubblica e privata e dal registro immutabile delle transazioni passate, rendendo chiaro chi apporta una modifica a quale porzione di dati, mentre la crittografia e la decentralizzazione rendono il sistema più sicuro e privato. Inoltre, a seconda del caso specifico e del protocollo possono essere previste regole che articolino maggiormente il sistema, ad esempio restringendo il campo di utenti che possono apportare modifiche e la tipologia di dati da condividere. (Galvez, Juan F, J.C Mejuto, and J Simal-Gandara, 2018)

Quanto si è detto attiene a come la blockchain può creare una maggiore confidenza nel consumatore quando compra dei prodotti. Dal punto di vista della salvaguardia della salute pubblica, le informazioni vengono invece in soccorso delle Autorità di controllo, piuttosto che dei consumatori. Quando si verificano focolai epidemici di origine alimentare, sono quasi sempre seguiti da difficili ricerche per determinare dove, quando, e come, l'agente contaminante è stato introdotto. Come è stato descritto al precedente paragrafo, la blockchain garantisce la capacità di tener traccia dei movimenti dei prodotti lungo ogni step della supply chain, e anche dunque di verificarne l'origine (rintracciabilità). Attraverso questa abilità, imprese e governi possono agire in modo mirato, rapido e sicuro, prevenendo incidenti e contaminazioni su larga scala, o rispondendo in modo più preciso ed efficiente nel caso in cui se ne verificasse una. A questo riguardo, Robert Hackett, professore universitario e ricercatore canadese presso la British Columbia, cita in un articolo per Fortune il focolaio di salmonella legato alla papaya del 2017, le cui indagini hanno richiesto settimane, e che avrebbero potuto essere svolte in qualche secondo dalla blockchain. In generale, la salmonella è la seconda malattia zoonotica più comunemente segnalata nell'UE dopo la campilobatteriosi. Le malattie zoonotiche sono malattie trasmissibili direttamente o

indirettamente tra esseri umani ed animali, e può risultare particolarmente insidiosa da tracciare senza tecnologie digitali e norme adeguate. (Fortune, 2017)

Per comprendere l'importanza del fenomeno e il peso sull'economia e sulla società delle malattie d'origine alimentare, si cita nel prosieguo l'EFSA e il suo funzionamento, continuando poi con la trattazione.

#### *Autorità europea per la sicurezza alimentare*

Secondo i dati raccolti dall'European Food Safety Authority (EFSA), nell' UE sono riferiti ogni anno oltre 91 000 casi di salmonellosi nell'uomo. L'aggravio economico complessivo stimato dall'Autorità, causato dalla salmonellosi umana, può arrivare fino a tre miliardi di euro ogni anno (EFSA, 2020)

L'EFSA fornisce consulenza su sistemi di gestione controllo e attenuazione dei rischi attraverso la raccolta e l'analisi di dati sulla prevalenza di Salmonella in vettori animali e alimentari. Le risultanze dall'Autorità vengono recepite dagli enti incaricati della gestione del rischio a livello europeo, nonché negli Stati membri dell'Unione, al fine di adottare efficaci misure di controllo e monitoraggio, per un'efficiente riduzione della presenza di Salmonella e altri batteri o virus nelle catene alimentari. In ciò l'EFSA è coadiuvata dalla Rete per i dati di monitoraggio sulle zoonosi. Essa è una rete paneuropea, formata da organizzazioni internazionali e rappresentanti nazionali, che collaborano alla raccolta e condivisione di informazioni sulle zoonosi nei paesi che rappresentano, presentando dunque essa stessa di efficienti mezzi che facilitano la gestione comune di dati raccolti dalle parti coinvolte nelle ricerche.

Sono utilizzati anche da valutatori del rischio come il gruppo di esperti scientifici dell'EFSA sui pericoli biologici per fornire stime del rischio. L'Autorità è coadiuvata in ciò dalla Rete per i dati di monitoraggio sulle zoonosi, rete paneuropea composta da rappresentanti nazionali e organizzazioni internazionali che assistono l'EFSA raccogliendo e condividendo informazioni sulle zoonosi nei propri rispettivi Paesi.

L'articolo di Hackett continua parlando di come retailers quali Walmart, Nestlé, Unilever e Dole, vogliono usare questa tecnologia per tener traccia di prodotti come il

pollo (uno dei maggiori veicoli per la salmonella), la cioccolata, e le banane. Queste aziende, secondo il ricercatore, vedono nei registri distribuiti un modo per rinnovare la gestione dei dati di complesse reti logistiche che includono agricoltori, brokers, distributori, sviluppatori, distributori, regolatori, e infine clienti. (Fortune, 2017)

Per esempio, anche Walmart sta sperimentando le soluzioni “dall’origine alla fonte” usando la tecnologia blockchain per tener traccia dei propri prodotti e dimostrarne l’origine. In questo modo, possono avere un maggiore ingaggio con i clienti, e costruire maggiore fedeltà, mostrando loro la qualità dei loro prodotti. Walmart in particolare ha cominciato a tener traccia di 23 linee di prodotti nel 2020, con l’obiettivo di tracciare il 50% di tutta la carne fresca venduta, del 40% di tutte le verdure in busta, e del 12,5% di tutto il pesce. I clienti possono scannerizzare i codici QR sui prodotti, e in questo modo, ottenere informazioni dettagliate sul luogo di provenienza, momento di spedizione e ricezione, e tutti i report delle investigazioni svolte su quei prodotti. Walmart sta dunque compiendo notevoli investimenti in questa direzione, secondo l’azienda questa è infatti una necessità, soprattutto data anche la crescente attenzione del pubblico per la sostenibilità e l’educazione alimentare, intesa come quella serie di conoscenze sviluppate che ci permette di seguire diete sane ed equilibrate. Come si evince dal sito web del colosso alimentare, promuovere la responsabilità ed assicurare trasparenza lungo ogni step della food supply chain, non è affatto un aspetto secondario. “La tecnologia Blockchain può aiutare a identificare prodotti contaminate in modo consistente, anche dei singoli ingredienti, limitando ulteriore diffusione di malattie di origine alimentare”. (Walmart, 2022)

#### *Oltre la sicurezza... gli sprechi alimentari*

Oltre al rapido contenimento delle malattie e l’efficientamento dei tempi di risposta, la blockchain può anche ridurre gli sprechi alimentari. Si possono infatti compiere richiami mirati per rendere la gestione dei controlli più precisa. Per mettere le cose in prospettiva, i dati raccolti per il Food Waste Index Report 2021 dell’UNEP (UN Environment Programme’s) mostrano che il 17% della produzione globale del cibo viene sprecata, di cui il 13% proveniente dai rifiuti della vendita al dettaglio. In Italia la

situazione è anche più grave della media Europea. Nel nostro paese vengono sprecati 65kg di alimenti ogni anno per ogni persona, contro una media europea di 58, secondo i dati riportati dal sole24ore e raccolti dal Food Sustainability Index realizzato dalla Barilla. Secondo le ricerche, lo spreco annuale ammonterebbe a un valore di dieci miliardi di euro. (Sole24ore, 2021)

Anche in Cina, dove, secondo La Repubblica, che riporta i dati di un rapporto basato su una ricerca su campo condotta a livello nazionale dai deputati dell’Cpn, vengono sprecati circa 18 miliardi di tonnellate di cibo, ci si sta muovendo per contrastare lo spreco di cibo. Lo stesso presidente Xi Jinping si è espresso duramente sul tema, ponendo la riduzione degli sprechi come priorità per il futuro. I legislatori cinesi hanno infatti approvato nel mezzo del 2021 una legge contro lo spreco alimentare, durante una sessione del Comitato permanente del Congresso nazionale del popolo. La legge prevede obblighi onerosi a carico sia dei clienti che dei ristoratori. Riguardo ai primi. La legge prevede che la possibilità di addebitare a coloro che lascino quantità eccessive di rifiuti alimentari una tassa di smaltimento. Al contrario, per coloro che finiscano la propria consumazione, la legge prevede che i fornitori di servizi di ristorazione possano assegnargli dei premi. Per quanto riguarda i ristoratori invece, per coloro che incoraggino i clienti a ordinare più di quanto è ragionevolmente ritenibile possano consumare, sono previste multe di 10.000 yuan, equivalenti a circa 1270 euro, dunque più dello stipendio medio mensile cinese. (La Repubblica, 2021)

Nel suo sforzo per ridurre gli sprechi, la Cina da quest’anno sanziona pesantemente anche i video delle cosiddette orge alimentari, banchetti pantagruelici molto popolari online in cui le persone fanno a gara a chi riesce ad ingerire più cibo, ostentando una ricchezza da opporre alla carestia che negli anni Sessanta falciò milioni di abitanti del paese. In Cina, dove lo Stato continua ad avere una presa estremamente stretta sui media, le principali piattaforme cinesi sanzioneranno gli utenti che durante le trasmissioni sprecheranno cibo. In particolare, la piattaforma Douyin, la versione del social TikTok per il mercato cinese, anche questo di proprietà di ByteDance, ha avvertito che qualora nelle ricerche per parole chiave gli utenti inserissero “trasmissioni di cibo” o “re del grande stomaco” saranno mostrati invece i suggerimenti relativi a video che



esortino a “respingere lo spreco di cibo e mangiare in modo ragionevole” (AGI, 2021; ANSA, 2021)

Da ultimo, anche l’industria farmaceutica potrebbe beneficiare di un tracciamento nel continuo di prodotti a rischio di danneggiamento per fattori ambientali esterni (ad esempio esposizione ad elevate temperature), così come qualsiasi produttore o rivenditore di alimenti, bevande e altri beni di consumo a rischio di deperimento. I rivenditori di farmaci tengono traccia del ciclo di vita dei propri prodotti, consentendo di costruire fedeltà e fiducia con i clienti, mostrando loro dove e come le medicine che acquistano vengono prodotte. In questo modo, possono anche identificare frodi e contaminazioni, con sicurezza, velocità, e precisione.

### 3.1.2 Blockchain e sostenibilità

Nei prossimi paragrafi si introducono prima i diversi ambiti in cui si esplica la sostenibilità, in un secondo momento si parlerà di come si può rispondere alla necessità di verificare la correttezza e la veridicità delle informazioni inserite in input nel sistema blockchain.

Le preoccupazioni ambientali, sociali e di governance (ESG) stanno acquisendo sempre maggior rilievo nelle strategie aziendali così come per le scelte dell’end-customer e degli investitori. La crescita degli ESG sta venendo accompagnata dalla relativa crescita del controllo da parte del pubblico e degli investitori, che vogliono accertarsi che non stia compiendo *greenwashing*. Questo fenomeno consiste nel perpetrare politiche di marketing fittizie o ingannevoli per presentare sul mercato l’azienda come attenta alle tematiche di sostenibilità, senza che vi siano adeguati fondamenti per tenere tali pretese (Verone, S. 2020). Le imprese devono essere in grado di dimostrare le loro rivendicazioni in tema di ESG, e di provare che vivono seguendo i valori che si sono dati e che li contraddistinguono dalla concorrenza, nonché dimostrare come stanno agendo rispetto alle responsabilità più ampie delle parti interessate. Attraverso di essa le imprese possono permettere ai clienti di verificare agevolmente che stanno tenendo fede a quanto dichiarano, migliorando così la propria immagine e

reputazione, attraendo nuovi clienti e distinguendosi dalla concorrenza (Galvez, Juan F, J.C Mejuto, and J Simal-Gandara, 2018). In questo modo la blockchain può configurarsi anche come uno strumento di marketing per promuovere l'azienda sul mercato.

The Easy Way, agenzia di monitoraggio pubblicitario, in una collaborazione con il Politecnico di Milano, ha rilevato una crescita del 36% nell'uso di parole chiave legate alla sostenibilità nel primo quadrimestre del 2019 rispetto l'anno precedente (Bertoletti C., 2019).

Nel concetto di sostenibilità vengono compresi ambiti più ampi delle sole tematiche ambientali, abbracciando classicamente le sfere *Environmental* (ambientale), *Social* (sociale), e *corporate governance* (gestione dell'impresa o sostenibilità economica), da qui ESG. A queste macro-sfere in tema di sostenibilità si tende ad aggiungere anche la sostenibilità tecnologica ed energetica, per dare particolare rilievo alle tematiche fondamentali che rivestono. Nel seguito si analizza dunque che riflessi hanno questi temi su ogni stadio della filiera, e cosa comportano per il consumatore finale e la società in generale.

Con *Environmental* si intende invece la capacità di vivere in equilibrio, resilienza e interconnessione che permetta alla società umana di soddisfare i propri bisogni senza al contempo eccedere la capacità dell'ecosistema di supportare la nostra attività, permettendogli di rigenerare i servizi necessari per incontrare i nostri bisogni, e senza che le nostre azioni diminuiscano la biodiversità (Morelli, 2011). La sostenibilità ambientale può quindi essere vista come un insieme di limiti da porre alle attività umane che alimentano lo sviluppo economico: l'utilizzo di fonti rinnovabili e non rinnovabili, l'assimilazione di sprechi e inquinamento (Goodland, 1995)

Con *social* si intende "il complesso di azioni volte a raggiungere l'equità nella società", con azioni che incidano a livello economico e culturale, così come giuridico, per un miglioramento delle condizioni di *welfare* della società in generale (FpS Share, 2022), e garantire "che le condizioni di benessere umano siano equamente distribuite" (esg360, 2021). Può essere descritta come "a public posture" verso le risorse economiche e umane della nazione e la volontà di vedere che queste risorse sono

utilizzate per i più ampi interessi della società e non per i precisi e circoscritti interessi egoistici di singoli individui e aziende (Frederick, 1960)

Per sostenibilità economica si intende la capacità di un'impresa di perdurare nel tempo, sia in termini di profittabilità, che di produttività e performance finanziarie, così come in termini di gestione della componente sociale che compone il capitale umano dell'impresa. Le imprese nella loro attività devono bilanciare le componenti di innovazione e creazione di posti di lavoro, con cui accrescono la propria sostenibilità ambientale e sociale, e la componente di operatività, attraverso cui possono danneggiare l'ambiente e rendersi responsabili della creazione di disuguaglianze. (Giovannoni & Fabietti, 2014)

La sostenibilità tecnologica identifica invece la capacità di una società di utilizzare tecnologie innovative per tutelare o tutelando l'ambiente, evitando dunque di persistere nell'utilizzo di pratiche commerciali che causino danno all'ambiente laddove sarebbe evitabile (ad esempio l'utilizzo di documenti cartacei laddove potrebbero essere facilmente sostituibili da fogli di scrittura digitale o analoghi mezzi). Mentre invece, la sostenibilità energetica riguarda la scelta delle fonti che si sceglie di utilizzare per alimentare l'attività di impresa, la percentuale di energie rinnovabili utilizzate e l'eventuale utilizzo di filtri e abbattitori o altri strumenti per ridurre l'inquinamento da fonti non rinnovabili.

Dunque, la sostenibilità assume un rilievo sempre maggiore negli ultimi anni a livello di importanza per il cliente e per l'impresa per risultare competitiva nel mercato. Tuttavia, le imprese che perseguono realmente tali obiettivi necessitano di metodi per differenziarsi da quelle che invece perpetrano *greenwashing*. La blockchain può aiutare in questo. Tuttavia, per spiegare come sia possibile, sarà necessario introdurre alcuni progetti quali Everledger e Bext360. Il fine operativo di questi progetti, e il loro valore all'interno nel sistema blockchain, è che risolvono in buona parte un'enorme punto debole della blockchain, ovvero l'assenza di un'entità che controlli che le informazioni sui prodotti inseriti siano veritiere. Se infatti per le transazioni la verifica avviene tramite

i meccanismi illustrati in precedenza lo stesso non si può dire riguardo le informazioni che vengono inserite riguardo i propri prodotti.

Sebbene il fatto che ogni apportatore di modifiche viene univocamente identificato all'interno del sistema blockchain possa effettivamente disincentivare in buona parte azioni fraudolente e malevole, questo non basta ad evitarle completamente, e inoltre non protegge dal comune errore umano.

Per eliminare l'errore umano, si stanno affermando progetti che integrino sistemi di Internet of Things, sensori ed Intelligenza Artificiale con i sistemi blockchain. Un esempio è la piattaforma Everledger. Essa opera nell'ambito dei diamanti. Per assicurare i clienti verso l'esattezza delle informazioni sui prodotti che forniscono la piattaforma crea un asset digitale corrispettivo tramite la combinazione di quaranta metadati attraverso la tecnologia machine vision (Virone S., 2020). La machine vision (visione artificiale) è una complessa evoluzione del machine learning che permette alle apparecchiature di qualsiasi genere, sia a scopo commerciale che no, di vedere analizzare e agire, tramite l'applicazione delle più recenti tecnologie di intelligenza artificiale, ottimizzando le operazioni e riducendo i costi (Intel, 2022). Everledger cattura, dunque, immagini ad alta risoluzione dei diamanti ad ogni stadio della filiera e li elabora tramite machine vision, associando ogni informazione che riguarda l'asset fisico all'asset digitale, come la purezza, il colore, il peso, le caratteristiche chimiche, e il numero seriale. In questo modo, si elimina la possibilità che si inseriscano dati sbagliati per errore in quanto non sarà un operatore ad inserire le informazioni ma un sistema che fa un intenso uso di tecnologia avanzata. In questo modo i dati reperibili su blockchain acquisiscono un'elevata affidabilità. Il cliente, per interfacciarsi con tale sistema informativo, può utilizzare l'app della piattaforma previa identificazione e registrazione. L'applicazione mostrerà poi tutti i gioielli in dote al user, soggetto privato o azienda commerciale. Ogni gioiello univocamente identificato può essere selezionato per visualizzare l'intera storia dal momento dell'estrazione allo stato attuale tramite contenuti multimediali e descrittivi, comprendendo procedure di estrazioni, condizioni del luogo e dei lavoratori, professionisti coinvolti e le relative certificazioni o documenti di esportazione e importazione. Oltre alle informazioni più tecniche è inoltre possibile

aggiungervene di personali, momenti significativi per il possessore o per la storia del gioiello, come può essere una foto del gioiello durante un matrimonio (Virone S., 2020).

Un altro esempio di applicazione di tecnologie avanzate per implementare la blockchain risolvendo il problema dell'immissione dei dati è Bext360. Essa è una piattaforma SaaS (Software as a service) che si concentra sulle supply chain del caffè, del cibo di mare, dei minerali, del cotone, dell'olio di palma, e del legname per fornire un'impronta digitale dal produttore al consumatore di questi beni. Il sistema può essere integrato in siti web, sistemi di gestione della supply chain e *point-of-sale systems*. Anche Bext360 utilizza la machine vision e l'intelligenza artificiale per catturare e analizzare informazioni sui propri prodotti, concentrandosi però su prodotti alimentari (tranne cotone e legname e minerali), specie il caffè, e utilizza poi la blockchain per effettuare pagamenti diretti ai fornitori lungo gli stadi della catena. Il sistema, tuttavia, non può prescindere da una costante connessione ad Internet, condizione che lo rende poco efficace nell'utilizzo di contesti quali quello africano o sud-americano, dove gran parte di queste risorse viene estratto (Virone S., 2020).

Anche in settori come quello della moda, utilizzare la blockchain può essere di elevata utilità. Un esempio è il brand italiano Haikure, specializzato in denim eco-sostenibile, tessuto di jeans composto da cotone. L'azienda ha infatti utilizzato la tecnologia per incorporare "proof points" nella sua nuova piattaforma business to business (B2B), per sopportare le sue rivendicazioni di utilizzo sostenibile di acqua e materiali. Partendo dalla primavera del 2021, i clienti potranno scannerizzare codici QR sui prodotti per visualizzare un "passaporto" per il prodotto, che mostrerà come questo sia stato ottenuto, chi è stato coinvolto, e il suo impatto ambientali in ogni stadio.

### 3.1.3 Combattere la contraffazione

In questo paragrafo sarà trattato il ruolo della blockchain nel combattere la contraffazione. L'obiettivo è mostrare come si pensa di poter ridurre, mediante l'utilizzo di blockchain, i mancati ricavi dovuti alla contraffazione, che rappresentano un costo indiretto per l'attività d'impresa i costi indiretti legati ai mancati ricavi dovuti alla contraffazione mediante l'utilizzo di blockchain.

Per dare maggiore dettaglio alla trattazione si partirà dall'analisi del caso italiano.

In Italia nel 2020 il fatturato totale della contraffazione ammonta a 6 miliardi e 319 milioni di euro, sottraendo circa 92 mila unità di lavoro a tempo pieno all'economia legale nazionale e circa 4 miliardi 810 milioni di entrate erariali allo Stato. Il commercio mondiale di prodotti contraffatti italiani supera i 24 miliardi di dollari mentre il volume delle mancate vendite a 4,2 miliardi, a causa dei prodotti contraffatti importati in Italia (che ammonta a 8,7 miliardi), principalmente da Cina, Turchia, Singapore ed Hong Kong. (Ministero dello Sviluppo Economico, 2021)

Il fenomeno del "*italian sounding*", secondo le stime di Coldiretti, è profondamente esteso, più di 2/3 dei prodotti che si definiscono Made in Italy non hanno invero alcun legame di tipo produttivo od occupazionale con l'Italia, spingendo durante il Covid-19 a oltre 100 miliardi il valore dei prodotti contraffatti. Se si contrastasse la produzione di imitazioni di generi agroalimentari italiani, si potrebbero creare 300.000 posti di lavoro. Le truffe arrivano sia da Paesi emergenti sia da paesi ricchi, in special modo da Cina, Australia, Sud America e Stati Uniti. In questi ultimi, per esempio, la percentuale di prodotti caseari contraffatti arriva al 99%. Oltre a questo, a seguito della guerra in Ucraina e del susseguente embargo ai prodotti italiani, stanno proliferando i prodotti italiani contraffatti dalla Russia. (Coldiretti, 2021)

Oltre ai danni ai singoli produttori questo fenomeno impoverisce lo Stato, in termini di minori introiti da Iva, Irpef, Ires e contributi previdenziali, e la società in generale. Per questo motivo è importante agire contro di esso. Le principali autorità nazionali in tal senso sono il MISE (Ministero dello Sviluppo Economico) il Consiglio Nazionale anticontraffazione (CNAC) e le Forze dell'Ordine (ad es. Guardia di Finanza, Agenzia delle Dogane, Polizia Postale, AIFA) e le Forze Produttive (ad es. Confcommercio, Confesercenti, Confindustria, CNA) e dei Consumatori (ad es. il Consiglio Nazionale dei Consumatori e degli Utenti). A livello europeo opera invece l'Ufficio Europeo per la Proprietà Intellettuale (EUIPO). Quest'ultimo in particolare ha dichiarato un forte interesse nel voler sperimentare l'utilizzo della blockchain e di altre

tecnologie informatiche d'avanguardia per contrastare pirateria e contraffazione (Agenda Digitale EU, 2018).

A questo proposito vale la pena citare il SOT (Servizio Orientamento Tecnologie) una “vetrina virtuale” online, realizzata in una partnership con la Fondazione Ugo Bordoni, che mette insieme sistematicamente tutte le nuove tecnologie anticontraffazione e i sistemi di tracciabilità dei prodotti acquistabili sul mercato, al fine di diffondere una più larga conoscenza di questi apparati alle imprese. (Ministero dello Sviluppo Economico, 2021)

Nei paragrafi precedenti abbiamo evidenziato come la blockchain renda possibile tener traccia di un prodotto a ogni punto di accesso o di scambio. Se le nuove informazioni confliggono con i dati registrati precedentemente, le organizzazioni sapranno che qualcosa è andato storto. In questo modo, potranno identificare immediatamente un eventuale frode, distinguendo chiaramente questa fattispecie da normali errori umani. Le transazioni dei *non fungible token*, rappresentazioni uniche digitali di uno specifico asset reale, sono assimilabili al concetto di passaggio di proprietà. Essendo le transazioni tutte registrate in modo irrevocabile e inalterabile, questo può fornire un primo schermo a difesa delle informazioni dei prodotti, in quanto semplificano la verifica e il rintracciamento di chi ha inserito delle eventuali informazioni false. (Ufficio Italiano Brevetti e Marchi- Direzione Generale per la Tutela della Proprietà Intellettuale, 2020)

Secondo PwC, il settore pubblico potrebbe essere uno dei maggiori beneficiari in questo campo, cosa che afferma lo stesso Ministero dello Sviluppo Economico Italiano e che afferma anche l'agenda digitale dell'unione europea. La blockchain si presta infatti enormemente a contrastare il rischio di identità false, certificazioni, dichiarazioni dei redditi, o anche equipaggiamenti di difesa.

Secondo i dati raccolti, c'è un enorme potenziale anche per l'industria farmaceutica, dove ogni anno vengono persi più di 200 miliardi per medicinali contraffatti.

Altri settori che possono maggiormente beneficiarne sono l'alta moda e l'industria automobilistica dei pezzi di ricambio, così come i produttori di beni come alcol, tabacco, e prodotti da vaping.

Anche l'industria dei media può cadere vittima di contraffazione e ha guardato alla blockchain per confrontarsi con la sfida crescente delle fake news.

Uno dei progetti di successo più recenti e interessanti è sicuramente la piattaforma blockchain varata dall'EUIPO (Ufficio dell'Unione Europea per la Proprietà Intellettuale).

Prima di tutto due conoscenze di base. TMview è una piattaforma online dell'EUIPO che fornisce gratuitamente informazioni dettagliate riguardo la denominazione, la riproduzione grafica e lo status giuridico di tutti gli Uffici dei marchi riconosciuti ufficialmente (Ministero dello Sviluppo Economico). Similmente, DesignView è anch'esso uno strumento di ricerca che raccoglie tutte le informazioni disponibili riguardo disegni e modelli degli uffici nazionali della proprietà intellettuale.

Il 17 aprile 2021 l'EUIPO si è connesso a TMview e a DesignView tramite blockchain, in questo modo fornendo i dati relativi a grafici, marchi, modelli, disegni e tabelle in tempo reale. La mole di dati che viene così interconnessa è enorme, si parla di 62 milioni di marchi registrati e 17 milioni tra disegni e modelli, di provenienza dell'UE ed extra-UE.

L'aggiornamento in tempo reale permette agli utenti di usufruire di informazioni sui diritti di PI su vasta scala, ampie ed esaustive, continuamente rinnovate e dettagliate, approfondite ed esaurienti.

In questo modo l'EUIPO interconnette le istituzioni, creando lo spazio per la nascita di nuovi servizi ed una più accurata e più forte tutela dei diritti di proprietà intellettuale.

L'iniziativa dell'EUIPO è uno dei progetti di successo con scala maggiore in campo di applicazione della tecnologia blockchain e costituisce un riferimento per l'interesse internazionale verso lo sfruttamento dei registri distribuiti. In particolar modo, il



progetto rientra in un più ampio programma dell'EU IPO per l'evoluzione digitale, attraverso tecnologie quali Big Data Analytics, Artificial Intelligence, cloud computing, e ovviamente blockchain. A seguito del successo dell'operazione l'EU IPO ha affermato che seguirà l'implementazione di una piattaforma di autenticazione decentralizzata su blockchain. La promessa è che questa aiuti a risolvere il fenomeno internazionale delle contraffazioni. (EU IPO, 2021)

### 3.2 Pagamenti e strumenti finanziari

“La Blockchain ha il potenziale di tagliare i costi, aumentare la velocità delle transazioni, promuovere maggior inclusione finanziaria, semplificando pagamenti transfrontalieri e di rimessa. Queste potenti innovazioni trasformeranno le infrastrutture dei pagamenti per le persone, le imprese, e i governi” - Lucy Gazmararian, FinTech Advisory presso PwC ad Hong Kong.

Come altri settori, anche quello finanziario si pone come obiettivo la realizzazione di un profitto dall'erogazione dei propri servizi. I cambiamenti nell'ambiente esterno, dovuti al mutare delle esigenze dei consumatori e delle nuove tecnologie disponibili, e quindi variazioni della domanda e dell'offerta del mercato, a cui si aggiunge una regolamentazione più incisiva e stringente (si ricorda che il settore finanziario è uno dei più regolamentati al mondo), spingono le istituzioni finanziarie e gli operatori di mercato a sviluppare nuove innovazioni finanziarie, allo scopo di mantenere o incrementare il proprio livello di profitti. Il processo di innovazione attraverso cui si cerca di sviluppare nuovi prodotti che soddisfano le nuove condizioni che il mercato pone per operare in modo da generare profitto si chiama *financial engineering* (ingegneria finanziaria). (Frederic S. Mishkin, 2019)

In molti paesi del mondo, le banche centrali stanno esplorando come possono migliorare l'infrastruttura nazionale del sistema dei pagamenti attraverso la blockchain e la creazione di valute digitali emesse dalle banche centrali (Central Banks Digital Currencies, CBDCs). Tra le banche più avanti nella sperimentazione di progetti pilota troviamo Natixis, HSBC, Société Générale, KBC, Unicredit, Rabobank, e Deutsche Bank, le quali hanno firmato un memorandum di intesa per sviluppare una *Digital Trade Chain*. Il prodotto promette di essere un nuovo sistema per permettere pagamenti

transfrontalieri e scambi commerciali utilizzando la blockchain. (Williams-Grut, T., 2017). Anche Alfa Bank e S7 Airlines hanno testato utilizzi della blockchain registrando una lettera di credito sulla piattaforma, e regolando la transazione tramite smart contract. Anche SWIFT (Society for Worldwide Interbank Financial Telecommunication), leader mondiale nella fornitura di servizi di messaggistica finanziaria (Ogni giorno sono più di 9000 gli operatori che in oltre 200 paesi del mondo scambiano tra loro messaggi finanziari secondo lo standard SWIFT (Banca d'Italia, 2022)), sta partecipando al progetto Hyperledger Fabric (World Bank, 2017). Questo è un framework modulare open source avviato dalla Linux Foundation con l'obiettivo di fornire supporto a vari settori industriale offrendo servizi tramite componenti plug and play per adattare le caratteristiche delle *distributed ledger* alle necessità particolari dell'impresa. Più di 120mila organizzazioni vi contribuiscono e più di 15mila ingegneri vi hanno preso parte. (IBM, 2022)

Attraverso l'emissione di CBDCs si cerca dunque di rispondere alla stringente domanda di prodotti che costituiscano *quasi-moneta*, altamente liquidi e senza costi di transazione aggiuntivi, né a carico dei commercianti come nelle carte di credito, né a carico del cliente come nelle carte di debito.

All'ingrosso, le CBDCs possono rendere le operazioni di clearing tra le banche centrali e le banche membri più efficienti, mentre al dettaglio rappresenterebbero effettivamente l'equivalente delle banconote, in forma digitale. Anche le istituzioni finanziarie stanno conducendo esperimenti, per esempio usando le "stable coins" come strumento digitale per trasformare i pagamenti transfrontalieri abbassando le commissioni sulle rimesse a pochi centesimi su transazioni anche milionarie, rendendole allo stesso tempo praticamente istantanee. (PwC, 2020)

Le stable coins, ad esempio, sono una particolare categoria di criptovalute caratterizzate dal fatto che il loro valore è ancora a quello di un'altra valuta avente corso legale. Sono token sostenuti da monete fiat (ovvero monete emanate dalle banche centrali), o altri asset del mondo reale, e che possono operare sulla blockchain. Il loro successo è in parte legato al fatto che uniscono i mondi delle criptovalute e delle valute

fiduciarie. Posseggono le caratteristiche di immediatezza, costi di transazione pressoché nulli e privacy ma hanno anche una valutazione stabile nel tempo e non presentano oscillazioni di prezzo. (Agenda Digitale EU, 01/03/2022)

L'evidenza emergente è che le applicazioni DLT nella finanza che più probabilmente guadagneranno terreno in modo rapido non saranno i pagamenti e i sistemi di regolamento, ma piuttosto aree caratterizzate da bassa automazione e consistente uso dei processi manuali con elevate inefficienze. Le aree suggerite dalla World Bank Group, che rispecchiano queste categorie sono: manutenzione dei dati nel sistema di pagamento e regolamento, ad esempio aggiornando in tempo reale i conti degli utenti, contabilizzando velocemente le operazioni; finanza commerciale; prestiti sindacati, ovvero quei prestiti conosciuti anche come *finanziamenti in pool*, dove un consorzio di enti erogatori (ad es. banche) si associa per fornire un prestito a un'unica impresa, al fine di condividere i rischi associati al prestito con altri enti e diversificarne il rischio (utile soprattutto per gestire comodamente la ripartizione degli interessi sul prestito); tracciare la provenienza dei prodotti agricoli, merci, e simili, e la loro conseguente vendita o uso come garanzie bancarie in base al quale il finanziamento viene fornito. (World Bank, 2017)

Si discute inoltre sulla possibilità di utilizzare le DLT come parte della soluzione per framework di de-risking, attraverso: affidabile e verificabile controllo dell'identità delle parti, inclusi i dati per le pratiche Know-Your-Customer e Customer-Due-Diligence; sviluppare un'alternativa al corrispondente modello bancario (come può essere la criptovaluta Ripple); utilizzare una criptovaluta per le transazioni transfrontaliere (Abra). (World Bank, 2017)

Finanza automatizzata della catena di fornitura e sistemi di know-your-customer tramite blockchain sono in grado di ridurre il bisogno di brokers ed intermediari, e ridurre la quantità di documentazione fisica. Per coltivatori e fornitori, la blockchain può accorciare le procedure ingombranti, e rendere i pagamenti più veloci, più facili, e più sicuri.

Per esempio, i termini di pagamento nell'industria australiana del grano variano da due a cinque settimane. Questi termini espongono i coltivatori al rischio di credito e al rischio di controparte. (qui posso dilungarmi spiegando cosa sono). L'eliminazione di questi rischi porterebbe agli agricoltori maggior sicurezza nei loro flussi di cassa, libererebbe il capitale circolante, e faciliterebbe la gestione del business. Per gli acquirenti, invece, possono esserci vantaggi sia in termini di back-office, che di liquidità. Automatizzazione dei flussi di lavoro, abilitati dalla blockchain via smart contracts e integrazione con punti di raccolta dati dei macchinari strategici, e auto-riconciliazione dell'inventario, possono ridurre costi e rischi. Inoltre, i modelli a registro distribuito, possono anche rendere più efficiente la riscossione delle imposte e dei dazi doganali rendendo alle autorità e ai regolatori i dati più facilmente accessibili.

Recentemente, stanno fiorendo molti progetti basati su blockchain. Ad esempio, la Digital Trade Chain è un consorzio europeo composto da sette banche (Deutsche Bank, HSBC, KBC, Natixis, Rabobank, Societe Generale and UniCredit). Queste, in collaborazione con IBM, stanno sviluppando, da gennaio 2017, un sistema di gestione del commercio interno e internazionale, attraverso la blockchain, dalla fase di apertura della transazione alla fase di *settlement* (regolazione). Lo scopo è rendere il commercio transfrontaliero più semplice per tutte le piccole medie imprese europee (PMI), rendendo possibile controllare il progresso delle transazioni compiute, e ridurre i costi di transazione per le imprese. È inoltre utile da evidenziare che anche altre importanti banche quali Bank of America, Emirates NBD, Bank of China e Bank of East Asia stanno partecipando a diversi progetti per implementare la blockchain nei propri business. (World Bank, 2017)

Un progetto simile, citato da WBG, è SkuChain. L'azienda è una "Currency Agnostic Blockchain" il cui scopo è connettere i finanziatori delle economie avanzate con clienti nelle economie emergenti e in via di sviluppo, per sopperire alla mancanza di dati storici e alla carenza di informazioni. L'impresa propone una piattaforma di commercio

collaborativo, facendo da collegamento tra le parti che devono compiere pagamenti, e include lettere di credito e bonifici bancari; finanza, prestiti operativi o prestiti commerciali a breve termine; e visibilità. Nel 2016, Wells Fargo, la Commonwealth Bank of Australia, e Brighann Cotton, produttore internazionale di cotone, hanno annunciato il primo commercio globale tra due banche indipendenti condotto con una transazione originata dalla combinazione della blockchain con smart contract e Internet of Thing. L'oggetto della transazione riguardava il finanziamento di un carico di cotone dal Texas, negli Stati Uniti, a Qingdao, in Cina. L'algoritmo utilizzato per l'operazione fu proprio il sistema "Skuchain's Brackets". (World Bank, 2017)

Un'altra startup, nata negli Stati Uniti come il progetto precedente, che ha sviluppato un network finanziario basato su blockchain per il commercio su scala globale è Hijro. L'azienda offre attraverso questo sistema pagamenti business-to-business in tempo reale, finanziamenti per la supply chain, e un peer-to-peer marketplace per il capitale circolante, che fornisce a partner bancari, e agli altri finanziatori - inclusi hedge funds, fornitori di finanziamenti alternativi, e asset-based lenders - una piattaforma alternativa per lo scambio di fondi mutuabili lungo la global supply chain.

Un quarto esempio, è Seam, azienda con sede a Memphis, in parte posseduta da Cargill, Olam, e Louis Dreyfus. Anche questa azienda sta lavorando con IBM allo scopo di creare una supply chain e un ecosistema per il commercio di cotone, basato sulla blockchain, per condurre un'iniziativa di collaborazione a livello di settore. La compagnia afferma di aver sviluppato smart contracts in grado di ridurre il tempo richiesto per regolamentare un'operazione di negoziazione, dai tre giorni standard normalmente richiesti, a pochi minuti. Infine, anche China System sta lavorando con la banca Emirates Islamic, una delle quattro banche islamiche a Dubai, negli Emirati Arabi Uniti, per sviluppare una soluzione blockchain che permetta loro di condividere informazioni tramite registri distribuiti con le banche islamiche riguardo quei beni "halal" conformi alla sharia. Con "halal" nell'Islam si indica quanto è permesso in materia di comportamento, alimentazione, linguaggio, e abbigliamento. (World Bank, 2017)

I cambiamenti osservabili nell'ambiente economico e la loro influenza nello sviluppo di innovazioni finanziarie stanno dunque creando progetti tesi a rendere la supply chain più snella, semplice, e più economicamente efficiente, non solo veicolando i finanziamenti, ma integrando le pratiche di know-your-customer, gestione dell'inventario, e facendo lavorare i tradizionali sistemi preesistenti con le nuove tecnologie per la supply chain, limitando le "strozzature a collo di bottiglia". Questi elementi forniscono un meccanismo di esecuzione. Si può identificare da dove proviene un prodotto e chi lo ha pagato. Questo può aiutare a prevenire le frodi, come lo scandalo di Qingdao nel 2014, dove volumi di rame, alluminio, acciaio e altri materiali preziosi sono stati usati come garanzie di credito per più prestiti contemporaneamente (che in senso lato rientra nel fenomeno del double spending). (World Bank, 2017)



## CAPITOLO TERZO

### 4 ANALISI EMPIRICA

In questo capitolo si descrivono i risultati di un'analisi qualitativa condotta per approfondire gli argomenti evidenziati nell'elaborato. Attraverso questa ricerca si cerca di riportare fedelmente il sentiment di mercato, gli atteggiamenti, le opinioni e le aspettative del settore, anche analizzando l'effettiva correlazione tra la blockchain e le tematiche evidenziate nella tesi.

La prima parte di questo capitolo introduce informazioni sul campione di documenti utilizzando e fornisce due figure per avere comprensione visiva della composizione dello stesso. La seconda parte consiste invece nella sentiment analysis ed è accompagnata a delle riflessioni che ne spieghino i risultati.

#### 4.1 Processo esecutivo e analisi

Per procedere con l'indagine si è scelto di utilizzare il software NVivo dove sono stati importati dalla piattaforma Scopus 2000 abstract di articoli accademici e oltre 90 scritti selezionati tra scuole quali il Massachusetts Institute of Technology (MIT), per circa il 30%, l'Harvard Business Review, per circa il 10%. La restante parte del campione di documenti è stato scelto tra documenti disponibili su Scopus in base alla rilevanza, la data, e il numero di citazioni, infine sono stati utilizzati documenti di società come PwC e organizzazioni internazionali quali la Banca Mondiale.

Una volta costruita la base dati si è proceduto con la categorizzazione in nodi contenuti informazioni affini. Nella creazione dei nodi si è deciso di optare per un approccio induttivo al coding, ovvero raffinando la ricerca, e la distinzione in elementi e sotto elementi, in un continuum circolare durante le varie fasi della ricerca. Una volta costruito il framework di nodi definitivo, si è deciso esplorare il contenuto dei documenti conducendo un'analisi semantica sulle parole più utilizzate nei testi per costruire una *world cloud*. Il risultato della ricerca (query) è quanto rappresentato in Figura 4.1



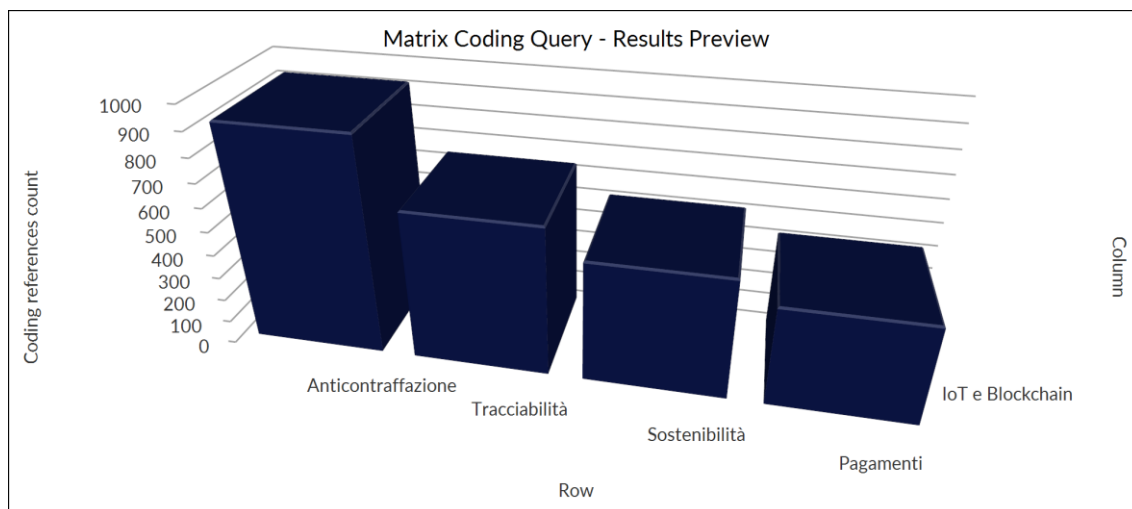
Figura 4.1: World Cloud (Ns: elaborazione sulla base di dati raccolti con NVivo)



La figura rappresenta dunque le 30 parole più utilizzate nei file. Possiamo osservare che è la parola blockchain ad emergere con più frequenza accompagnata da temi centrali nella trattazione come sostenibilità, tracciabilità, supply chain, informazioni, transazione e contraffazione. Il campione dati risulta quindi rappresentativo delle tematiche che si vogliono approfondire e idoneo a esplorarne i legami.

Nella successiva fase della ricerca è stata condotta una “matrix coding query”, ovvero sono stati selezionati i nodi creati per ricercare quante volte i termini “Blockchain e IoT”, inseriti in colonna, ricorressero associati ai nodi di anticontraffazione, tracciabilità, e pagamenti, inseriti in riga. I risultati sono visibili nella sottostante Figura 4.2

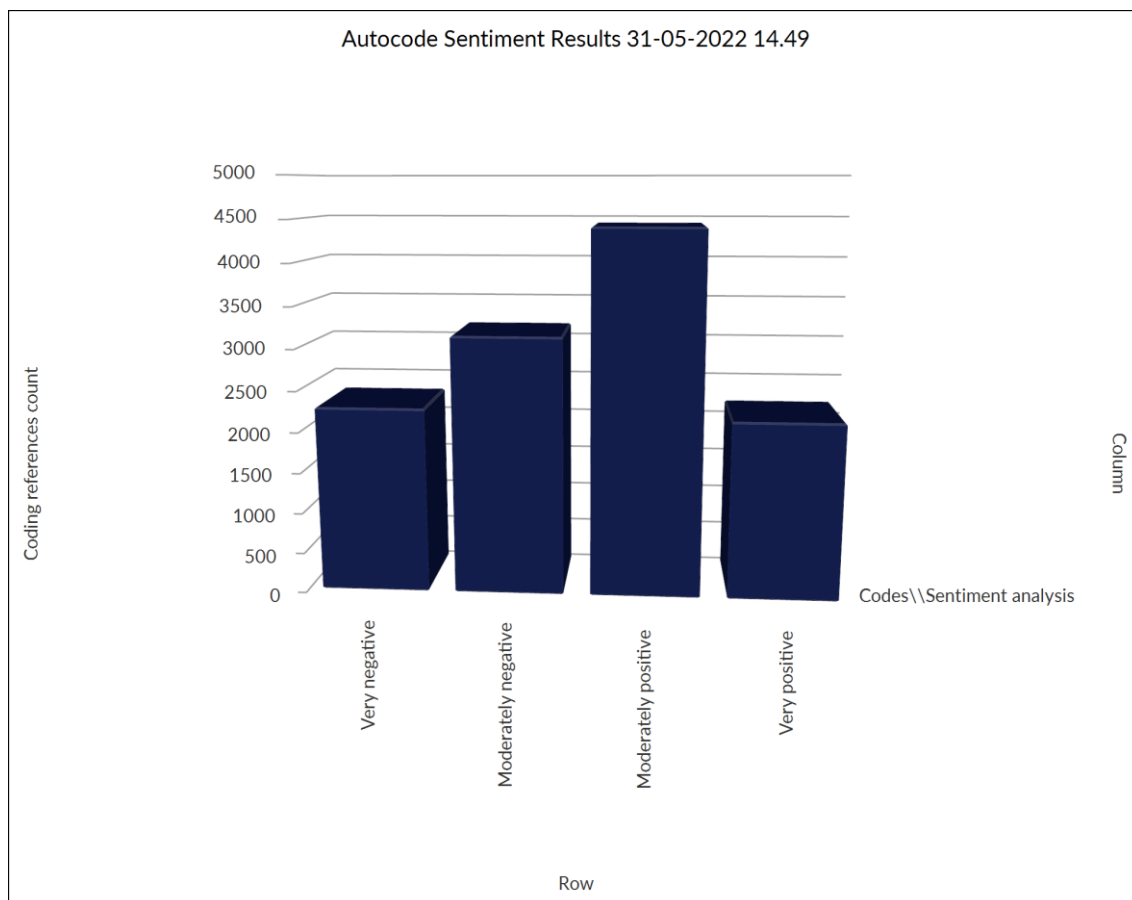
Figura 4.2: Matrix Coding Query (Ns: elaborazione sulla base di dati raccolti con NVivo)



La figura mostra come il tema del contrasto alla contraffazione sia quello che emerge più volte all'interno dei file selezionati per l'indagine, seguito da tracciabilità, sostenibilità e pagamenti. Questi dati sono indicativi della qualità del campione di analisi e dei risultati che ve ne si possono trarre non forniscono di per sé informazioni sulla fiducia espressa nei documenti verso queste tematiche, ma segnalano piuttosto su quali temi si è più propensi scrivere in questo ambito.

Successivamente al fine di indagare invece proprio opinioni sul tema espresse nei file utilizzati si è passati alla seconda parte della ricerca, ovvero l'analisi del sentiment di mercato. Si è reso innanzitutto necessario sincerarsi che ogni documento fosse espresso in una sola lingua, che in questo caso è stata l'inglese. A questo punto, per ottenere una valutazione complessiva dei documenti e non un'analisi individuale si è resa necessaria un'ulteriore elaborazione dei documenti, e quindi proceduto alla fusione delle categorie in un unico nodo. Attraverso la funzione di autocoding, NVivo ha selezionato all'interno del cluster di analisi tutti i paragrafi dei documenti che esprimevano pareri sulle applicazioni della blockchain e in questo modo ha costruito una categorizzazione delle opinioni in sfumature da "decisamente negative" a "decisamente positive". Il risultato è il seguente.

Figura 4.3: Sentiment analysis (NS: elaborazione sulla base di dati raccolti con NVivo)



## 4.2 Risultati

Il grafico è costituito da quattro colonne sull'asse x, che rappresentano ognuna una categoria di opinioni sull'argomento suddivise in base ad un sentimento più o meno negativo. L'asse y, che costituisce l'altezza delle colonne, rappresenta invece il numero di elementi che rientrano in ogni categoria. La loro intersezione da origine alle colonne e mostra il sentiment di mercato riguardo l'applicazione della blockchain all'interno dei business delle imprese.

Negli articoli sono dunque stati evidenziati 2279 elementi "molto negativi", 3154 "moderatamente negativi", 4422 "moderatamente positivi", 2178 "molto positivi".

I risultati della sentiment analysis rispecchiano gli elementi evidenziati durante la trattazione. Nel seguente paragrafo si discutono i fattori che possono aver contribuito a determinare tali risultati, e cosa questi risultati significano per gli operatori del settore.

### 4.3 Analisi e discussione dei risultati

Gli elementi molto negativi, in linea di massima inferiori ma uguali a quelli molto positivi in numero, possono essere spiegati dalle problematiche normative che genera l'applicazione della blockchain al business. Sono diverse le incertezze in questo ambito. Sotto un primo profilo si è preoccupati che questa non rispetti la normativa esistente. Si pensi ad esempio al diritto all'oblio. Secondo il GDPR-Regolamento 2016/679 articolo 17 esso si configura come il diritto alla cancellazione dei dati in forma rafforzata (Garante per la Protezione dei Dati Personali, 2022). Si presentano dunque due situazioni impossibili da conciliare. Da un lato il diritto all'oblio, che vuole che sia sempre possibile cancellare i dati di un utente e che un evento riguardante la sua persona venga "dimenticato" (secondo il gergo della giurisprudenza) dopo un certo periodo di tempo. Dall'altro invece ci sono i registri immutabili della blockchain. Questa trae molti dei suoi vantaggi proprio da questa caratteristica, si è parlato di come l'immodificabilità dei registri scoraggi da compiere azioni immorali rendendo certo il poter risalire alla sorgente delle modifiche. Si è parlato anche di come l'immutabilità aiuti i consumatori e le parti interessate a stabilire quanto siano affidabili le informazioni che la blockchain mette a disposizione, oltre che al vantaggio di "non ripudio" che fornisce un elevato livello di certezza e sicurezza nelle comunicazioni, impedendo al creatore di un documento di negare di esserne l'artefice, o al mittente in caso di invio di un file di esserne il responsabile (paragrafo 1.2.1). Per questo appare difficile che si decida di rinunciare all'immutabilità dei registri, nonostante alcune nuove blockchain stiano oggi offrendo funzioni simili. D'altra parte, però, per capire il problema che si sta evidenziando, si consideri il seguente esempio. Un'azienda che implementasse un sistema di gestione della supply chain attraverso la blockchain, investendo vari tipi di risorse, umane e finanziarie, nella realizzazione del progetto, ad esempio per tener traccia degli spostamenti e dei rapporti con i fornitori, di fronte alla richiesta di un singolo fornitore o utente di eliminare un dato riguardante la sua persona, si troverebbe obbligata ad eliminare l'intera piattaforma, non potendone modificare i contenuti, situazione dunque insostenibile. Inoltre, sono molte le incertezze riguardo le future legislazioni, non è chiaro infatti come si porranno i legislatori nazionali e internazionali nei confronti della blockchain. La tendenza al momento è quella di creare dei sandbox

all'interno delle quali lasciar sviluppare questa tecnologia, che, come visto durante la trattazione, sta iniziando ad essere utilizzata anche da agenzie governative. Ad esempio, come descritto nel secondo capitolo dell'elaborato, grande è stato il successo dell'Ufficio dell'Unione Europea per la Proprietà Intellettuale (EUIPO) nell'implementare una piattaforma blockchain per connettere le istituzioni europee e proteggere appunto la proprietà intellettuale, anche il Ministero dello Sviluppo Economico italiano plaude all'utilizzo della blockchain per contrastare la contraffazione e per proteggere i documenti digitali. È inoltre impossibile prevedere se la promulgazione di norme più stringenti in futuro ne faciliteranno la diffusione, aumentando la certezza del mercato, o ne soffocheranno il potenziale, emanando norme che, anche per tutelare altri interessi della società, ledano le caratteristiche della blockchain limitandone utilizzi e vantaggi. Ad esempio, una norma tesa a far rispettare il diritto all'oblio, obbligando a prevedere un modo di cancellare i dati contenuti nei registri, farebbe perdere il vantaggio dell'immutabilità e delle garanzie che da questa derivano. Questa categoria rappresenta dunque chi sceglie di non usufruire e nemmeno esplorare eventuali applicazioni della blockchain in quanto ritiene che essa presenta caratteristiche intrinseche non conciliabili con la normativa vigente che solo difficilmente potrebbero essere superate e rendono troppo costosa la ricerca di informazione per trovare utilizzi idonei.

Riguardo alle opinioni moderatamente negative è invece probabile che ci si riferisca a problematiche di carattere scolastico e applicativo. Questo in quanto la conoscenza approfondita dell'informatica e degli strumenti tecnologici avanzati è ancora un elemento raramente osservabile negli individui e ciò ostacola l'applicazione della blockchain nei circuiti aziendali. Come sarà ripreso nelle conclusioni, solo il 53% della popolazione europea ha una conoscenza base degli strumenti digitali, mentre solo il 26,5% vanta una conoscenza approfondita, in Italia la situazione è ancora peggiore, rispettivamente solo il 46,5% hanno una conoscenza base, e il 22,5% una conoscenza approfondita (Eurostat, 2022), e questo può portare a problematiche sotto tre aspetti. In primo luogo, nella relazione con i clienti. Qualora accedere alle informazioni disponibili tramite l'applicazione della blockchain risulti troppo difficoltoso, o dispendioso in termini di tempo per il consumatore qualora non riesca a capire

immediatamente l'utilizzo corretto dell'applicazione, si potrebbe scegliere di non usufruirne, perdendo i vantaggi che il cliente può trarre da questi dati. Similmente, anche i partner commerciali potrebbero trovarsi in difficoltà ad aggiungere nuove informazioni sui prodotti, riguardanti il presente livello produttivo o a leggere le vecchie riguardanti i livelli precedenti, e scegliere quindi di non farlo, riducendo la ricchezza e la completezza dei dati. Infine, presso le aziende, senza competenze adeguate sarebbe infatti difficile per esse stesse comprendere come utilizzare la blockchain per facilitare i rapporti con fornitori e partner, e per portare maggior valore ai clienti, optando piuttosto per una tradizionale gestione delle informazioni, nonostante i vantaggi in termini di costi ed efficienza che potrebbero trarne. La categoria, dunque, rappresenta la scelta di chi, anche se potenzialmente interessato alla blockchain, decide di non usufruirne o indagarne gli utilizzi non per caratteristiche intrinseche di questa tecnologia ma perché scoraggiato dal livello di conoscenze che un suo utilizzo ottimale richiede.

Le opinioni moderatamente positive riguardano invece le proposte di applicazione più basilari e concrete, come la registrazione di informazioni sul percorso dei prodotti negli stadi produttivi, si può citare a tal senso il caso Everledger o di My Story™ di cui si è discusso nel secondo capitolo. Questi progetti dimostrano che molti problemi evidenziati sono sormontabili. Ad esempio, Everledger risolve il problema dell'input di dati attraverso l'introduzione nel sistema applicativo di sistemi di machine vision, evoluzione del machine learning, e dunque di Intelligenza Artificiale, attraverso cui si azzerano i casi di errori umani in fase di upload. La moderazione nell'esprimere l'entusiasmo per questi progetti riflette le preoccupazioni evidenziate nei primi due punti. Il sistema di Everledger, ad esempio, funziona egregiamente e risolve dunque anche il problema dell'input di dati, tuttavia, lo fa aggiungendo ulteriore tecnologia avanzata al processo, rendendo più difficile per i partner e i clienti interagire con il business, e permane l'incertezza regolamentare. Riprendendo inoltre la Teoria dei Due Fattori di Herzberg, è probabile che la correttezza e l'affidabilità delle informazioni sia percepita come un "hygiene factor", ovvero uno di quei fattori che possono causare insoddisfazione e allontanare l'individuo qualora manchino, ma che sono dati per scontati e non sono fonte di motivazione quando sono presenti. Ovvero, non essendo

la correttezza delle informazioni un fattore “motivator”, questa non incentiverebbe un cliente a comprare dall’azienda, o un dipendente a lavorare per essa. Un’ulteriore considerazione che vale la pena fare al riguardo degli elementi di questa categoria riguarda il dilemma dell’innovatore, di cui si è parlato in chiusura del primo capitolo. Vi può essere dunque una componente di individui, soprattutto grandi imprese che operano da diverso tempo, che nonostante riconoscano buone opportunità di business dall’utilizzo della blockchain, rimangono scettici su quanto queste siano effettive, preferendo continuare a puntare su pratiche consolidate che le hanno portate al successo per decenni, investendo solo in parte in progetti pilota blockchain. Le opinioni di questa categoria riguardano quindi una discreta fiducia nel fatto che molti dei problemi che ostacolano l’implementazione della blockchain sono sormontabili e che si possono trovare dei buoni spazi di applicazione della tecnologia, rimane tuttavia l’incertezza sull’utilità degli usi che se ne possono fare oggi, date le criticità, ma anche le potenziali soluzioni, che sono state individuate.

Infine, le opinioni molto positive riguardano le affermazioni di chi sostiene che la blockchain porterà a rivoluzioni in numerosi settori. Gli elementi evidenziati nei documenti analizzati fanno emergere che vi sia una convinzione che sia le problematiche tecnologiche, che quelle normative, sono problemi naturali quando si presentano cambiamenti di paradigma e che troveranno la loro soluzione col tempo. In questo aspetto rientrano i progetti di lungo termine, che danno per certo un incremento delle competenze informatiche nel futuro, e, secondo la legge dei rendimenti accelerati di Ray Kurzweil, un incremento esponenziale della velocità di sviluppo della tecnologia, che per sua natura ha un tasso di velocità di crescita che aumenta ad ogni nuovo sviluppo. Questo, porterà a blockchain più complete e facili da usare, con eventuali componenti aggiuntive (ad esempio machine vision, Intelligenza Artificiale, Internet of Things, Big e Data Analytics) per sopperire alle mancanze e fornire nuove capacità e possibilità. Inoltre, il maggiore uso di questa tecnologia causerà pressioni sul legislatore per emanare norme in tal senso, e farà sì che anche la giurisprudenza si esprima su tale argomento, colmando vuoti legislativi attraverso la prassi. Si ritiene infatti che venendo le problematiche emerse durante la vita di un’impresa che utilizza la blockchain portate

in tribunale, quando poi il giudice si dovrà esprimere su tali questioni, la sentenza aumenterà la certezza del mercato. In questo modo, col passare del tempo e l'aumentare delle sentenze, i vuoti normativi saranno colmanti. Diversi articoli particolarmente ottimistici sul lungo termine, per esempio, aspirano che la blockchain possa contribuire ad abbassare sensibilmente il livello della contraffazione in ogni settore, ponendosi come metodo standard e best practice per la custodia e la condivisione di informazioni, dai prodotti alimentari negli scaffali, ai diamanti, e dai documenti ai medicinali, abbracciando anche l'industria dei media e dell'intrattenimento contro il fenomeno delle fake news e aumentando l'inclusione finanziaria tra le popolazioni più escluse dal commercio globale.





## 5 CONCLUSIONI

Alla luce dei temi evidenziati nell'elaborato, si ritiene che nei prossimi anni si potrà assistere ad un incremento nella percentuale di aziende ed organismi che utilizzano la blockchain nei propri processi produttivi per gestire i dati in forma efficiente, facilitando la collaborazione tra le parti, e sicura, attraverso i meccanismi di codifica e decodifica. Per raggiungere la piena operatività del sistema, oltre al dilemma dell'innovatore di cui si è parlato nel primo capitolo, si sono evidenziate tuttavia delle tematiche su cui porre attenzione, per soppesare quanto ognuna sia rilevante e trarre delle considerazioni finali.

Innanzitutto, la mancanza di una conoscenza sufficiente delle nuove tecnologie. Secondo i dati Eurostat del 2021, in Europa solo il 53% della popolazione possiede conoscenze digitali di base (Eurostat, 2021). Per riconoscere un livello digitale di base l'Eurostat richiede in linea di massima di essere in grado di utilizzare internet per reperire, trasmettere, e modificare informazioni e documenti, e di saper risolvere problematiche elementari, ad esempio trasferire un file da un computer ad un altro (Eurostat, 2022). In Italia la situazione, anche se in miglioramento, rimane sotto la media europea, con un distacco di 8 punti, ovvero al 45,6%. Per quanto riguarda la percentuale di conoscenze sopra il livello minimo, essa si attesta a 26,5% a livello europeo, e al 22,5% in Italia (Eurostat, 2021). Vale la pena precisare che nonostante l'Italia rimanga sotto la media europea, per quanto concerne le conoscenze sopra il livello base ha raggiunto comunque risultati superiori ad altri paesi che la superano a livello di competenze base, come Germania e Grecia.

Appare comunque evidente che la percentuale di utenti in grado di utilizzare sistemi tecnologici evoluti è ben ridotta. Ritengo necessario colmare questo divario di conoscenze informatiche e che si possano seguire corsi per l'apprendimento di queste competenze a prescindere dal percorso di studio, solo in questo modo si potrà procedere verso una nuova rivoluzione industriale nel senso di Rifkin, di cui si è parlato nell'introduzione, e fare in modo che il maggior valore che ne scaturirà confluisca verso tutti gli strati sociali, e non solo quelli più istruiti.

Una seconda difficoltà che emerge riguarda la questione dell'input di dati nella blockchain. Abbiamo infatti evidenziato da un lato che la blockchain consente di registrare dati immutabilmente, e che i meccanismi di chiave pubblica e privata consentono di dotare il sistema di altre due qualità, ovvero l'autenticazione e il non ripudio. Nessun utente può smentire di aver aggiunto lui una certa informazione, né può modificarle. Secondo alcuni lettori, questo è sufficiente a garantire che non ci siano inserimenti consapevoli di informazioni sbagliate, in quanto, come secondo la logica di Cesare Beccaria, la certezza di essere scoperti è sufficiente per far desistere eventuali malfattori. Tuttavia, questa teoria ha dei limiti sotto due aspetti. Innanzitutto, nulla è garantito riguardo involontari errori umani. Dall'altra parte, anche se è immediato verificare quale profilo ha pubblicato quali informazioni, non è altrettanto facile risalire da questo all'individuo retrostante, soprattutto in caso di utilizzo di pseudonimi.

Entrambi questi punti possono però trovare delle soluzioni. Quanto al primo, come si è detto nel secondo capitolo, sono diversi i progetti che integrano la blockchain con l'intelligenza artificiale e l'Internet of Things, in questo modo facendo sì che siano questi sistemi ad inserire in input i nuovi dati, eliminando gli errori manuali. Riguardo al secondo punto, può intervenire il legislatore, prevedendo che siano utilizzati solo profili collegati all'individuo reale, e impedendo l'utilizzo di pseudonimi o account a cui non corrispondono enti definiti. Tuttavia, entrambe queste soluzioni hanno degli importanti riflessi. Quanto alla prima, fa riemergere il tema iniziale sulla qualità delle competenze informatiche. Mentre la seconda ci introduce al terzo tema, ovvero le future regolamentazioni, e se queste favoriranno o meno l'implementazione del sistema blockchain.

Infine, dunque, raggiungere la piena operatività del sistema sembra richiedere una profonda trasformazione dello stesso. Due delle caratteristiche principali della blockchain, l'immutabilità delle informazioni e l'anonimato, sono causa di precise incertezze. Per quanto riguarda la prima, si è già discusso nella fase sperimentale di come questa collida con diritti quali il diritto all'oblio, e nel primo capitolo riguardo la possibilità di considerare gli smart contracts contratti a tutti gli effetti, dati i problemi che questo implicherebbe, di cui si è detto. Quanto all'anonimato, non è chiaro se

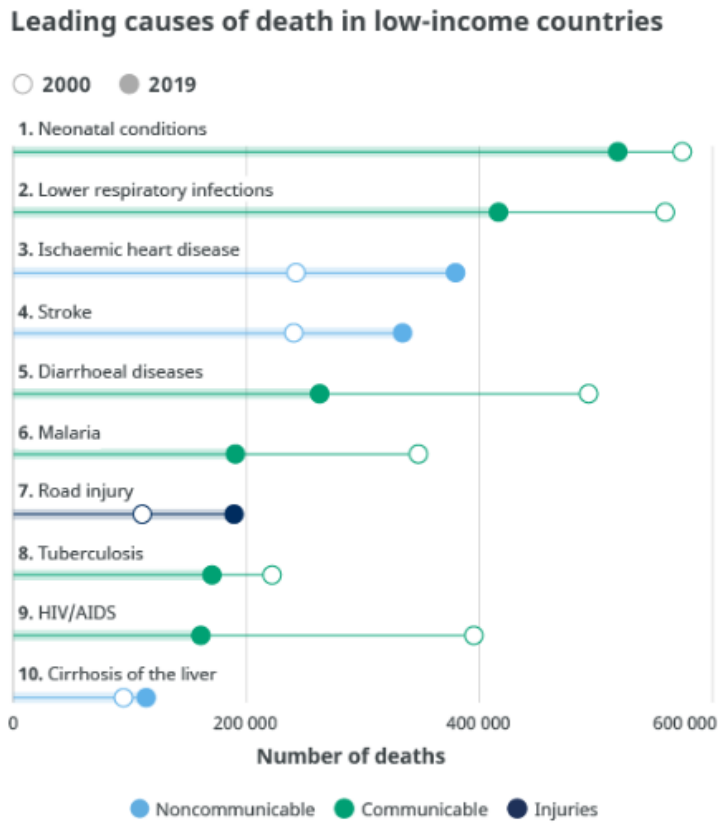
l'interesse di alcuni utenti nella tecnologia verrebbe meno qualora si fosse costretti a rinunciarvi per poterne usufruire. Chiaramente la rinuncia non dovrebbe essere un problema per le imprese, in quanto sono esse stesse a volersi mostrare come enti degni di fiducia dimostrando che le informazioni sul proprio operato fornite siano pubbliche e veritiere, ad esempio per dimostrare la sostenibilità della propria produzione.

La giurisprudenza e il legislatore dovrebbero dunque esprimersi su tali temi, in ordine di ridurre l'incertezza del mercato e consentirgli di capire in che contesti poter operare tramite blockchain. In questo modo le imprese potranno anche capire di che competenze necessitano per poter operare con tali sistemi e si potrà stimolare l'interesse del pubblico verso di essi, riducendo il suddetto gap di conoscenze, nonché, aumentandone l'utilizzo, aumentare anche il numero di individui che lavori alla ricerca di nuovi modelli di applicazione che non risentano del problema dell'input di dati.

Dati gli elementi evidenziati, ritengo che le problematiche che stanno rallentando l'adozione della blockchain nell'industria si andranno col tempo riducendo. Si può infatti osservare una maggiore attenzione della collettività verso lo sviluppo di competenze digitali, e una maggiore attenzione del legislatore verso le nuove tecnologie. La diffusione della blockchain potrà consentire di ridurre i costi di produzione, significativi nei settori caratterizzati dall'interazione di molteplici parti quale quello agro-alimentare, ottenendo catene di rifornimento più efficienti e sicure, portando dunque maggior valore al cliente e alla società in generale, data la rilevanza che questa industria riveste per la collettività.

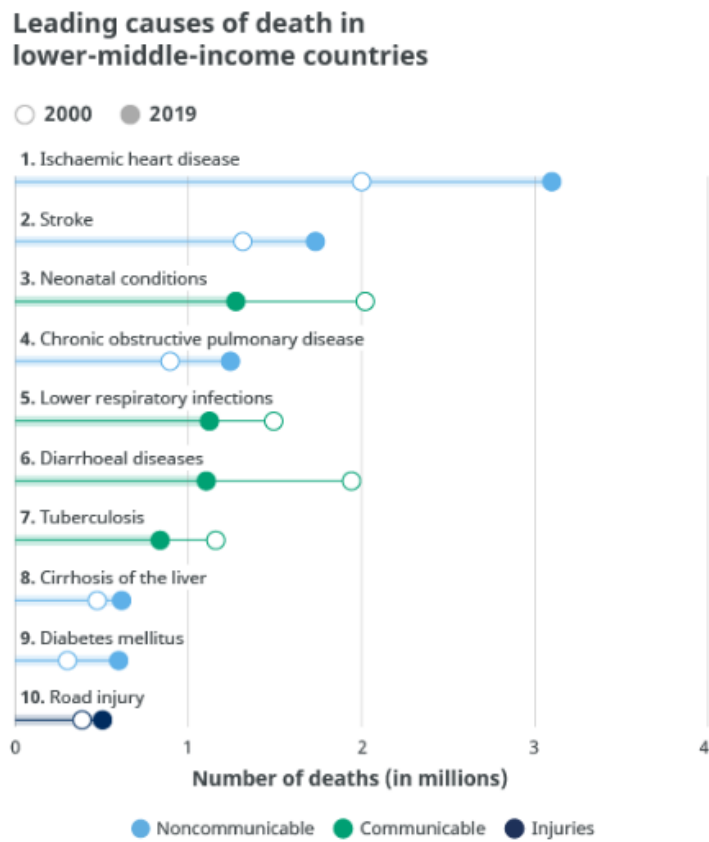
## 6 APPENDICE

Figura 6.1: Leading causes of death in low-income countries (WHO, 2020)



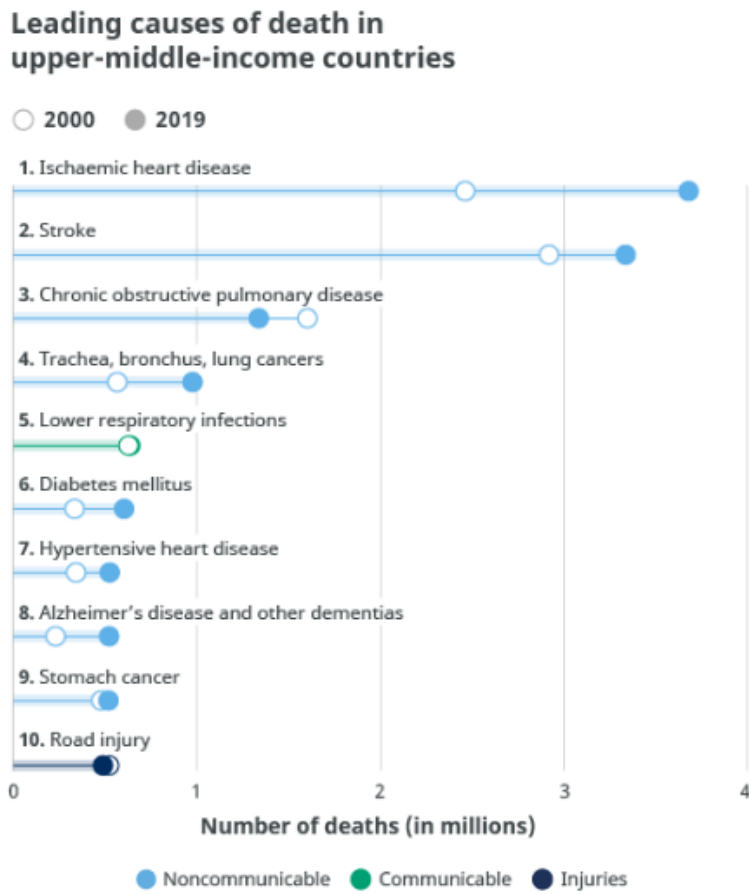
Source: WHO Global Health Estimates. Note: World Bank 2020 income classification.

Figura 6.2: Leading causes of death in lower-middle-income countries (WHO, 2020)



Source: WHO Global Health Estimates. Note: World Bank 2020 income classification.

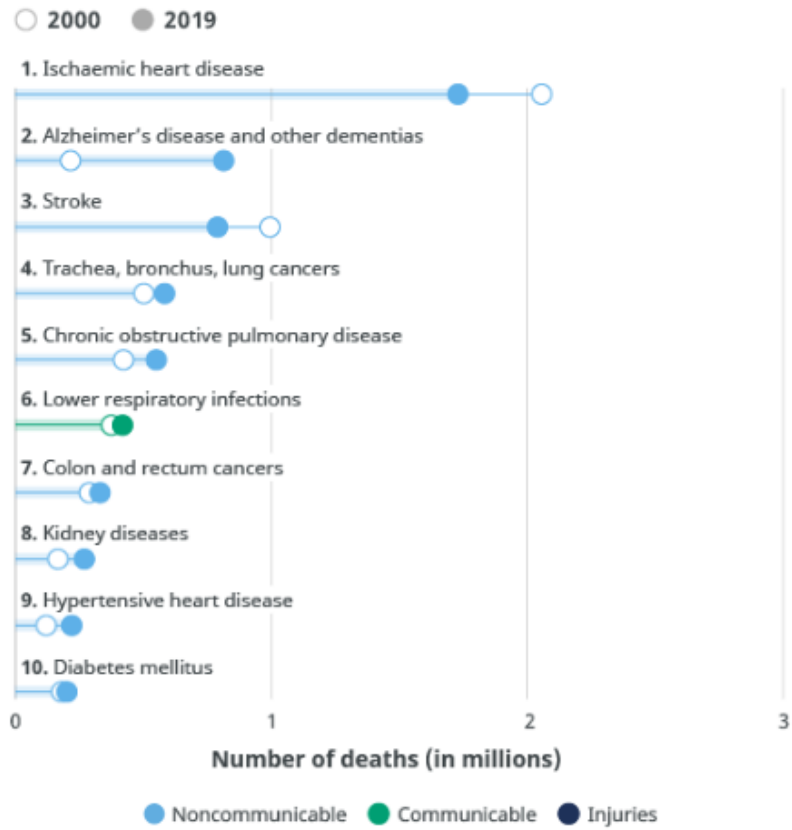
Figura 6.3: leading causes of death in upper-middle-income countries (WHO,2020)



Source: WHO Global Health Estimates. Note: World Bank 2020 income classification.

Figura 6.4: leading causes of death in high-income countries (WHO,2020)

### Leading causes of death in high-income countries



Source: WHO Global Health Estimates. Note: World Bank 2020 income classification.





## 7 BIBLIOGRAFIA

Agenda digitale EU, 01/03/2022. *Stablecoin, perché hanno successo e la normativa di riferimento.* Disponibile a: <https://www.agendadigitale.eu/cittadinanza-digitale/pagamenti-digitali/stablecoin-le-ragioni-del-successo-le-sfide-da-affrontare-le-normative-in-vigore/>

Agenda digitale EU, 2018. *Contraffazione, le tecnologie come blockchain e internet per proteggere il made in Italia.* Disponibile a: <https://www.agendadigitale.eu/mercati-digitali/contraffazione-le-tecnologie-come-blockchain-e-internet-per-proteggere-il-made-in-italy/#post-56082-footnote-ref-1>

AGI, 2021. *In Cina lo spreco alimentare diventa un crimine.* Disponibile a: <https://www.agi.it/estero/news/2021-04-29/cina-reato-spreco-alimentare-orge-online-12360927/>

AGI, 2022. *Il Canale di Suez resta bloccato, si stima una perdita di 9,6 miliardi al giorno.* [online] AGI. Available at: <https://www.agi.it/economia/news/2021-03-24/egitto-canale-di-suez-11915650/>.

ANSA, 2021. *Cina: bozza di legge per tassa spreco su alimentare.* Disponibile a: [Cina: bozza di legge per tassa spreco su alimentare - Notiziario Xinhua - ANSA](#)

Ansa.it. 2022. *Cina resta primo partner commerciale della Germania.* [online] Available at: [https://www.ansa.it/nuova\\_europa/it/notizie/rubriche/economia/2021/02/23/cina-resta-primo-partner-commerciale-della-germania\\_1cbf40db-b615-4dc3-ad64-5c21133030ff.html](https://www.ansa.it/nuova_europa/it/notizie/rubriche/economia/2021/02/23/cina-resta-primo-partner-commerciale-della-germania_1cbf40db-b615-4dc3-ad64-5c21133030ff.html).

Astrolabio.amicidellaterra.it. 2022. *Blockchain: Soluzione o Greenwashing?* | l'Astrolabio. [online] Available at: <https://astrolabio.amicidellaterra.it/node/2368>.

Autorità europea per la sicurezza alimentare. 2022. *The European Union One Health 2020 Zoonoses Report*. [online] Available at: <https://www.efsa.europa.eu/it/efsajournal/pub/6971>.

Balassa B., 1963. *An Empirical Demonstration of Classic Comparative Cost Theory*. Review of Economics and Statistics. pag. 231–38.

Banca d'Italia, 2021. Banca d'Italia - Relazione annuale sul 2020 in sintesi. [online] Bancaditalia.it. Available at: <https://www.bancaditalia.it/pubblicazioni/relazione-annuale/2020/sintesi/index.html>.

Benedetti A. 2006, Certificazioni “private” e pubblica fiducia, in F. Fracchia, M. Occhiena (a cura di), I sistemi di certificazione tra qualità e certezza, Giuffrè, Milano: 3 sgg.

Bertoletti C., 2019. «La sostenibilità cresce nella comunicazione dei brand: ecco come». [Online]. Available: <https://www.mark-up.it/la-sostenibilita-comunicazionebrand-marketing/>.

Bertoletti C., 2019. «*La sostenibilità cresce nella comunicazione dei brand: ecco come,*» [Online]. Available: <https://www.mark-up.it/la-sostenibilita-comunicazionebrand-marketing/>.

Bonino, M., 2022. Impatti della Blockchain nella Supply Chain. [online] Webthesis.biblio.polito.it. Politecnico di Milano. Available at: <https://webthesis.biblio.polito.it/17782/1/tesi.pdf>.

Brochado A. (2018) Snapshot das initial coin offerings (ICOs). In: CMVM (ed) *Cadernos do Mercado de Valores Mobiliários*, pp 53-76

Bucci D., 2020. *The use of Blockchain technology in the fashion industry and its impact on sustainability*. [Tesi di laurea magistrale: Politecnico di Milano] Disponibile a: [https://www.politesi.polimi.it/bitstream/10589/175527/1/tesi\\_finita.pdf](https://www.politesi.polimi.it/bitstream/10589/175527/1/tesi_finita.pdf)

Campino, J., Brochado, A., & Rosa, Á. (2022). Initial coin offerings (ICOs): Why do they succeed?. *Financial innovation*, 8(1), 17. <https://doi.org/10.1186/s40854-021-00317-2>

Canali, L., 2022. 🗣️ Carta: l'invasione russa dell'Ucraina e le Nazioni Unite. [online] Limes. Available at: <https://www.limesonline.com/carta-ucraina-onu-assemblea-generale-invasione-russa/127703>.

Capgemini, 2017. *Blockchain in Supply Chain Management – in the Future, Trust Must Be Earned rather than Paid*

Carlo Rafele, 2020. «Principali sfide del Supply Chain Management». Supply Chain Management, Politecnico di Torino.

Centers for Disease Control and Prevention. 2022. *Burden of Foodborne Illness: Findings*. [online] Available at: <https://www.cdc.gov/foodborneburden/2011-foodborne-estimates.html>.

Centro Studi di Politica internazionale, 2021. Le sfide del Forum Cina-Africa 2021. [online] Available at: <https://www.parlamento.it/application/xmanager/projects/parlamento/file/repository/affariinternazionali/osservatorio/approfondimenti/PI00182App.pdf>.

Christensen, C., 1997. *The innovator's dilemma*. Boston: Harvard Business Review.

Christensen, C., Micheal M. Raynor et Rory McDonald, 1995. *The Theory of Disruptive Innovation*. Boston: Harvard Business Review

Clayton Christensen & Jim Euchner (2020) *Managing Disruption*, ResearchTechnology Management

Coldiretti, 2021. *Contraffazione: con il Covid 100mld di italian sounding*. Disponibile a: <https://www.coldiretti.it/economia/contraffazione-con-il-covid-100-mld-di-italian-sounding>

Costato L., 2010, voce Sicurezza alimentare, in Dig. disc. priv., Aggiornamento V, Utet, Torino: 912 ss

Dabbene F. and Gay P., 2011., *Food Traceability Systems: performance evaluation and optimization*, pp. 139-146, Disponibile a: 10.1016/j.compag.2010.10.009

De Meijer C.R.W., 2016., *Blockchain: Can it Be of Help for the Agricultural Industry?*  
Disponibile a: <https://www.finextra.com/blogposting/13286/blockchain-can-it-be-of-help-for-the-agricultural-industry>

De Simone, E., 2020. *Storia economica*. Milano: F. Angeli, pp.221-223.

Deloitte. 2020. Managing Supply Chain Risk and Disruption: COVID-19 | Deloitte Global.  
[online] Available at: <https://www2.deloitte.com/global/en/pages/risk/cyber-strategic-risk/articles/covid-19-managing-supply-chain-risk-and-disruption.html>.

Epicentro.iss.it. 2022. *Tossinfezioni alimentari epidemiologia*. [online] Available at:  
<https://www.epicentro.iss.it/tossinfezioni/epidemiologia>.

ESG360, 2021. *sostenibilità: significato, obiettivi e perché è importante*. autore: Veronica Balocco. Disponibile a <https://www.esg360.it/esg-world/sostenibilita-significato-obiettivi-e-perche-e-importante/>.

EUIPO, 2021. *L'EUIPO si collega a TMview e DesignView attraverso la tecnologia blockchain*. Disponibile a:  
[https://euipo.europa.eu/ohimportal/it/news?p\\_p\\_id=csnews\\_WAR\\_csnewsportlet&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-1&p\\_p\\_col\\_count=2&journalId=8662923&journalRelatedId>manual/](https://euipo.europa.eu/ohimportal/it/news?p_p_id=csnews_WAR_csnewsportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=2&journalId=8662923&journalRelatedId>manual/)

European Food Safety Authority, 2020. *Salmonella*. Disponibile a  
<https://www.efsa.europa.eu/it/topic/salmonella>

Eurostat, 2021. Digital skills. Disponibile a: <https://digital-agenda-data.eu/charts/analyse-one-indicator-and-compare-countries#chart>

Eurostat, 2022. Individuals who have basic or above basic overall digital skills by sex.  
Disponibile a:  
[https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/tepsr\\_sp410\\_esmsip2.htm#:~:text=Data%20description,problem%20solving%2C%20software%20skills](https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/tepsr_sp410_esmsip2.htm#:~:text=Data%20description,problem%20solving%2C%20software%20skills)).

Focus.it. 2019. *Belt and Road Initiative - Focus.it*. [online] Available at: <https://www.focus.it/comportamento/economia/che-cose-la-nuova-via-della-seta-cina>.

Fombrun C.J., 1996. *Reputation: Realizing Value from the Corporate Image*. Boston: Harvard Business School Press

Fontana, F. and Caroli, M., 2017. *Economia e gestione delle imprese*. 5th ed. Milano [etc.]: McGraw-Hill libri Italia.

Forrester, 2020. *Emerge Stronger At A Time Of Uncertainty: Blockchain For Supply Chain*. Disponibile a <https://www.ibm.com/downloads/cas/JX9KDGPJ>

Fortune, 2017. Walmart and 9 Food Giants Team Up on IBM Blockchain Plans, disponibile a <https://fortune.com/2017/08/22/walmart-blockchain-ibm-food-nestle-unilever-tyson-dole/>

FpS Share, 2022. *Sostenibilità sociale: tutto quello che c'è da sapere*.

Frederic S. Mishkin, Stanley G. Eakins, Beccali E., 2019. *Istituzioni e intermediari finanziari*, nona edizione. Milano: Pearson pp. 125

Frederick, W. C. (1960). *The growing concern over business responsibility*. California management review, 2(4), 54-61.

G. Kim, J. Park and J. Ryou, "A Study on Utilization of Blockchain for Electricity Trading in Microgrid," 2018 IEEE International Conference on Big Data and Smart Computing (BigComp), 2018, pp. 743-746, doi: 10.1109/BigComp.2018.00141.

Galvez, Juan F, J.C Mejuto, and J Simal-Gandara. "Future Challenges on the Use of Blockchain for Food Traceability Analysis". Trends in analytical chemistry TrAC. 107 (2018): 222–232. Web.

Garante per la Protezione dei Dati Personali, 2022. <https://www.garanteprivacy.it/i-miei-diritti/diritti/oblio>

GEODIS, 2017. Supply Chain Worldwide survey.

Giovannoni, E., & Fabietti, G. (2014). *What is sustainability? A review of the concept and its applications*. In C. Busco, M. L. Frigo, A. Riccaboni, & P. Quattrone (Eds.), *Integrated reporting: Concepts and cases that redefine corporate accountability*. Royal Holloway, University of London.

Global.factiva.com. 2022. Factiva. [online] Available at: <https://global.factiva.com/ga/default.aspx>.

Goodland, R. (1995). *The concept of environmental sustainability*. Annual review of ecology and systematics, pp 1-30 keynote: Environmental Department of The World Bank. Washington

Hill, C. and M. Hult, G., 2020. *Global business today*. New York: McGraw-Hill Higher Education.

Howell S, Niessner M, Yermack D., 2018. Initial coin offerings: financing growth with cryptocurrency token sales. In: NBER Working Paper Series, pp 1–64. Retrieved from <https://ssrn.com/abstract=3206449>

Huang W, Meoli M, Vismara S., 2020. The geography of initial coin offerings. *Small Bus Econ* 55:77–102. <https://doi.org/10.1007/s11187-019-00135-y>

IBM, 2022. *Cos'è Hyperledger Fabric?* Disponibile a: <https://www.ibm.com/it-it/topics/hyperledger>

Il Sole24ore, 2021. *Spreco di cibo: 65 kg all'anno per ogni italiano, 7 kg sopra la media Ue* Disponibile a: <https://www.ilsole24ore.com/art/spreco-cibo-65-kg-all-anno-ogni-italiano-7-kg-sopra-media-ue-ADqEDKHB>

Intel, 2022. *Che cos'è la visione artificiale?* Disponibile a: <https://www.intel.it/content/www/it/it/manufacturing/what-is-machine-vision.html>.

Kadam, S. (2018, March). Review of distributed ledgers: the technological advances behind cryptocurrency. In *International Conference Advances in Computer Technology and Management (ICACTM)*.

KPMG, 2018. autori: Gates, D., Gampenrieder, E., Mayor, T. and Simpson, C. Global manufacturing Outlook. [online] kpmg.it. Available at: <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/xx/pdf/2018/06/global-manufacturing-outlook.pdf>.

KPMG, 2022. Pulse of Fintech H2'21. Disponibile a: <https://home.kpmg/xx/en/home/industries/financial-services/pulse-of-fintech.html>

Kranz J, Nagel E, Yoo Y (2019) Blockchain token sale: economic and technological foundations. *Bus Inf Syst Eng* 61:745– 753. <https://doi.org/10.1007/s12599-019-00598-z>

La Repubblica, 2021. *Ecco perché Pechino vieta le "orpe alimentari"*. Disponibile a: [https://www.repubblica.it/esteri/2021/04/29/news/cina\\_legge\\_spreco\\_alimentare-298609040/#:~:text=In%20Cina%20ogni%20anno%20vengono,nazionale%20dai%20deputati%20dell'Cpn](https://www.repubblica.it/esteri/2021/04/29/news/cina_legge_spreco_alimentare-298609040/#:~:text=In%20Cina%20ogni%20anno%20vengono,nazionale%20dai%20deputati%20dell'Cpn).

Laura, L., 2020. *Cloud Computing*. [online] Learn.luiss.it. Available at: [https://learn.luiss.it/pluginfile.php/802740/mod\\_resource/content/0/Informatica\\_A\\_1\\_9-20\\_09\\_cloud%20e%20sicurezza.pdf](https://learn.luiss.it/pluginfile.php/802740/mod_resource/content/0/Informatica_A_1_9-20_09_cloud%20e%20sicurezza.pdf). Publisher: Luiss University Press

Marchetti B., Renna M., 2016. *La giuridificazione*, Vol. III. in Ferrara L., Sorace D. (a cura di). *A 150 anni dall'unificazione amministrativa italiana*. Firenze University press: pp 400 e seguenti

Massey R, Dalal D, Dakshinamoorthy A (2017) Initial coin offering: a new paradigm. Deloitte. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ru/Documents/risk/deloitte-blockchain-initial-coin-ofering.pdf>

Ministero dello Sviluppo Economico, 2020. *DesignView*. Disponibile a: <https://uibm.mise.gov.it/index.php/it/banche-dati/designview>

Ministero dello Sviluppo Economico, 2020. *TMview*. Disponibile a: <https://uibm.mise.gov.it/index.php/it/banche-dati/tmview>



Ministero dello Sviluppo Economico, 2021. *Rapporto sulle politiche anticontraffazione 2020-2021*.

[https://uibm.mise.gov.it/images/Rapporto\\_Politiche\\_Anticontraffazione\\_20\\_21.pdf](https://uibm.mise.gov.it/images/Rapporto_Politiche_Anticontraffazione_20_21.pdf)

Morelli, J. (2011). *Environmental sustainability: A definition for environmental professionals*. *Journal of environmental sustainability* pp 5-6. Rochester Institute of Technology

Onu Italia. 2022. *Ucraina: Onu compatto condanna Mosca, ritorni la diplomazia - Onu Italia*. [online] Available at: <https://www.onuitalia.com/2022/03/02/ucraina-mondo-unito-condanna-mosca-ritorno-diplomazia/>.

Petrelli L., 2012. *I regimi di qualità nel diritto alimentare dell'Unione europea*, Editoriale Scientifica, Napoli.

Pizzuti T. and Mirabelli G., 2015., *The global Track&Trace system for food: general framework and functioning principles*, pp. 16-35, Disponibile a: 10.1016/j.jfoodeng.2015.03.001

Politecnico di Milano, 2021. *Blockchain, the hype is over, get ready for ecosystems*, Convegno. [Online]. Available: <https://www.osservatori.net/it/eventi/on-demand/convegni/convegnodei-risultati-di-ricerca-dellosserva-3>

Protiviti.com. 2020. *Managing Supply Chain Disruption Risk*. [online] Available at: <https://www.protiviti.com/IT-it/insights/board-perspectives-riskoversight-issue-19>.

PwC, 2020. *Time for trust*. Disponibile a: [Time For Trust: How blockchain will transform business and the economy - PwC](https://www.pwc.com/it/insights/blockchain/time-for-trust-how-blockchain-will-transform-business-and-the-economy)

PwC, 2021. *Connected and autonomous supply chain ecosystems 2025* Disponibile a: [supply-chain-2025.pdf \(pwc.com\)](https://www.pwc.com/it/insights/blockchain/connected-and-autonomous-supply-chain-ecosystems-2025)

PwC. 2020. *How the need for secure supply chains is propelling blockchain*. [online] Disponibile A: <https://www.pwc.com/gx/en/industries/technology/blockchain/blockchain-in-business/navigate-regulatory-uncertainty.html>.

Quintigliano P., 03/2022. Testimonianza: Fintech. Luiss Guido Carli, Corso di Intermediari Finanziari

Reply, 2020. «Pandemic disruption: il futuro delle Supply Chain nell'era post-Covid» [Online]. Available: <https://www.reply.com/lea-reply/it/supply-chain-durante-e-dopocovid-19>

RFID Global, 2020. *Tecnologia RFID: che cos'è e come funziona*. [online] Available at: <https://www.rfidglobal.it/tecnologia-rfid/#:~:text=Acronimo%20inglese%20di%20Radio%20Frequency,sia%20statici%20che%20in%20movimento.>

Roppo, V., 2020. Diritto privato. Torino: Giappichelli. pp 167 e pp 201

S. Crossey, 2017. *How the Blockchain Can Save Our Food*. *New Food*. Disponibile a: <https://www.newfoodmagazine.com/article/36978/blockchain-food/>

Scavia, G., 2022. *Rapporto One-Health sulle zoonosi nel 2019 nell'Unione europea*. [online] Epicentro.iss.it. Available at: <https://www.epicentro.iss.it/tossinfezioni/rapporto-one-health-efsa-ecdc-2019>.

The Economist, 2015, The Trust Machine. Disponibile a <https://www.economist.com/leaders/2015/10/31/the-trust-machine>

Ufficio Italiano Brevetti e Marchi Direzione Generale per la Tutela della Proprietà Industriale (DGTPi-UIBM), 2020. *Guida alle tecnologie anticontraffazione*

UNICEF DATA. 2022. State of the World's Children 2014 In Numbers: Every child counts - UNICEF DATA. [online] Available at: <https://data.unicef.org/resources/state-worlds-children-2014-numbers-every-child-counts/>.

University of Guelph, 2017. *Canada Should Adopt Blockchain Technology to Meet Agri-food Goals*. disponibile a <https://news.uoguelph.ca/2017/12/canada-adopt-blockchain-technology-meet-agri-food-goals/>

Virone S., 2020. *Impatti della Blockchain nella Supply Chain* [Tesi di Laurea magistrale, Politecnico di Milano] Disponibile a: <https://webthesis.biblio.polito.it/14713/1/tesi.pdf>

Weigang H., Lei G., Zhaolong N. 2019. *Local Electricity Storage for Blockchain-Based Energy Trading in Industrial Internet of Things*. pag. 3610-3619.

Who.int. 2022. *Food safety*. [online] disponibile a: <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>>.

Williams-Grut, T., 2017. "Deutsche Bank, HSBC and Five Other Big Banks are Collaborating on a Blockchain Project." Business Insider. Disponibile a: <http://www.businessinsider.com/deutsche-bank-hsbc-kbc-natixis-rabobank-socit-gnrale-and-unicredit-work-on-digitaltrade-chain-dtc-2017-1?r=UK&IR=T>

World Bank, 2017. *Beyond Fintech: Leveraging Blockchain for More Sustainable and Inclusive Supply Chains*. Disponibile a: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/30371/120260-BRI-PUBLIC-EM-Compass-Note-45-final.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

World Bank, 2022. *Distributed Ledger Technology (DLT) and Blockchain*. [online] Openknowledge.worldbank.org. Available at: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/29053/WP-PUBLIC-Distributed-Ledger-Technology-and-Blockchain-Fintech-Notes.pdf?sequence=5&isAllowed=y>.