



Politecnico di Torino

Collegio di Ingegneria Gestionale

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale Percorso Innovazione

Tesi di Laurea di II Livello

**ANALISI E SVILUPPO DI UN'INFRASTRUTTURA BLOCKCHAIN PER IL
TRACCIAMENTO DELLA LOGISTICA RELATIVA A BENI DI VALORE**

RELATORE

Prof. Guido Perboli

CORRELATORE

Prof. Stefano Musso

CANDIDATO

Andrea Pullega

MATRICOLA

S276036

Anno Accademico 2020/2021

Ringraziamenti:

Prima di procedere con la trattazione, vorrei dedicare qualche riga a tutti coloro che mi sono stati vicini in questo percorso di crescita personale e professionale.

Un sentito ringraziamento al mio relatore Guido Perboli e correlatore Stefano Musso per la loro grande disponibilità e tempestività ad ogni mia richiesta. Grazie per avermi fornito idee e linee guida utili alla stesura dell'elaborato.

Un grande ringraziamento anche alla mia famiglia: i miei genitori Daniele e Michela, mio fratello Matteo e a tutta la mia famiglia allargata, lo zio Toni, lo zio Gilberto e mio cugino Simone. Non sarei mai potuto arrivare fin qui senza il vostro supporto.

Grazie a tutti, senza di voi non ce l'avrei mai fatta.

INDICE

INTRODUZIONE	8
1. BLOCKCHAIN	9
1.1. Origine, diffusione, architettura e caratteristiche della blockchain	9
1.1.1. Origine della blockchain	9
1.1.2. Diffusione della blockchain	9
1.1.3. Definizione e architettura della blockchain	13
1.1.4. Caratteristiche della blockchain	17
1.2. Tecnologie di supporto all'implementazione della blockchain	31
1.2.1. IoT definizione e integrazione con la blockchain	31
1.2.2. AI definizione e integrazione con la blockchain	39
1.3. Principali ambiti di applicazione della blockchain.....	42
1.3.1. Finanza	42
1.3.2. Internet of Things	44
1.3.3. Servizi pubblici e sociali	44
1.3.4. Sistemi di reputazione	45
1.3.5. Sicurezza e privacy	46
1.4. Vantaggi dall'utilizzo della tecnologia blockchain.....	48
1.4.1. Internet of Value	48
1.4.2. Riduzione dei costi di transazione	49
1.5. Limiti attuali e potenziali soluzioni	54
1.5.1. Scalabilità	54
1.5.2. Perdita di privacy.....	55
1.5.3. Mining egoistico	57
2. SUPPLY CHAIN	59
2.1. Supply chain management	59
2.1.1. Obiettivi della supply chain	63
2.1.2. Linee di sviluppo della supply chain	67
2.1.3. Modelli di supply chain management	71

2.2.	Processi chiave della supply chain	76
2.3.	Analisi degli attori coinvolti nella supply chain	80
2.4.	Struttura e tipologia di reti supply chain	83
2.5.	Supply chain del lusso	84
3.	INTEGRAZIONE TRA BLOCKCHAIN E SUPPLY CHAIN	90
3.1.	Supply chain resilience con IoT	90
3.2.	Benefici derivanti dall'adozione della tecnologia blockchain.....	96
3.3.	Piattaforma logistica distribuita integrata con IoT	100
4.	SVILUPPO DI UN BUSINESS MODEL	108
4.1.	Definizione ed elementi chiave di un business model	108
4.1.1.	Definizione di business model	108
4.1.2.	Classificazione dei business models.....	110
4.1.3.	Elementi chiave di un business model	112
4.2.	Principali attori coinvolti nella supply chain del lusso	121
4.2.1.	Retailers del settore del lusso.....	121
4.2.2.	Consumatori del settore del lusso	127
4.3.	Business model di un retailer del settore del lusso	133
4.4.	Business model di un retailer del settore del lusso con blockchain	136
5.	SVILUPPO DI UNO USE CASE	138
5.1.	Presentazione di LVMH per lo use case	138
5.2.	Analisi dei dati relativi alle performance di LVMH.....	140
5.2.1.	Miglioramenti derivanti dall'adozione della blockchain	143
5.3.	Prioritizzazione delle azioni per implementare la blockchain	148
	CONCLUSIONI.....	149
	BIBLIOGRAFIA	152
	SITOGRAFIA	154

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Curva di Rogers rivista da Geoffrey Moore. (Fonte: Statnews)	11
Figura 2: Grafico creato da Seth Godin per illustrare il processo di adozione delle innovazioni. (Fonte: seths.blog)	12
Figura 3: Layout della blockchain che necessita di monitoraggio. (Fonte: Kangaa D.B., Azzouazib M., El Ghoumrarib M.Y., Daifb A., 2020)	15
Figura 4: Gestione e monitoraggio della blockchain. (Fonte: Kangaa D.B., Azzouazib M., El Ghoumrarib M.Y., Daifb A., 2020)	17
Figura 5: Esempio di blocco nella blockchain. (Fonte: Zheng, Z., Xie, S., Dai, H. N., Chen, X., & Wang, H., 2018).....	19
Figura 6: Esempio di creazione di un hash. (Fonte: https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/standard/security/ensuring-data-integrity-with-hash-codes).....	20
Figura 7: Confronto di verifica tra valori hash. Fonte: https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/standard/security/ensuring-data-integrity-with-hash-codes).....	21
Figura 8: Esempio di firma digitale nella blockchain. (Fonte: Zheng, Z., Xie, S., Dai, H. N., Chen, X., & Wang, H., 2018).....	22
Figura 9: Esempio di ramificazione nell'aggiunta di nuovi blocchi nella blockchain. (Fonte: Zheng, Z., Xie, S., Dai, H. N., Chen, X., & Wang, H., 2018).....	24
Tabella 1: Confronto delle proprietà tra i meccanismi di consenso. (Fonte: Zheng, Z., Xie, S., Dai, H. N., Chen, X., & Wang, H., 2018)	28
Figura 10: Schema della concatenazione dei blocchi nella blockchain. (Fonte: Zheng, Z., Xie, S., Dai, H. N., Chen, X., & Wang, H., 2018)	28
Figura 11: Interazioni tra IoT e blockchain. (Fonte: Reyna A., Martín C., Chen J., Soler E., Díaz M., 2018)	38
Figura 12: Domini applicativi della tecnologia blockchain. (Fonte: Zheng, Z., Xie, S., Dai, H. N., Chen, X., & Wang, H., 2018)	42
Figura 13: Il valore creato dall'adozione della tecnologia blockchain. (Fonte: Deloitte).....	49
Figura 14: Confronto tra i TCA tradizionali (a sinistra) e le trasformazioni indotte dalla blockchain (a destra). (Fonte: Horst Treiblmaier, 2018)	53

Figura 15: Gli obiettivi della supply chain. (Fonte: https://www.logisticaefficiente.it).....	65
Figura 16: Modello di base del SCM. (Fonte: https://www.logisticaefficiente.it)	72
Figura 17: Modello delle relazioni intelligenti del SCM. (Fonte: https://www.logisticaefficiente.it)	72
Figura 18: Modello dell'impresa dominante del SCM. (Fonte: https://www.logisticaefficiente.it)	73
Figura 19: Modello "partnership" del SCM. (Fonte: https://www.logisticaefficiente.it)	73
Figura 20: Matrice tra aspetti strategici ed operativi della SC. (Fonte: elaborazione personale).....	74
Figura 21: Matrice tra aspetti strategici ed operativi secondo la logica della convenienza. (Fonte: elaborazione personale).....	76
Figura 22: Attributi relative ad una supply chain resiliente. (Fonte: elaborazione personale).....	92
Figura 23: Contributi dell'IoT nella resilienza della supply chain. (Fonte: Reyna A., Martín C., Chen J., Soler E., Díaz M., 2018).....	96
Figura 24: Potenziale delle applicazioni blockchain sulla supply chain. (Fonte: Badzar).....	100
Figura 25. Fasi della trasformazione delle applicazioni blockchain nella supply chain. (Fonte: Badzar).....	101
Figura 26: Concetto di piattaforma distribuita con IoT e blockchain. (Fonte: Rozman N., Vrabic R., Corn M., Pozrl T., Diaci J., 2019).....	103
Figura 27: Il nodo servizio della piattaforma logistica integrata. (Fonte: Rozman N., Vrabic R., Corn M., Pozrl T., Diaci J., 2019)	104
Figura 28: Diagramma di flusso relativo alla stipulazione di un accordo nel nodo agreement. (Fonte: Rozman N., Vrabic R., Corn M., Pozrl T., Diaci J., 2019.).....	106
Figura 29: Classificazione dei business models secondo Applegate. (Fonte: basato su L.M. Applegate, 2001).....	110
Figura 30. Classificazione dei business models secondo Weill e Vitale. (Fonte: basato su P. Weill and M.R. Vitale, 2001).....	111
Figura 31. Classificazione dei business models secondo Baden-Fuller e Mangematin. (Fonte: basato su C. Baden-Fuller e V. Mangematin, 2013).....	112
Figura 32: Esempio di un generico business model canvas. (Fonte: https://www.businessmodelcanvas.it).....	112

Figura 33: Modello di segmentazione della clientela. (Fonte: https://www.fieldboom.com/blog/customer-segmentation).....	116
Figura 34: Categorie di relazioni con i clienti. (Fonte: Osterwalder & Pigneur 2010).....	118
Figura 35: Categorie di relazioni con i clienti. (Fonte: Osterwalder & Pigneur 2010).....	119
Figura 36: Configurazione dei canali di distribuzione. (Fonte: Elaborazione personale).....	125
Figura 37: Principali tipi di store. (Fonte: Kotler & Keller 2012).....	127
Figura 38: Tassonomia basata sul benessere e il bisogno di status. (Fonte: Han, Nunes e Dréze 2010).....	129
Figura 39: Implicazioni della dicotomia del lusso nel retail. Fonte: Amatulli C. e Guido G. (2012).....	130
Figura 40: Business model di un retailer del settore del lusso con blockchain. (Fonte: elaborazione personale).....	137
Figura 41: Conto economico consolidato del gruppo LVMH tra il 2018 e il 2019. (Fonte: Report annuale di LVMH)	141
Figura 42: Stato patrimoniale consolidato del gruppo LVMH tra il 2018 e il 2019. (Fonte: Report annuale di LVMH)	142
Figura 43: Rendiconto finanziario consolidato del gruppo LVMH tra il 2018 e il 2019. (Fonte: Report annuale di LVMH)	143
Figura 44: Ricavi inerenti al “selective retailing” del gruppo LVMH tra il 2018 e il 2019. (Fonte: Report annuale di LVMH)	144
Figura 45: Spese “per natura” del gruppo LVMH tra il 2018 e il 2019. (Fonte: Report annuale di LVMH)	145
Figura 46: Le principali sfide affrontate dai fornitori di servizi logistici per conto terzi in tutto il mondo nel 2020. (Fonte: Statista)	146
Figura 47: Processo relativo alla prioritizzazione delle azioni da compiere per implementare la tecnologia blockchain. (Fonte: elaborazione personale)	149

INTRODUZIONE:

Il seguente elaborato si pone l'obiettivo di analizzare e sviluppare un'infrastruttura blockchain per il tracciamento della logistica relativa a beni di lusso.

Nel primo capitolo viene approfondita nel dettaglio la tecnologia blockchain nel suo complesso. Il primo paragrafo parte dal contesto nel quale ha avuto origine e analizza poi la modalità con la quale si è diffusa, coerentemente con la teoria della curva S di Rogers. Dopodiché, vengono approfondite nel dettaglio l'architettura della blockchain (definizione, layout e sistemi di monitoraggio) e le sue caratteristiche (composizione, modalità delle transazioni, algoritmi di consenso e procedura di mining). Il secondo paragrafo, invece, descrive le due principali tecnologie di supporto alla sua implementazione: IoT (Internet of Things) e AI (Artificial Intelligence). Il terzo paragrafo si focalizza, invece, sulle attuali applicazioni della blockchain: finanza, IoT, servizi pubblici e sociali, sistemi di reputazione e, infine, sicurezza e privacy. Il quarto paragrafo analizza poi nel dettaglio i principali benefici che si possono avere applicando questa tecnologia: IoV (Internet of Value) con conseguente nuova creazione di valore e riduzione dei costi di transazione. Infine, nel quinto ed ultimo paragrafo del primo capitolo vengono approfonditi i principali limiti attuali della blockchain: scalabilità, perdita di privacy e mining egoistico; ma sono indicate anche possibili soluzioni da adottare.

Il secondo capitolo descrive, invece, la supply chain nel suo complesso. Il primo paragrafo approfondisce la supply chain management analizzando i suoi modelli di configurazione, gli obiettivi principali della catena di fornitura e le sue linee di sviluppo. Il secondo e terzo paragrafo, invece, analizzano rispettivamente nel dettaglio i processi chiave della supply chain e gli attori coinvolti in essa. Il quarto paragrafo approfondisce la struttura e le tipologie di reti della supply chain, mentre il quinto, ed ultimo, analizza il caso particolare della supply chain del lusso.

Il terzo capitolo, invece, approfondisce l'analisi della integrazione tra la tecnologia blockchain e la supply chain. Il primo paragrafo descrive i benefici derivanti da un'iniziale integrazione tra IoT e supply chain, che porta ad una maggiore resilienza della stessa. Poi il secondo paragrafo analizza i benefici finali derivanti dall'integrazione tra la blockchain e la supply chain (migliorata tramite l'utilizzo della tecnologia IoT), in particolare una maggiore tracciabilità delle spedizioni. Infine, il terzo, ed ultimo paragrafo, del terzo capitolo descrive il caso della creazione di una piattaforma logistica integrata.

Il quarto e quinto capitolo fanno riferimento, invece, rispettivamente allo sviluppo di un modello di business e di un action plan.

1. BLOCKCHAIN

1.1. Origine, diffusione, architettura e caratteristiche della blockchain

1.1.1. Origine della blockchain

La blockchain, insieme all'intelligenza artificiale (IA), sono state le innovazioni tecnologiche più importanti dell'ultimo decennio tanto da essere definite come "disruptive" dai più esperti.

I primi ad utilizzare il termine "disruptive innovation" furono Clayton Christensen e Joseph Bower nel loro articolo "Disruptive Technologies: Catching the Wave" pubblicato su Harvard Business Review nel 1995. In questo elaborato spiegarono che si tratta di innovazioni tecnologiche in grado di anticipare le esigenze di un mercato fino, nei casi di quelle più rivoluzionarie, di crearne nuovi. In quest'ultimo caso, in particolare, sono in grado di creare una nuova rete di valori, che sostituiscono quelli preesistenti ribaltando gli equilibri competitivi presenti sul mercato, da qui il termine "disruptive" proprio per quantificare il loro impatto "distruttivo".

La Blockchain fu proposta per la prima volta nel 2008 da un importante articolo intitolato "Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System" che venne pubblicato da Satoshi Nakamoto. Negli anni a seguire, sono stati l'informatica e la crittografia le "scienze" maggiormente interessate a questa nuova tecnologia e che hanno, poi, cercato di approfondirne maggiormente lo studio. Tutto ciò fino a quando il decollo degli scambi commerciali dei Bitcoin ha catturato l'attenzione di un pubblico sempre più vasto.

1.1.2. Diffusione della blockchain

Coerentemente con la teoria della curva di adozione dell'innovazione (la "curva S") di Everett Rogers, il generale processo di interesse e adozione verso una nuova tecnologia, o meglio innovazione, è caratterizzato da alcuni anni di lenta adozione per poi sfociare in una crescita esponenziale.

Questa teoria distingue cinque categorie di utilizzatori: gli innovatori, gli early adopters, la maggioranza iniziale e tardiva e i ritardatari:

- Gli innovatori sono i primi consumatori ad acquistare i prodotti innovativi appena lanciati. Sono degli individui con un'alta propensione al rischio e sono

attratti dalle nuove idee e dalla possibilità di provare delle cose nuove e fare delle nuove esperienze. Gli innovatori sono disposti a investire di più per poter essere all'avanguardia, dato che spesso i nuovi prodotti hanno un costo più elevato in fase di lancio per poi diminuire via via con il tempo coerentemente con il loro ciclo di vita. Nel caso della diffusione della blockchain il settore riguardante l'innovazione è il campo informatico.

- Gli “early adopters” non sono così propensi al rischio come gli innovatori e il loro interesse nei confronti di una nuova idea o prodotto emerge dalla capacità di riconoscere gli effettivi vantaggi o benefici che essi possono apportare. Tendono, dunque, ad essere gli individui più influenti all'interno del sistema sociale, infatti come scrive Rogers, i “potenziali utilizzatori vanno da loro per ottenere dei consigli e delle informazioni sulle innovazioni”. Nel caso della diffusione della blockchain gli “early adopters” sono il settore finanziario.
- La maggioranza iniziale sono degli individui comunque interessati alle nuove idee o prodotti, ma hanno un tempo decisionale più lungo prima di adottarli o di acquistarli. Preferiscono assicurarsi degli effettivi benefici o vantaggi dell'innovazione in questione prima di investire le proprie risorse. Nel caso della diffusione della blockchain la maggioranza iniziale potrebbe essere il settore della supply chain e altri campi di applicazione che ne trarrebbero maggiore beneficio, ma che comunque stanno ancora aspettando.
- La maggioranza tardiva, denominati “scettici” da Everett Rogers, gli individui appartenenti a questa categoria sono più diffidenti riguardo all'adozione di una nuova idea rispetto alle prime tre categorie. La loro decisione di acquistare un nuovo prodotto spesso è il frutto di una pressione sociale sempre maggiore (visto che sempre più persone hanno, in questa fase, adottato già la nuova idea).
- I ritardatari, invece, sono gli ultimi ad adottare l'innovazione. Sono tendenzialmente poco influenti e le loro decisioni spesso si basano sulle decisioni prese dalle categorie precedenti: come sostiene Rogers “per il ritardatario, il punto di riferimento è il passato” e quando finalmente decide di adottare un'innovazione “è possibile che questa sia già stata superata da un'idea più recente, già adottata dagli innovatori”.

Il modello di diffusione delle innovazioni è stato ampiamente ripreso in letteratura e anche rivisto da autori come, per esempio, Geoffrey Moore nel suo libro “Crossing the Chasm”. L'autore riprende la teoria di Rogers sostenendo, tuttavia, l'esistenza di un “abisso o baratro” (in inglese, appunto, “chasm”), cioè una rilevante divisione che separa gli early adopters dalla maggioranza iniziale.

Geoffrey Moore sostiene che esista una differenza fondamentale tra le prime due categorie (più visionarie e aperte alle innovazioni) e le ultime tre (più scettiche e diffidenti) e che l'abisso che separa i due gruppi rappresenti, alla fine, l'ostacolo che impedisce a molti prodotti o innovazioni di essere adottati dalle masse e di avere successo nel mercato. Nel testo menzionato, Moore propone dei consigli e delle tecniche per "saltare il baratro" attraverso delle strategie di marketing mirate alla vendita di prodotti high-tech.

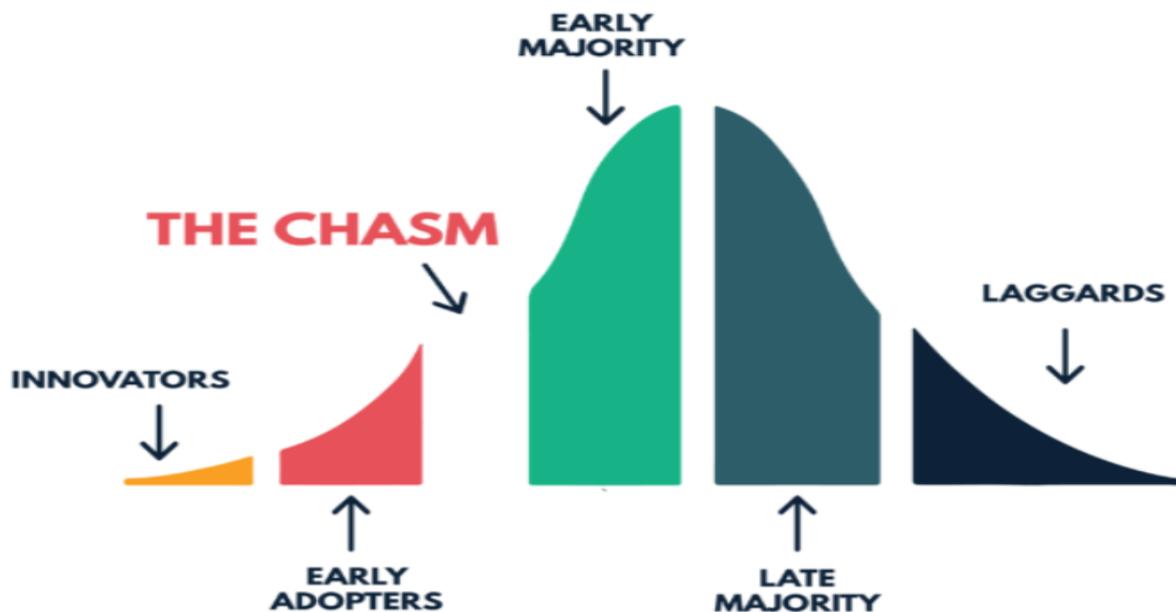


Figura 1: Curva di Rogers rivista da Geoffrey Moore. Fonte: Statnews.

Nel 2015, in un articolo pubblicato sul suo blog, Seth Godin ha proposto un grafico alternativo, composto da sei fasi che corrispondono al processo che porta all'accettazione e all'adozione di un'innovazione nella società.

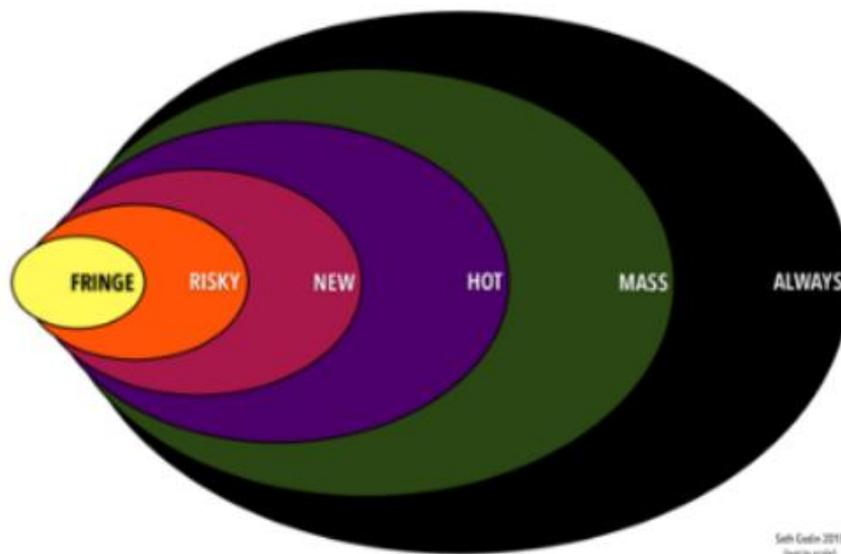


Figura 2: Grafico creato da Seth Godin per illustrare il processo di adozione delle innovazioni. Fonte: seths.blog.

Secondo questo grafico il processo di adozione delle innovazioni è composto da sei fasi:

- La prima (fringe) corrisponde all'adozione della tecnologia da parte di una nicchia di persone all'interno del sistema sociale.
- La seconda (risky) corrisponde al momento in cui l'idea è ancora poco nota, ma inizia a essere apprezzata da altri individui anche se ritenuta ancora "rischiosa", poiché il suo successo non è ancora assicurato.
- La terza (new) corrisponde alla fase in cui l'idea o l'innovazione viene scoperta dagli "influencers" che la ritengono alla moda e la condividono con la propria community.
- La quarta fase (hot) in cui l'innovazione in questione inizia a essere accettata da un grande numero di persone fino a diventare un trend.
- La quinta fase (mass) è quella in cui la nuova idea viene accettata dalle masse e, dunque, la maggior parte delle persone ha deciso di adottarla.
- Infine, l'ultima fase (always) in cui l'innovazione diventa popolare al punto che le masse iniziano a fare forte pressione sociale sugli individui che non hanno ancora accolto la nuova idea o il nuovo trend.

Nel caso della blockchain ci fu un vero e proprio boom di interesse massivo tra la fine del 2015 e del 2017 legato al fenomeno dei Bitcoin. Infatti, sono stati proprio questi

ultimi a guidare l'attenzione verso questa nuova tecnologia e, non a caso, spesso in molti non riescono a discernere l'uno dall'altro, identificandoli come sinonimi.

1.1.3. Definizione e architettura della blockchain

La blockchain (letteralmente "catena di blocchi") sfrutta le caratteristiche di una rete informatica di nodi e consente di gestire e aggiornare, in modo univoco e sicuro, un registro contenente dati e informazioni (per esempio delle transazioni) in maniera aperta, condivisa e distribuita senza la necessità di un'entità centrale di controllo e verifica.

Si tratta, dunque, di un registro digitale, decentralizzato e distribuito in cui ogni transazione viene registrata e aggiunta in ordine cronologico, con l'obiettivo di creare prove e tracce permanenti e non alterabili. In altre parole, la blockchain può essere definita come una nuova tipologia di sistema di dati che registra e conserva questi ultimi permettendo a più stakeholders di condividere e consentire l'accesso, in maniera confidenziale, agli stessi dati e informazioni.

La blockchain è quindi una sottofamiglia di tecnologie, o come viene spesso precisato, un insieme di tecnologie, in cui il registro è strutturato come una catena di blocchi, appunto, contenenti le transazioni e il consenso è distribuito su tutti i nodi della rete. Inoltre, tutti i nodi possono partecipare al processo di validazione delle transazioni da includere nel registro.

Le tecnologie blockchain sono incluse nella più ampia famiglia delle tecnologie Distributed Ledger, ossia sistemi che si basano su un registro distribuito, che può essere letto e modificato da più nodi di una rete. Per validare le modifiche da effettuare al registro, in assenza di un ente centrale di riferimento, i nodi devono raggiungere il consenso. Le modalità con cui si raggiunge il consenso e la struttura del registro sono alcune delle caratteristiche che connotano le diverse tecnologie distributed ledger.

Si tratta, quindi, di sistemi in cui tutti i nodi di una rete possiedono la medesima copia di un database che può essere letto e modificato, in modo indipendente, dai singoli nodi. Se nei cosiddetti Distributed Database tutti i nodi che possiedono una copia del database possono consultarlo, ma devono passare da un ente centrale (oppure più soggetti validatori) per modificarne i dati, nei sistemi di distributed ledger le modifiche al registro vengono regolate tramite algoritmi di consenso. Tali algoritmi permettono di raggiungere il consenso tra le varie versioni del registro, nonostante esse vengano aggiornate in maniera indipendente dai partecipanti della rete. Oltre agli algoritmi di consenso, per mantenere la sicurezza e l'immutabilità del registro distribuito, la blockchain fa anche un ampio utilizzo della crittografia.

Proprio per la particolarità e la rilevanza della modalità con cui la rete aggiorna il registro, le caratteristiche fondamentali che distinguono i vari sistemi distributed ledger sono tre:

- tipologia di rete;
- meccanismo di consenso;
- struttura del registro.

Le soluzioni più propriamente dette blockchain, quelle che si ispirano alla piattaforma Bitcoin, aggiungono due ulteriori caratteristiche che non necessariamente si trovano nei sistemi distributed ledger:

- trasferimenti
- asset.

Sulla base della tipologia di rete, si distingue tra sistemi:

- permissioned, reti in cui per accedere bisogna registrarsi e identificarsi e, quindi, essere autorizzati da un ente centrale o dalla rete stessa;
- permissionless, reti in cui chiunque può accedere senza autorizzazione.

Nei sistemi permissioned il meccanismo di consenso è più semplice: quando un nodo propone l'aggiunta di una transazione, ne viene verificata la validità e si vota a maggioranza sull'opportunità di aggiungerla al registro.

Nei sistemi permissionless, invece, i meccanismi di consenso sono più complessi (basati, ad esempio, sugli algoritmi "Proof of Work" o "Proof of Stake") per evitare che un soggetto malevolo possa creare numerose identità fittizie e influenzare il processo di modifica del registro.

Un'altra caratteristica dei sistemi distributed ledger è la struttura del registro. Le soluzioni blockchain sono quelle in cui il registro è strutturato come una catena di blocchi contenenti più transazioni e i blocchi sono tra di loro concatenati tramite crittografia (come, ad esempio, nelle piattaforme Bitcoin o Ethereum). Vi sono poi soluzioni in cui il registro è formato da Tangle, dove cioè le transazioni vengono processate in parallelo (ad esempio IOTA) o altri casi ancora in cui il registro è formato da una catena di transazioni (ad esempio Ripple).

I sistemi blockchain, in genere, consentono di effettuare dei trasferimenti o più genericamente delle transazioni. Quest'ultime possono essere semplici o più evolute a seconda del livello di programmabilità consentito dalla piattaforma. Ad esempio, la piattaforma Ethereum consente di gestire smart contracts che abilitano trasferimenti arbitrariamente complessi.

Infine, l'ultima caratteristica dei sistemi blockchain è il fatto che esista un asset univoco da trasferire che può essere una criptovaluta o un token. Tale asset può essere nativamente digitale o fisico con un corrispettivo digitale. Le tecnologie

Internet of Things (IoT) possono aiutare a creare corrispondenza tra asset fisico e digitale.

La figura 3 riassume il layout blockchain e si può, già, intravedere la necessità di includere un monitoraggio. Una tipica rete blockchain è costituita da un insieme di nodi interconnessi che agiscono come coppie. Questi nodi sono tipicamente ospitati su un'infrastruttura cloud o on-premises dove il runtime blockchain è configurato nativamente su una macchina virtuale (VM) o utilizzando tecnologie di containerizzazione come Docker. Le transazioni inviate alla rete blockchain vengono trasmesse a tutte le coppie di nodi e i nuovi blocchi creati vengono propagati, in modo che tutte le coppie abbiano una copia aggiornata del registro condiviso. Per avere una visione d'insieme del blocco, per quanto riguarda gli eventi relativi alle transazioni e i metadati associati, è sufficiente monitorare una delle coppie. Ciò, solitamente, viene fatto con l'aiuto di blockchain explorer, che “ascolta” gli eventi e fornisce una visualizzazione di quante transazioni sono state ricevute, messe in coda, elaborate e, infine, consolidate in un nuovo blocco. Tuttavia, questo livello di monitoraggio non fornisce alcun indizio sull'utilizzo delle risorse su quel nodo o sulla “salute” di un altro nodo, o la latenza avvertita all'interno dell'intera rete blockchain.

Un altro elemento chiave che deve essere monitorato per ottenere una visibilità end-to-end di una soluzione basata su questa tecnologia sono i componenti “off-chain” che includono il livello di applicazione (applicazione decentralizzata). Il livello DAPP include l'interfaccia utente, l'archiviazione, i componenti SDK (Software Development Kit) e API (Application Program Interface), attraverso cui l'interazione con un nodo blockchain viene abilitato.

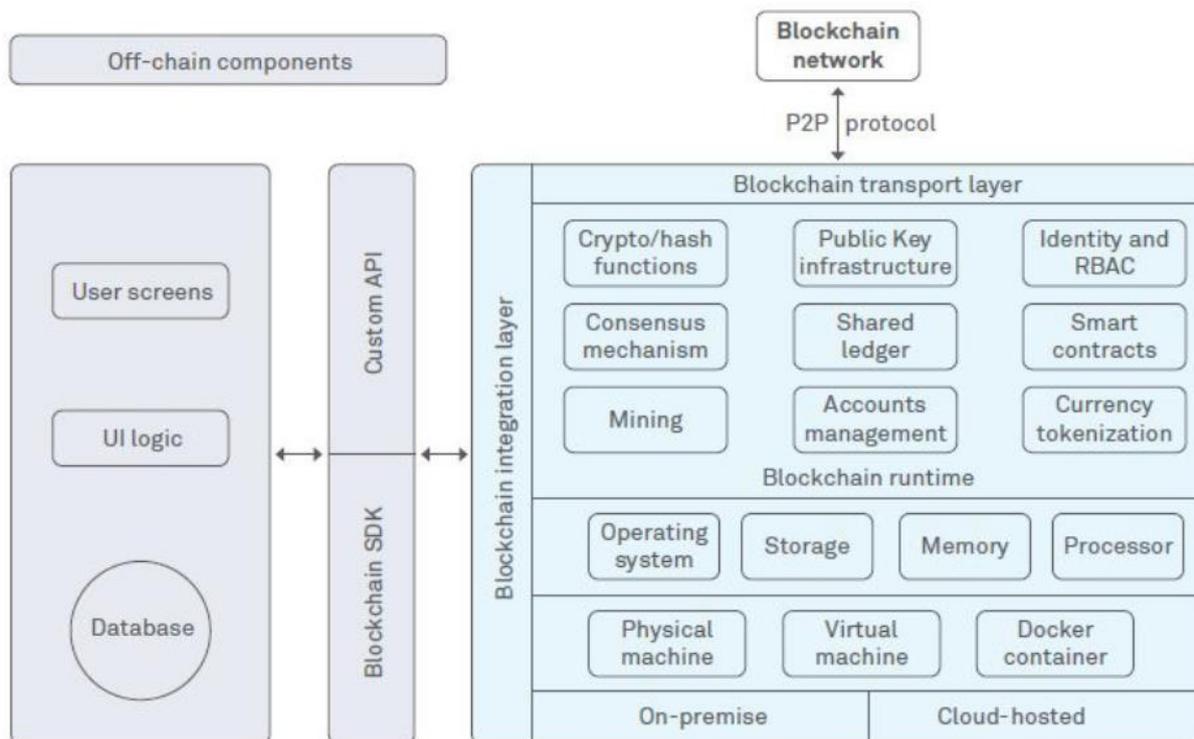


Figura 3: Layout della blockchain che necessita di monitoraggio. Fonte: Kangaa D.B., Azzouazib M., El Ghoumrarib M.Y., Daifb A., 2020.

Il monitoraggio e la gestione efficace di una rete blockchain fornisce un quadro di riferimento che può integrare i dati, assimilare gli eventi generati e fornire una visualizzazione efficiente delle matrici relative. Questo framework dovrebbe essere modulare e supportare topologie di distribuzione che possono consentire il monitoraggio sia a livello di singolo nodo individuale fino al livello dell'intera rete blockchain come un unico elemento. Come mostrato nella figura 4, il diagramma descrive un quadro di monitoraggio per la blockchain, che include i seguenti elementi:

- Un agente di monitoraggio, che viene distribuito su ogni nodo e sulla infrastruttura dell'applicazione associata, che può leggere i log generati come parte del processo di transazione e trasmettere CPU, memoria e dati di utilizzo del dispositivo di I/O.
- Un motore di raccolta dei log, che gestisce le informazioni dei log in streaming e le assimila per ulteriori elaborazioni.
- Il cluster di nodi elastici, che elabora una grande quantità di dati log per organizzarli e indicizzarli in documenti corrispondenti, che vengono condivisi e memorizzati come copie.
- Una piattaforma di visualizzazione, che elabora i dati raccolti dai nodi elastici e fornisce statistiche sull'efficienza dei nodi blockchain e sulla panoramica

della rete. Questa piattaforma permette alle parti di condurre ricerche analitiche e di generare reports.

Sfruttare il framework di monitoraggio proposto consente di:

- analizzare come l'elaborazione delle transazioni blockchain e il meccanismo di consenso utilizza le risorse infrastrutturali sottostanti;
- fornire visibilità in una transazione commerciale end-to-end che viene avviata da un utente dalla dApp e catturata nella blockchain;
- combinare e correlare gli eventi relativi ai blocchi e alle transazioni di ogni nodo permette di determinare le prestazioni e la velocità di trasmissione della rete blockchain;
- configurare una soluzione di monitoraggio non invasiva che può essere attivata dinamicamente per ogni coppia integrata e supporta anche un modello comune di provider di rete.

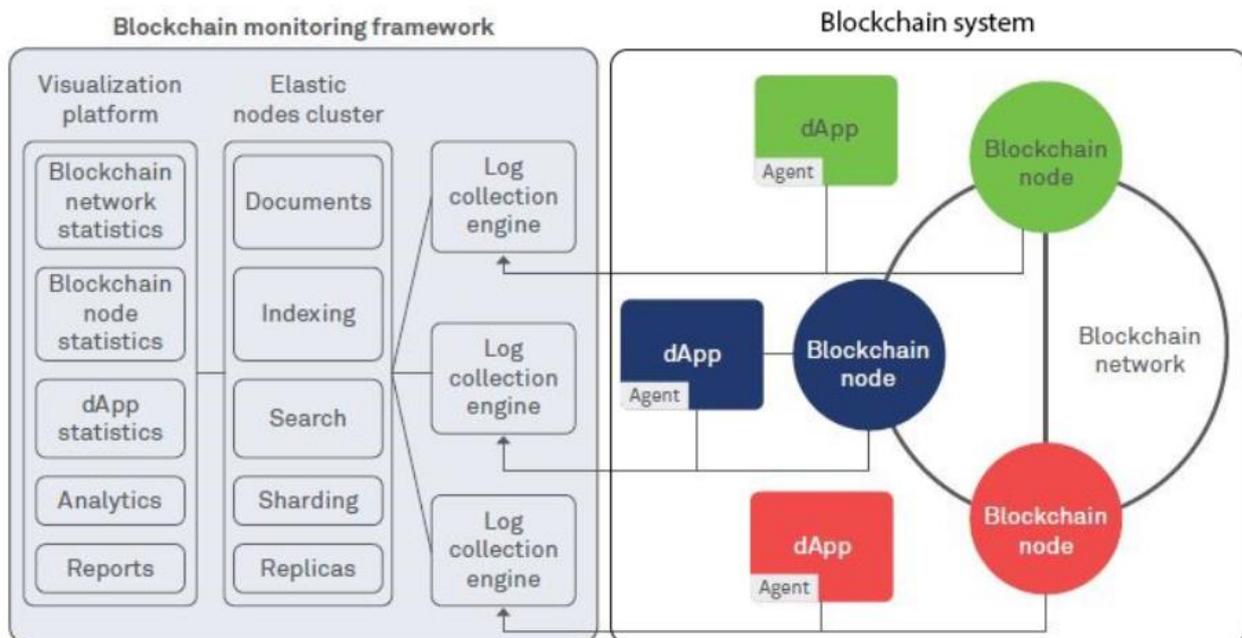


Figura 4: Gestione e monitoraggio della blockchain. Fonte: Kangaa D.B., Azzouazib M., El Ghoumrarib M.Y., Daifb A., 2020.

Anche se non mancano le soluzioni di monitoraggio, la tecnica per sfruttarle in modo efficace all'interno delle reti blockchain esistenti non è ben congegnata attualmente. La ragione principale è che pochi casi di utilizzo aziendale si sono ancora tradotti in sistemi di produzione blockchain. Inoltre, la sua natura decentralizzata pone la seguente domanda: il monitoraggio dell'intera rete è davvero necessario? Tuttavia, per mantenere, analizzare e migliorare una soluzione di business basata sulla blockchain, è necessaria una soluzione di monitoraggio olistica. Questa può essere ulteriormente combinata con gli strumenti DevOps per consentire la massima

disponibilità della rete blockchain e garantire la continuità del business. Inoltre, l'istituzione di un sistema di monitoraggio blockchain potrebbe consentire di rilevare anomalie o frodi nell'intero sistema e, ad esempio, di rifiutare le transazioni anche prima dell'aggiornamento dei registri.

1.1.4. Caratteristiche della blockchain

Le componenti base, ma allo stesso tempo principali, della tecnologia blockchain sono:

- **Nodi:** sono i partecipanti alla blockchain e sono costituiti fisicamente dai server di ciascun partecipante.
- **Transazione:** è costituita dai dati che rappresentano i valori oggetto di "scambio" e che necessitano di essere verificati, approvati e poi archiviati.
- **Blocco:** è rappresentato dal raggruppamento di un insieme di transazioni che sono unite per essere verificate, approvate e poi archiviate dai partecipanti della blockchain.
- **Ledger:** è il registro pubblico nel quale vengono "annotare" con la massima trasparenza e in modo immutabile tutte le transazioni effettuate in modo ordinato e sequenziale. Il ledger è costituito dall'insieme dei blocchi che sono tra loro incatenati tramite una funzione di crittografia e grazie all'uso di hash.
- **Hash:** una operazione che permette di mappare una stringa di testo e/o numerica di lunghezza variabile in una stringa unica ed univoca di lunghezza determinata. L'hash identifica in modo univoco e sicuro ciascun blocco, dal momento che non deve permettere di risalire al testo che lo ha generato.

La tecnologia blockchain, per lavorare in un ambiente decentralizzato, necessita dell'integrazione di diverse tecnologie di base come l'hash crittografico, la firma digitale (basata sulla crittografia asimmetrica) e il meccanismo del consenso distribuito.

Un blocco è costituito dall'intestazione e dal corpo, come mostrato nella figura 5. In particolare, l'intestazione del blocco comprende:

- "block version": indica quale serie di regole di validazione dei blocchi seguire;
- "hash" del blocco padre: un valore di hash a 256 bit che punta al blocco precedente;
- "merkle tree root hash": il valore hash di tutte le transazioni del blocco;
- timestamp: il timestamp corrente, in secondi dal 1970-01-01T00:00 UTC;
- nBits: target di hash corrente in formato compatto;
- nonce: un campo a 4 byte, che di solito inizia con 0 e aumenta per ogni calcolo hash.

Il corpo del blocco è composto, invece, da un contatore di transazioni e dalle transazioni stesse. Il numero massimo di transazioni che un blocco può contenere dipende dalla sua dimensione e dalla dimensione di ogni transazione. La blockchain utilizza un meccanismo di crittografia asimmetrica per convalidare l'autenticazione delle transazioni (NRI, 2015).

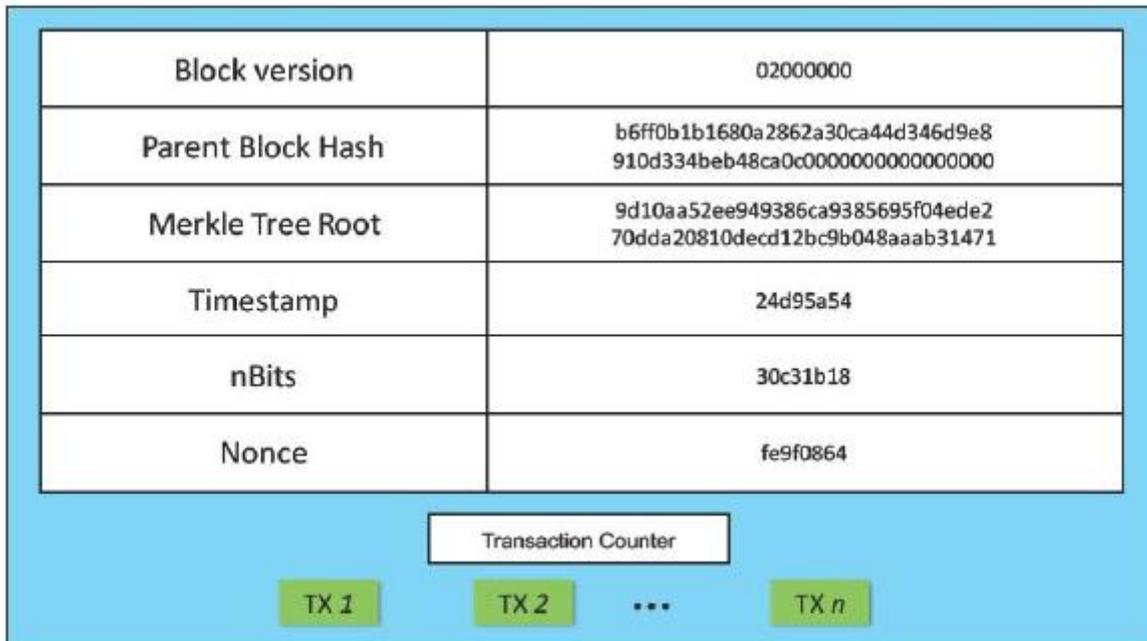


Figura 5: Esempio di blocco nella blockchain. Fonte: Zheng, Z., Xie, S., Dai, H. N., Chen, X., & Wang, H., 2018.

Il primo blocco della catena, contenente le prime informazioni raccolte, viene definito “blocco genesi” poiché senza “parenti” (blocchi antecedenti); mentre ogni blocco che si aggiunge alla catena fa riferimento e si collega a quello precedente, definito “parent block”, tramite un valore hash. Le classi hash gestite possono avere un array di byte o un oggetto “managed stream”. L'esempio seguente usa l' algoritmo hash SHA1 per creare un valore hash per una stringa e usa la classe UnicodeEncoding per convertire la stringa in un array di byte che sono hash utilizzando la classe SHA256. Il valore di hash viene poi visualizzato sulla console.

```

using System;
using System.IO;
using System.Security.Cryptography;
using System.Text;

class Class1
{
    static void Main(string[] args)
    {
        byte[] hashValue;

        string messageString = "This is the original message!";

        //Create a new instance of the UnicodeEncoding class to
        //convert the string into an array of Unicode bytes.
        UnicodeEncoding ue = new UnicodeEncoding();

        //Convert the string into an array of bytes.
        byte[] messageBytes = ue.GetBytes(messageString);

        //Create a new instance of the SHA256 class to create
        //the hash value.
        SHA256 shHash = SHA256.Create();

        //Create the hash value from the array of bytes.
        hashValue = shHash.ComputeHash(messageBytes);

        //Display the hash value to the console.
        foreach (byte b in hashValue)
        {
            Console.Write("{0} ", b);
        }
    }
}

```

Figura 6: Esempio di creazione di un hash. Fonte: <https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/standard/security/ensuring-data-integrity-with-hash-codes>.

Questo codice visualizzerà la seguente stringa alla console:

```

185 203 236 22 3 228 27 130 87 23 244 15 87 88 14 43 37 61 106 224 81 172 224 211 104 85 194 197 194 25
120 217

```

I dati possono essere confrontati con un nuovo valore di hash, appena creato, per determinarne l'integrità. Solitamente, i dati sono hash in un certo momento e l'hash value è protetto; in un secondo momento, i dati possono essere nuovamente "hashizzati" e confrontati con il valore protetto. Se i valori di hash corrispondono i dati non sono stati alterati, viceversa se i valori non corrispondono, i dati sono stati corrotti. Affinché questo sistema funzioni, l'hash protetto deve essere criptato o tenuto segreto a tutte le parti non fidate.

L'esempio seguente confronta il precedente valore di hash di una stringa con un nuovo valore di hash. Questo esempio fa un loop attraverso ogni byte dei valori dell'hash e fa un confronto.

```
using System;
using System.Security.Cryptography;
using System.Text;

class Class1
{
    static void Main()
    {
        //This hash value is produced from "This is the original message!"
        //using SHA256.
        byte[] sentHashValue = { 185, 203, 236, 22, 3, 228, 27, 130, 87, 23, 244, 15, 87, 88, 14, 43, 37, 61, 106, 224,
                                81, 172, 224, 211, 104, 85, 194, 197, 194, 25, 120, 217 };

        //This is the string that corresponds to the previous hash value.
        string messageString = "This is the original message!";

        byte[] compareHashValue;

        //Create a new instance of the UnicodeEncoding class to
        //convert the string into an array of Unicode bytes.
        UnicodeEncoding ue = new UnicodeEncoding();

        //Convert the string into an array of bytes.
        byte[] messageBytes = ue.GetBytes(messageString);

        //Create a new instance of the SHA256 class to create
        //the hash value.
        SHA256 shHash = SHA256.Create();

        //Create the hash value from the array of bytes.
        compareHashValue = shHash.ComputeHash(messageBytes);

        bool same = true;

        //Compare the values of the two byte arrays.
        for (int x = 0; x < sentHashValue.Length; x++)
        {
            if (sentHashValue[x] != compareHashValue[x])
            {
                same = false;
            }
        }
        //Display whether or not the hash values are the same.
        if (same)
        {
            Console.WriteLine("The hash codes match.");
        }
        else
        {
            Console.WriteLine("The hash codes do not match.");
        }
    }
}
```

Figura 7: Confronto di verifica tra valori hash. Fonte: <https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/standard/security/ensuring-data-integrity-with-hash-codes>.

Se i due valori di hash corrispondono, questo codice visualizza quanto segue sulla console:

```
Console

The hash codes match.
```

Se non corrispondono, il codice visualizza quanto segue:

```
Console
The hash codes do not match.
```

Vista la continua aggiunta di blocchi, la dimensione di tale catena è destinata a crescere nel tempo, dal momento che ad ogni nuovo set di informazioni corrisponde un blocco. Tale catena però ha natura immutabile in quanto, di norma, il suo contenuto una volta scritto non è più né modificabile né eliminabile, a meno che non si riesca ad invalidare l'intera struttura, la cui integrità è garantita dall'uso di primitive criptografiche.

Ogni utente possiede una coppia di chiavi: una privata e una pubblica. La chiave privata viene utilizzata per firmare, con firma digitale, le transazioni. Quest'ultime sono diffuse in tutta la rete e sono accessibili tramite chiavi pubbliche, che sono visibili a tutti i membri della rete. La figura 8 mostra un esempio di firma digitale utilizzata generalmente nella blockchain. La firma digitale tipica è formata da due fasi: la fase di firma e quella di verifica. Quando un utente (ad esempio Alice) vuole firmare una transazione, genera prima un valore hash derivato dalla transazione. Quindi cripta questo valore hash utilizzando la sua chiave privata e invia ad un altro utente (ad esempio Bob) l'hash criptato con i dati originali. Bob verifica la transazione ricevuta attraverso il confronto tra l'hash decifrato (utilizzando la chiave pubblica di Alice) e il valore di hash derivato dai dati ricevuti dalla stessa funzione hash di Alice. Gli algoritmi di firma digitale tipici utilizzati nelle blockchain includono l'algoritmo "curva ellittica" della firma digitale (ECDSA) (Johnson et al., 2001).

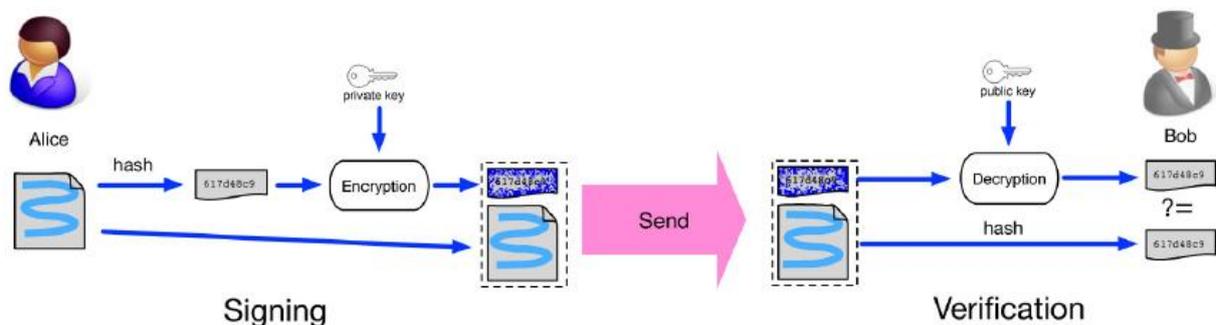


Figura 8: Esempio di firma digitale nella blockchain. Fonte: Zheng, Z., Xie, S., Dai, H. N., Chen, X., & Wang, H., 2018.

Nella blockchain, la modalità con la quale raggiungere il consenso tra i nodi inaffidabili è una trasformazione del problema dei generali bizantini (BG) (Lamport et al., 1982).

Nel problema BG, un gruppo di generali che comandano una parte dell'esercito bizantino circondano una città. L'attacco fallisce se solo una parte di essi attacca la città. I generali, quindi, devono comunicare per raggiungere un accordo per decidere se attaccare o meno. Tuttavia, ci potrebbero essere dei traditori tra loro, che potrebbero comunicare decisioni diverse a generali diversi. Si tratta, dunque, di un ambiente senza fiducia e la modalità con la quale raggiungere un consenso in un tale ambiente è una sfida. Questa analogia si presenta anche per la blockchain, infatti, si tratta di una sfida che una rete decentralizzata deve risolvere. In essa, infatti, non c'è un nodo centrale che assicura che i registri distribuiti su tutti i nodi siano tutti uguali. Dal momento che i nodi (e quindi gli utenti) non possono e/o devono fidarsi tra loro, sono necessari alcuni protocolli per garantire che i registri nei diversi nodi siano coerenti. Esistono, dunque, diversi approcci comuni per raggiungere il consenso nella blockchain.

La prova del lavoro ("Proof of Work" o PoW) è una strategia di consenso utilizzata nella rete Bitcoin (Nakamoto, 2008). La PoW richiede un complicato processo di calcolo nell'autenticazione. In PoW, ogni nodo della rete sta calcolando un valore di hash dell'intestazione del blocco in continuo cambiamento. Il consenso richiede che il valore calcolato debba essere uguale o inferiore ad un certo dato valore. Nella rete decentralizzata, tutti i partecipanti devono calcolare il valore dell'hash in modo continuo, utilizzando diversi "nonce" fino al raggiungimento dell'obiettivo. Quando un nodo ottiene il relativo valore, tutti gli altri nodi devono confermare reciprocamente la correttezza del valore. L'insieme delle transazioni utilizzate per i calcoli, una volta che sono state approvate come risultato autenticato, saranno indicate da un nuovo blocco nella blockchain. I nodi che calcolano gli hash sono chiamati "miners" (minatori) e la procedura PoW si chiama anche di "mining". Dal momento che il calcolo dell'autenticazione è un processo che richiede tempo, viene fornito un meccanismo di incentivazione (ad esempio, la concessione di una piccola porzione di Bitcoins al minatore) (Nakamoto, 2008).

Il lavoro dei miners è assolutamente fondamentale nell'economia della gestione di una blockchain. Chiunque può diventare un miner e può competere per essere il primo a risolvere il complesso problema matematico legato alla creazione di ogni nuovo blocco di transazioni, in modo valido e crittografato, che possa essere aggiunto alla blockchain. A tal proposito, ogni nodo che ha il compito di conservare e distribuire una copia aggiornata di ciascun blocco, ha una copia della blockchain decentralizzata, andando così a garantire la qualità dei dati tramite una massiva replicazione del database. Non esiste infatti nessuna copia ufficiale centralizzata e nessun utente è più credibile di altri: tutti sono allo stesso livello di credenziali. Si tratta, dunque, di un sistema di incentivazione alla partecipazione di più utenti possibili.

In questa rete decentralizzata, i blocchi validi potrebbero essere generati simultaneamente quando più nodi trovano il “nonce” adatto quasi contemporaneamente. Di conseguenza, si possono venire a creare rami (o biforcazioni) nella catena, come mostrato nell’esempio della figura 9. Tuttavia, è improbabile che due rami concorrenti possano generare il prossimo blocco simultaneamente. Nel protocollo PoW, la catena che diventa più lunga, in seguito all’aggiunta di nuovi blocchi, viene giudicata come quella autentica. Nell’esempio della figura 9 consideriamo due biforcazioni create dai blocchi B11 e G11 validati simultaneamente. I miners lavorano su entrambi i rami e aggiungono il blocco appena generato ad uno di essi. Quando un nuovo blocco, come B12, viene aggiunto al blocco B11, i miners che lavorano sulla biforcazione G11-G12 passeranno a B12. Il blocco G12 nella ramificazione G11-G12 diventa, dunque, un blocco orfano poiché non viene più aumentato. Generalmente, dopo un certo numero di nuovi blocchi che sono aggiunti alla blockchain, è quasi impossibile invertire la catena per manomettere le transazioni. Nella blockchain dei Bitcoin, quando circa sei blocchi vengono generati, la catena di blocchi più lunga è considerata quella autentica (ad es. catena di blocchi B11, B12, B13, B14, B15 e B16 nella figura). L'intervallo dei blocchi dipende dall'impostazione di diversi parametri. Il blocco Bitcoin viene generato circa ogni 10 minuti, mentre il blocco Ethereum viene generato circa ogni 17 s.

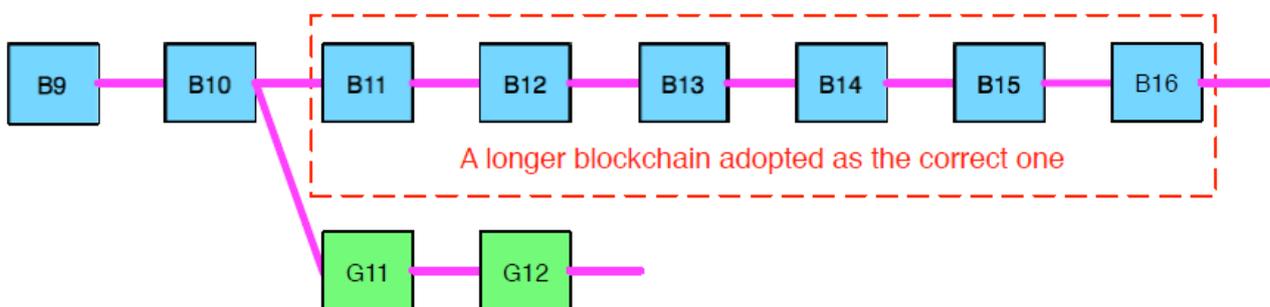


Figura 9: Esempio di ramificazione nell’aggiunta di nuovi blocchi nella blockchain.

Fonte: Zheng, Z., Xie, S., Dai, H. N., Chen, X., & Wang, H., 2018.

Dato che i miners devono fare molti calcoli nella procedura PoW, questo metodo spreca molte risorse. Per mitigare l’inefficienza, sono stati progettati alcuni protocolli di PoW, che potrebbero avere alcune applicazioni collaterali. Per esempio, Primecoin (King, 2013) cerca speciali catene di numeri primi che possono essere utilizzate per la ricerca matematica. Invece di consumare eccessiva elettricità per il mining relativo a PoW, la “prova di bruciatura” (P4Titan, 2014) chiede ai miners di inviare le loro monete a indirizzi dove non possono essere riscattate. “Bruciando” le monete, i

miners ricevono delle chances per svolgere il mining e non hanno bisogno di hardware potenti come per il PoW.

La “proof of stake” (PoS) è un'alternativa a risparmio energetico rispetto alla PoW. Invece di utenti che cercano di trovare un “nonce” corretto in uno spazio illimitato, il PoS richiede che gli utenti dimostrino l'effettiva proprietà della quantità di valuta posseduta perché si ritiene che le persone con più quantità di valuta sarebbero meno propense ad attaccare la rete. Tuttavia, la selezione in base al saldo del conto è alquanto ingiusta, dal momento che la persona più ricca è destinata a essere dominante nella rete. Di conseguenza, vengono proposte molte soluzioni con la combinazione delle dimensioni dello “stake” (la quantità di valuta “puntata” nella rete) per decidere su quale attaccare il prossimo blocco. In particolare, Blackcoin (Vasin, 2014) utilizza la randomizzazione per prevedere il prossimo blocco generatore. Nello specifico, utilizza una formula che cerca il valore di hash più basso in combinazione con l'attributo relativo alla dimensione dello stake. Peercoin (King e Nadal, 2012) privilegia la selezione basata sull'età delle monete, dove una serie di monete più vecchie e più grandi hanno una maggiore probabilità di estrarre il blocco successivo.

Rispetto alla PoW, la PoS risparmia più energia ed è più efficace. Tuttavia, dal momento che il costo del mining è quasi pari a zero, potrebbero verificarsi degli attacchi, come conseguenza. Molte blockchain adottano PoW all'inizio e si trasformano in PoS gradualmente. Per esempio, Ethereum sta pianificando di passare da Ethash (una specie di PoW) (Wood, 2014) a Casper (una specie di PoS) (Zamfir, 2015). Per combinare i vantaggi di PoW e PoS, è stata studiata la prova (Bentov et al., 2014), dove un blocco che è stato “mined” (estratto o creato) deve essere firmato da “n” minatori per essere valido. In questo modo, se anche dovesse esistere un qualche proprietario del 50% di tutte le monete, non può controllare la creazione di nuovi blocchi da solo. A volte la posta in gioco può essere anche di altro tipo, per esempio, a prova di capacità (burstcoin, 2014), i miners devono assegnare un grande spazio su disco rigido per fare mining.

La “Practical byzantine fault tolerance” (PBFT) è un algoritmo di replica per tollerare i difetti bizantini (Miguel e Barbara, 1999). Hyperledger Fabric (hyperledger, 2015) utilizza il PBFT come algoritmo di consenso in quanto PBFT potrebbe gestire fino a 1/3 di repliche “bizantine maligne”. Un nuovo blocco viene determinato in un round e in ogni round viene selezionato un “primary”, secondo alcune regole, che è responsabile dell'ordine delle transazioni. L'intero processo potrebbe essere diviso in tre fasi: “pre-prepared, prepared and commit”. In ogni fase, un nodo può entrare in quella successiva se ha ricevuto i voti di oltre 2/3 di tutti i nodi. Come PBFT, Stellar consensus protocol (SCP) (Mazieres, 2015) è anche un protocollo d'accordo “bizantino”. Non

esiste una procedura di hashing in PBFT, dato che ogni nodo deve interrogare gli altri, mentre SCP dà ai partecipanti il diritto di scegliere a quale gruppo di altri partecipanti credere. Basato su PBFT, Antshares (antshares, 2016) ha implementato la loro tolleranza ai guasti bizantini delegati (dBFT). In dBFT, alcuni nodi, ritenuti più professionali di altri, sono votati per registrare le transazioni, invece che affidare la procedura a tutti i nodi.

Nella “Delegated proof of stake” (DPoS), analogamente ai PoS, i miners ottengono la priorità per generare i blocchi in base al loro “stake”. La differenza principale tra PoS e DPoS è che in quest’ultimo gli stakeholders eleggono i loro delegati per generare e convalidare un blocco. Con un numero significativamente inferiore di nodi da convalidare, il blocco potrebbe essere confermato rapidamente rendendo l’intero processo più snello. Inoltre, gli utenti non devono preoccuparsi dei delegati disonesti perché possono essere allontanati facilmente. Il DPoS è già stato implementato, ed è la spina dorsale di Bitshares (bitshares, n.d.).

“Ripple” (Schwartz et al., 2014), invece, è un algoritmo di consenso che utilizza sottoreti di fiducia collettiva all’interno della rete più grande. In quest’ultima i nodi sono divisi in due tipi: server per la partecipazione al processo di consenso e client per il solo trasferimento di fondi. A differenza dei nodi PBFT che devono chiedere ad ogni nodo della rete il consenso, ogni Ripple server ha una Unique Node List (UNL) da interrogare. Se la UNL ricevuta ha raggiunto un consenso del 80%, la transazione viene convalidata e inserita nel registro.

Tendermint (Kwon, 2014) è un altro algoritmo di consenso bizantino diviso, però, in tre passi:

- “Prevote step”, dove i validatori scelgono se trasmettere un prevoto per la proposta blocco.
- “Precommit step”, se il nodo ha ricevuto più di 2/3 dei prevoti sulla proposta, prevede un “precommit” per quel blocco. Se il nodo, poi, ha ricevuto più di 2/3 di precommits, entra nella fase di commit.
- “Commit step”, dove il nodo convalida il blocco e trasmette un commit per quel blocco e se il nodo ha ricevuto 2/3 dei commits, si accetta il blocco.

Il processo è abbastanza simile al PBFT, ma i nodi Tendermint devono bloccare le loro monete per diventare validatori.

Gli algoritmi di consenso hanno diversi vantaggi e svantaggi. La tabella 1 fornisce un confronto tra i diversi algoritmi di consenso e si utilizzano le proprietà indicate da (Vukolić, 2015):

- Gestione dell’identità del nodo. PBFT deve conoscere l’identità di ogni miner per selezionare un “primary” in ogni round, mentre Tendermint deve

conoscere i validatori per selezionare un proponente in ogni round. Per PoW, PoS, DPOS e Ripple, i nodi possono entrare liberamente nella rete.

- Risparmio energetico. In PoW, i miners “hashano” l'intestazione del blocco di continuo per raggiungere il valore target. Di conseguenza, la quantità di energia elettrica necessaria per il processo ha raggiunto una scala immensa. Per quanto riguarda PoS e DPOS, i miners devono ancora effettuare l'hash dell'intestazione del blocco per cercare il valore target, ma il lavoro è stato ampiamente ridotto in quanto lo spazio di ricerca è stato progettato per essere limitato. Per quanto riguarda PBFT, Ripple e Tendermint, non vi è alcun mining nel processo di consenso e in questo modo si risparmia molta energia.
- Potere tollerato dell'avversario. Generalmente il 51% del potere dell'hash è considerato la soglia per ottenere il controllo della rete. Ma le strategie di mining egoistiche (Eyal e Sirer, 2014), nei sistemi PoW, potrebbero aiutare i miners ad ottenere maggiori entrate solamente grazie a il 25% della potenza di hash. PBFT e Tendermint sono progettati per gestire fino a 1/3 nodi difettosi. Ripple, invece, è in grado di agire correttamente se i nodi difettosi in una UNL sono meno del 20%.

Prendendo in considerazione l'esempio del Bitcoin, esso è basato su PoW mentre Peercoin è una nuova criptovaluta PoS peer-to-peer. Mentre, Hyperledger Fabric utilizza il PBFT per raggiungere il consenso. Bitshares, una piattaforma contrattuale intelligente, adotta il DPOS come algoritmo di consenso. Ripple e Tendermint implementano i propri protocolli, rispettivamente, protocolli Ripple e Tendermint. Se ci si aspetta che le identità dei nodi siano note a tutta la rete, potrebbero essere utilizzati in modalità commerciale piuttosto che pubblica. PoW e PoS sono adatti per le blockchain pubbliche, mentre quelle consortili o private possono avere una preferenza per PBFT, Tendermint, DPOS e Ripple.

<i>Property</i>	<i>PoW</i>	<i>PoS</i>	<i>PBFT</i>	<i>DPOS</i>	<i>Ripple</i>	<i>Tendermint</i>
Node identity management	Open	Open	Permissioned	Open	Open	Permissioned
Energy saving	No	Partial	Yes	Partial	Yes	Yes
Tolerated power of adversary	< 25% computing power	< 51% stake	< 33.3% faulty replicas	< 51% validators	< 20% faulty nodes in UNL	< 33.3% byzantine voting power
Example	Bitcoin	Peercoin	Hyperledger Fabric	Bitshares	Ripple	Tendermint

Tabella 1: Confronto delle proprietà tra i meccanismi di consenso. Fonte: Zheng, Z., Xie, S., Dai, H. N., Chen, X., & Wang, H., 2018.

Anche se un buon algoritmo di consenso garantisce efficienza, sicurezza e convenienza alla rete blockchain, la maggior parte di quelli comuni hanno ancora molte carenze. Sono stati concepiti nuovi algoritmi di consenso con l'obiettivo di risolvere alcuni problemi specifici della rete blockchain. L'idea principale del PeerCensus (Decker et al., 2016) è di disaccoppiare la creazione di blocchi e la conferma della transazione in modo che la velocità di consenso possa essere significativamente aumentata. Inoltre, Kraft (Kraft, 2016) ha proposto un nuovo metodo di consenso per garantire che un blocco venga generato con una velocità relativamente stabile.

Riassumendo, quindi, la blockchain può essere definita come una catena di blocchi ordinata, incrementale, solida e digitale di dati collegati crittograficamente.

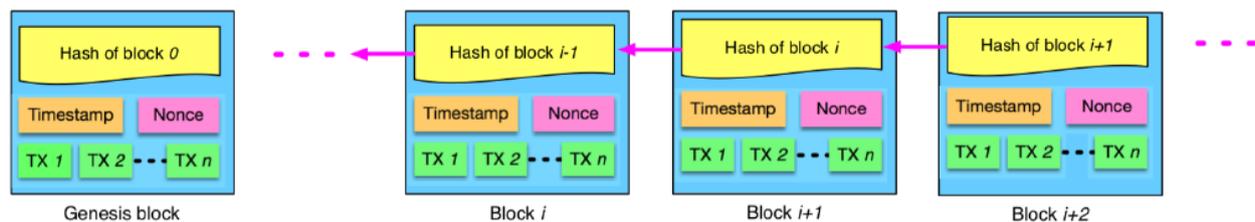


Figura 10: Schema della concatenazione dei blocchi nella blockchain. Fonte: Zheng, Z., Xie, S., Dai, H. N., Chen, X., & Wang, H., 2018.

Due caratteristiche fondamentali della blockchain sono la decentralizzazione e la distribuzione. Non spesso queste ultime vengono considerate come caratteristiche intrinseche di questa tecnologia, in quanto non sono legate alla sua natura in sé ma piuttosto agli ambiti in cui opera, ovvero di condivisione, distribuzione, comunicazione e protocolli di accordo. Se la blockchain viene definita decentralizzata poiché non vi è nessuna entità che controlla il processo di transazione; in merito alla distribuzione, invece, si fa riferimento a come il lavoro di computazione viene diviso tra i diversi nodi. La blockchain sfruttando, come descritto precedentemente, il passaggio di messaggi ad-hoc e un networking distribuito per fare in modo di memorizzare i dati su tutta la sua rete, è in grado di evitare la situazione di “singolo punto di fallimento”, ovvero un punto debole che mette a rischio l’abbattimento dell’intero sistema andando a danneggiarne l’integrità e l’affidabilità. Ciò è un grande vantaggio rispetto alla maggior parte dei servizi basati su sistemi cloud che fanno, invece, affidamento su una sola fidata entità centrale che controlla e gestisce l’archivio di dati e il network e che, inoltre, controlla l’accesso a servizi associati. La blockchain può ridurre in maniera significativa i costi del server e soprattutto evitare il fenomeno “collo di bottiglia” (situazione in cui le prestazioni di un sistema o

le sue capacità sono fortemente vincolate da un singolo componente) relativo ai server centralizzati.

Analizzando un semplice caso applicativo emergono subito chiaramente i benefici relativi all'adozione di una simile tecnologia. Due soggetti sono intenzionati a concludere un atto di compravendita di un immobile ed hanno la necessità di gestire una transazione commerciale. Essa, dunque, sarà costituita da una serie di elementi come l'indirizzo pubblico del ricevente, le informazioni relative alla transazione e le cryptographic keys. Nell'esempio in questione tali elementi vengono rappresentati dal prezzo, informazioni sull'immobile, disponibilità a pagare dell'acquirente e così via. In seguito, viene creato un nuovo blocco, con tutti i dati relativi alla transazione tra i due attori, e viene preparato per essere sottoposto alla verifica e all'approvazione dei partecipanti alla blockchain. Una volta verificato e approvato dalla rete, viene aggiunto alla catena. Se le informazioni sono considerate corrette, la transazione viene autorizzata, validata ed archiviata su tutti i nodi della blockchain. Da questo momento è accessibile e presente nell'archivio di tutti i partecipanti. In altre parole, diventa il riferimento permanente, immutabile e immodificabile di quella specifica transazione.

Le blockchain possono essere di due tipologie: pubbliche o private.

- Private (Permissioned ledgers): ogni volta che un dato o un record viene aggiunto, il sistema di approvazione non è vincolato alla maggioranza dei partecipanti alla blockchain ma solamente ad un numero limitato di attori che vengono definiti "trusted". Secondo questo modello, gli attori possono operare in modo indipendente, ma solo uno o più attori preselezionati svolgono la funzione di validatori nel network. Tali tipologie di blockchain si avvalgono di livelli di controllo di accesso per specificare i partecipanti del network ed usano comunemente un meccanismo di consenso molto attivo.
- Pubbliche (Unpermissioned ledgers): sono aperte, non hanno una "proprietà" o un attore di riferimento e sono concepite per non essere controllate, impedendo ogni forma di censura. Ogni membro del network può contribuire all'aggiornamento dei dati sul ledger e di disporre, in qualità di partecipante, delle copie immutabili di tutte le operazioni, approvate tramite consenso. Le blockchain pubbliche usano algoritmi complessi per raggiungere il consenso tra i partecipanti del network ma, allo stesso tempo, potrebbero non essere adatte a molte imprese, vista la minore protezione della privacy a cui sono soggette rispetto a quelle private. L'esempio più famoso e diffuso è rappresentato dalla blockchain Bitcoin.

In base alla tipologia di piattaforma utilizzata, la blockchain può essere progettata per fornire differenti livelli di accesso ai dati. In altre parole, può fornire maggiore

trasparenza ai dati, garantendo allo stesso tempo la privacy richiesta. Per proteggere le informazioni più sensibili, si può conservare tali informazioni “off chain”: piuttosto che essere immagazzinate e replicate tra i nodi all’interno della struttura (“on chain”), le informazioni e i dati dovrebbero essere conservati al di fuori e separatamente dalla blockchain. Inoltre, in aggiunta a ciò, la maggior parte delle piattaforme blockchain non possono immagazzinare in maniera efficiente grandi moli di dati on chain, bensì solo il minimo degli elementi richiesti e necessari per permettere una transazione. Nello specifico, per avere fiducia nella validità dei dati e per la loro condivisione nel rispetto della privacy, le informazioni da immagazzinare nella blockchain (on chain) sono:

- metadati di transazione (marca temporale, ID degli attori/utilizzatori, tipologia di transazione ecc);
- puntatori ai dati immagazzinati off chain, accessibili solamente da utenti autorizzati;
- lista di controllo degli accessi, elencando gli attori che hanno accesso alla lettura o all’aggiornamento dei dati ai quali fa riferimento il puntatore.

In conclusione, le caratteristiche principali della blockchain sono:

- Decentralizzazione: come descritto precedentemente, tale caratteristica differenzia la blockchain dai sistemi di transazioni centralizzati, in cui ogni transazione deve essere validata dall’agente centrale “trusted”.
- Persistenza: poiché ogni transazione che avviene nel network deve essere confermata e registrata nei blocchi distribuiti nell’intero network, è quasi impossibile alterarli ed ogni falsificazione verrebbe rilevata facilmente.
- Anonimità: ogni utente può interagire con il network della blockchain con un indirizzo generato ad hoc o può crearne molteplici per evitare di esporsi. Non è presente nessuna parte centrale che tiene tutte le informazioni personali dell’utente. Questo meccanismo preserva un certo ammontare di privacy sulle transazioni.
- Verificabilità: nella blockchain ogni transazione viene validata e registrata con una marca temporale. Così facendo, gli utenti possono facilmente verificare e tracciare i precedenti “records” accedendo a qualsiasi nodo del network, migliorando anche il concetto di tracciabilità e trasparenza dei dati immagazzinati nella blockchain.
- Condivisione di dati: la condivisione è alla base della blockchain. Questa tecnologia, infatti, consente a più parti di collaborare alla creazione di un’unica catena di valore e far parte di un ecosistema, aggiornando un’unica versione veritiera, accessibile a tutti e solida delle informazioni, poiché ogni parte conserva una copia del registro (distributed ledger).

- Trasferimento di valore: tutte le transazioni vengono eseguite e tracciate come token (dispositivo necessario per effettuare un'autenticazione) permanenti e digitali con una cronologia completa e verificabile di proprietà.
- Provenienza: è possibile sapere la provenienza dei dati e tracciarne lo storico completo. Se un utente all'interno del sistema ha provato a modificare i dati, ne rimane traccia nel sistema.
- Controllo: è possibile controllare cosa un utente può vedere e fare a livello di elemento di dato (unità atomica dei dati).
- Sicurezza: è possibile criptare ed isolare dati a livello di elemento di dato.

1.2. Tecnologie di supporto all'implementazione della blockchain

1.2.1. IoT definizione e integrazione con la blockchain

Si parla di IoT (acronimo di Internet of Things), cioè di "Internet delle Cose" anche se è più corretto definirla "Internet degli Oggetti", come di una delle tecnologie dominanti degli ultimi anni. Ci sono, infatti, gli oggetti intelligenti (i cosiddetti "smart objects") alla base di questa tecnologia. L'IoT nasce dall'idea di portare nel mondo digitale gli oggetti della nostra esperienza quotidiana. Si tratta di un paradigma tecnologico dal potenziale applicativo sconfinato, in grado di incidere sulla competitività delle imprese, efficienza delle pubbliche amministrazioni e qualità della vita. Sono passati oltre 50 anni dalla nascita di internet e più di 20 da quando è stata coniata l'espressione IoT. In questi anni le tecnologie IoT si sono moltiplicate e sviluppate, così come si sono profondamente evoluti i numerosi ambiti applicativi: smart house, smart building, smart metering, smart factory, smart auto, smart city, e via a seguire con smart environment, smart agriculture, smart logistics, smart lifecycle, smart retail e smart health.

L'espressione IoT è stata formulata per la prima volta nel 1999, in stretta relazione con i dispositivi RFID (Radio Frequency Identification), dall'ingegnere inglese Kevin Ashton, cofondatore dell'Auto-ID Center di Massachusetts, che indentificò ciò come un progresso nello sviluppo tecnologico in base al quale, attraverso la rete internet, potenzialmente ogni oggetto dell'esperienza quotidiana acquista una sua identità nel mondo digitale. Questi smart objects tra loro interconnessi possono, dunque, scambiare le informazioni possedute, raccolte e/o elaborate.

Tuttavia, l'IoT va oltre gli oggetti intelligenti e assume un significato pieno nella rete che li interconnette e gli esempi, in questo senso, sono innumerevoli. Basti pensare alle automobili inizialmente rese connesse "solo" tramite box GPS-GPRS per finalità assicurative e che oggi escono dalle fabbriche già dotate di connettività a bordo. Altri esempi sono le auto che dialogano con l'infrastruttura stradale per prevenire incidenti, gli elettrodomestici di casa che si coordinano su servizi cloud per ottimizzare l'impiego di potenza, gli impianti di produzione che scambiano dati con i prodotti per la gestione del loro ciclo di vita, i dispositivi medicali che si localizzano nel presidio di un pronto soccorso e, infine, gli sci che inviano informazioni sullo stato della neve o sulla severità di una caduta. Se è vero che tutti gli oggetti possono diventare "intelligenti" connettendosi alla rete e scambiando informazioni su di sé e sull'ambiente circostante, è altrettanto vero che questo processo non avviene in tutti gli ambiti con la stessa velocità. Ciò dipende, soprattutto, dall'esistenza di soluzioni tecnologiche consolidate, dagli equilibri competitivi in un determinato mercato e, in definitiva, dal bilancio tra il valore dell'informazione e il costo di creazione della rete IoT.

Ma cosa rende un oggetto effettivamente "intelligente"? Gli smart objects si definiscono tali perché contraddistinti dal possedere una o più delle seguenti funzionalità:

- identificazione: un identificativo univoco nel mondo digitale;
- localizzazione e tracciabilità;
- diagnosi di stato: lo stato di funzionamento ed una eventuale richiesta di manutenzione;
- interazione con l'ambiente circostante: di tipo attivo o passivo;
- elaborazione dati: come selezionare quali informazioni trasmettere tra quelle raccolte;
- connessione: per poter trasmettere e ricevere informazioni.

Per quanto riguarda l'interazione con l'ambiente circostante, si distingue tra passiva e attiva. Nel primo caso lo smart object ha dispositivi di sensing (ad esempio per misurare variabili di stato come la temperatura, la pressione e il livello di inquinamento) e metering (per variabili di flusso come i consumi di energia elettrica, acqua e gas). Nel secondo caso, invece, un oggetto può interagire attivamente con l'ambiente che lo circonda compiendo azioni. Ad esempio, chiudendo una valvola per motivi di sicurezza in base alle informazioni raccolte sullo stato dell'ambiente circostante.

La rete che connette gli oggetti IoT è simile alla rete internet che tutti conosciamo, in quanto condivide le stesse proprietà di apertura, standardizzazione, raggiungibilità e accessibilità che hanno decretato il suo successo e che sono essenziali per poter

interagire con gli oggetti e per garantire la multifunzionalità applicativa. Quest'ultima fa riferimento alla possibilità di sviluppare nel tempo nuove applicazioni, con finalità anche molto diverse da quelle per cui gli oggetti sono stati inizialmente connessi. Ad esempio, il monitoraggio dei consumi elettrici dei dispositivi all'interno di un'abitazione, sviluppato con finalità di efficienza energetica, può essere poi sfruttato per monitorare le abitudini comportamentali e fornire servizi di assistenza alla persona.

Il paradigma dell'IoT racchiude numerose tecnologie, ciascuna con diversi gradi di maturità e diffusione. Per comprenderne l'attuale scenario applicativo, l'Osservatorio IoT ha analizzato le principali tecnologie a livello internazionale, classificandole in otto cluster in base alle loro caratteristiche strutturali, funzionali e operative:

- **RFid (Radio Frequency Identification) passivo:** è la tecnologia più semplice con cui un oggetto può integrarsi nell'IoT. Racchiude tutti gli standard di identificazione automatica in radiofrequenza che non richiedono la presenza di una batteria all'interno dell'oggetto.
- **RFid attivo:** grazie all'utilizzo di una batteria, le funzionalità sono maggiori rispetto alla tecnologia passiva, infatti le prestazioni di comunicazione sono migliori e il funzionamento è autonomo.
- **Personal Communication:** gruppo di standard per la comunicazione in reti a corto raggio (PAN - Personal Area Network) pensate per applicazioni consumer e caratterizzate da bande di comunicazione molto strette (es. Bluetooth low energy, NFC).
- **Wireless Bus:** questi canali di comunicazione sono un'alternativa "senza fili" a soluzioni cablate già presenti da tempo in ambito industriale.
- **WiFi:** protocolli per l'accesso wireless a reti locali a banda larga. Poiché richiedono la trasmissione di un'ingente mole di dati, hanno elevati consumi energetici che ne limitano l'applicabilità in ambito IoT.
- **RMLP (Reti Mesh Low-Power):** queste reti, che oggi rappresentano una delle fonti principali per lo sviluppo dell'IoT, sono formate da nodi low-power e dotate di architetture di rete complesse, auto-configuranti, in grado di supportare l'instradamento dinamico dei dati e ottimizzate per un basso consumo energetico.
- **Reti cellulari:** tecnologie di comunicazione cellulare (es. GPRS, HSPA - 3G, LTE - 4G, 5G).
- **PLC (Power Line Communication):** protocolli per la trasmissione delle informazioni tramite la modulazione del segnale elettrico utilizzato per l'alimentazione.

I trend evolutivi sono molteplici e riguardano vari aspetti di questo ambito. Non si tratta solo di nuovi standard o nuovi prodotti, ma anche di come implementarne le funzionalità e di come migliorare i servizi per gli utenti. Nello specifico, la prospettiva tecnologica per il futuro coinvolge almeno quattro tendenze:

- Protocolli di comunicazione a corto raggio. Tale panorama, in linea con gli anni scorsi, continua ad essere frammentato: la sua lenta evoluzione avviene spesso attraverso prodotti con tecnologie eterogenee, senza che vi siano standard dominanti. Per esempio, da anni i protocolli radio specifici per l'ambito IoT stanno vivendo trasformazioni significative, come la necessità di ridurre i consumi energetici e, conseguentemente, di allungare la durata della batteria dei dispositivi (ad esempio ZigBee), o addirittura permetterne il funzionamento senza alimentazione (es. EnOcean, che sfrutta tecnologie energy "harvesting"). Tuttavia, le versioni più recenti degli standard si diffondono lentamente, come nel caso della versione 3.0 di ZigBee: anche se è stata definita già nel 2015, soltanto negli ultimi mesi ha iniziato a diffondersi in maniera significativa.
- Tecnologie di comunicazione a lungo raggio. In questo caso la situazione è più promettente, dato che continuano a diffondersi a livelli costanti. Infatti, i principali esponenti delle tecnologie LPWA (Low Power Wide Area) operanti su frequenze libere, LoRaWAN e SigFox, stanno espandendo la propria copertura anche nei Paesi emergenti dell'Asia e dell'America Latina, dopo essersi consolidate in Europa.
- Interoperabilità tra dispositivi IoT. Il primo passo prevede l'integrazione a livello cloud, cioè tra i diversi sistemi informativi che governano il funzionamento dei dispositivi connessi: in questo modo, le componenti cloud dei dispositivi possono integrarsi tra di loro e creare funzionalità comuni. Basti pensare ai produttori di smart objects che, soprattutto in seguito alla diffusione degli assistenti vocali intelligenti, predispongono i propri sistemi in modo da renderli compatibili con Amazon Alexa e Google Home o con piattaforme IoT come Samsung SmartThings.
- Sistemi operativi embedded. Un altro passo verso l'integrazione tra oggetti connessi potrebbe basarsi sull'utilizzo dei sistemi operativi embedded, in grado di offrire una serie di funzionalità e servizi omogenei tra dispositivi compatibili e integrabili a livello hardware. Un esempio in tal senso è il caso di Android Things, una piattaforma sviluppata da Google e resa open-source per realizzare applicazioni IoT. Tuttavia, di recente Google ha posto alcune restrizioni, limitando l'utilizzo del sistema operativo solo a smart speaker e display.

Riassumendo, dunque, l'IoT sta trasformando e ottimizzando i processi manuali per renderli parte dell'era digitale, ottenendo volumi di dati che forniscono informazioni a livelli mai visti prima. Questa conoscenza sta facilitando lo sviluppo di applicazioni intelligenti, come il miglioramento della gestione e della qualità della vita dei cittadini attraverso la digitalizzazione dei servizi nelle città. Negli ultimi anni, le tecnologie di cloud computing hanno contribuito a fornire all'IoT le funzionalità necessarie per analizzare ed elaborare le informazioni e trasformarle in azioni e conoscenze in tempo reale. Questa crescita senza precedenti di questa tecnologia si è aperta a nuove opportunità per la comunità, come i meccanismi di accesso e di condivisione delle informazioni. Tuttavia, una delle più importanti vulnerabilità di queste iniziative, come è avvenuto in molti altri scenari relative alle nuove tecnologie emergenti, è la mancanza di fiducia. Nonostante le architetture centralizzate come quelle utilizzate nel cloud computing ha contribuito in modo significativo allo sviluppo dell'IoT, per quanto riguarda la trasparenza dei dati, essi fungono come scatole nere e i partecipanti alla rete non hanno una visione chiara di dove e di come verranno utilizzate le informazioni che forniscono.

Anche se l'integrazione di tecnologie promettenti come l'IoT e il cloud computing si è rivelata preziosa, allo stesso tempo si può già intravedere l'enorme potenziale della blockchain nel rivoluzionare l'IoT. Infatti, un beneficio derivante da questa integrazione consiste nella fornitura di un servizio di condivisione affidabile, dove le informazioni possono essere rintracciabili. Le fonti di dati possono essere identificate in qualsiasi momento e i dati rimangono immutabili nel tempo, aumentando la sua sicurezza. Nei casi in cui le informazioni dell'IoT dovrebbero essere condivise in modo sicuro tra molti partecipanti questa integrazione rappresenterebbe una rivoluzione fondamentale. Per esempio, una tracciabilità esaustiva di più prodotti alimentari è un aspetto fondamentale per garantire la sicurezza nelle spedizioni in questo settore. La tracciabilità degli alimenti potrebbe richiedere il coinvolgimento di molti partecipanti: produzione, acquisti, trattamento, distribuzione e così via. Una fuga di dati da qualsiasi parte della supply chain potrebbe portare a comportamenti scorretti e rallentare i processi di ricerca dell'infezione alimentare che possono seriamente compromettere la salute dei cittadini e incorrere in enormi costi per le aziende. Un migliore controllo in queste aree aumenterebbe la sicurezza alimentare, migliorando la condivisione dei dati tra i partecipanti della supply chain. Inoltre, in altre aree, come le smart city e smart auto, la condivisione di dati affidabili potrebbe favorire l'inclusione di nuovi partecipanti al network e contribuire a migliorare il servizio. Pertanto, l'uso della blockchain può integrare l'IoT con informazioni affidabili e sicure. In particolare, i miglioramenti che questa integrazione può portare includono:

- Decentralizzazione e scalabilità: il passaggio da un'architettura centralizzata a un'architettura p2p distribuita eliminerà i punti centrali dei guasti e dei colli di bottiglia, migliorando la tolleranza ai guasti. Contribuirà anche a prevenire gli scenari in cui poche potenti aziende controllano l'elaborazione e l'archiviazione delle informazioni di un numero enorme di persone. Un altro vantaggio è il miglioramento della scalabilità dell'IoT.
- Identità: utilizzando un comune sistema di blockchain i partecipanti sono in grado di identificare ogni singolo dispositivo. I dati forniti e immessi nel sistema sono immutabili e identificano in modo univoco i dati reali forniti da un dispositivo. Inoltre, la blockchain può fornire un'autenticazione distribuita di fiducia e l'autorizzazione dei dispositivi per le applicazioni IoT. Ciò rappresenterebbe un miglioramento in questo campo e dei suoi partecipanti.
- Autonomia: la tecnologia blockchain potenzia le caratteristiche delle applicazioni "next-gen", rendendo possibile lo sviluppo di assets autonomi intelligenti e hardware. Dato che con la blockchain i dispositivi sono in grado di interagire l'uno con l'altro senza il coinvolgimento di alcun server, le applicazioni IoT potrebbero trarre vantaggio da questa funzionalità, ad esempio per fornire applicazioni di dispositivi magnetici e disaccoppiati.
- Affidabilità: le informazioni dell'IoT possono rimanere immutabili e distribuite nel tempo nella blockchain. I partecipanti sono in grado di verificare l'autenticità dei dati e avere la certezza che non siano stati manomessi. Inoltre, la tecnologia consente la tracciabilità dei dati dei sensori e, di conseguenza, della responsabilità.
- Sicurezza: informazioni e comunicazioni possono essere messe in sicurezza se sono memorizzate come transazioni della blockchain. Essa, infatti, può trattare gli scambi di messaggi del dispositivo IoT come transazioni, convalidati da contratti intelligenti, garantendo così le comunicazioni tra i dispositivi IoT. Gli attuali protocolli standard sicuri utilizzati nell'IoT possono essere ottimizzati con l'applicazione della blockchain.
- Mercato dei servizi: la blockchain può accelerare la creazione di un ecosistema di servizi e di mercati di dati dell'IoT, dove le transazioni tra pari sono possibili senza autorità. I microservizi possono essere distribuiti facilmente e i micropagamenti possono essere effettuati in sicurezza, anche in un ambiente privo di fiducia tramite algoritmi di consenso adeguati. Ciò migliorerebbe l'interconnessione e l'accesso ai dati dell'IoT nella blockchain.
- Distribuzione sicura del codice: dato che la memorizzazione nella blockchain è sicura e immutabile, il codice può essere inserito in modo sicuro nei dispositivi. I produttori possono tenere traccia degli stati e degli

aggiornamenti con la massima sicurezza. I middlewares IoT (si tratta di un insieme di programmi informatici che fungono da intermediari tra diverse applicazioni e componenti software) possono utilizzare questa funzionalità per aggiornare in modo sicuro i dispositivi dell'IoT.

Un altro aspetto da tenere in considerazione è legato alle interazioni tra l'IoT e l'infrastruttura sottostante. Quando si integra la blockchain, bisogna decidere dove queste interazioni avranno luogo: all'interno dell'IoT, un ibrido progettazione che coinvolge IoT e blockchain, o attraverso blockchain. Di seguito, queste alternative, mostrate nella figura 11, sono descritte insieme ai loro vantaggi e svantaggi:

- IoT-IoT: questo approccio potrebbe essere il più veloce in termini di latenza e sicurezza, dato che può funzionare anche offline. I dispositivi IoT devono essere in grado di comunicare tra loro attraverso meccanismi di "routing". Solo una parte dei dati dell'IoT è memorizzata nella blockchain, mentre le interazioni tra i dispositivi IoT si svolgono senza l'utilizzo della blockchain (figura 11a). Questo approccio sarebbe utile in scenari con dati affidabili in cui le interazioni avvengono con un basso livello di latenza.
- IoT-Blockchain: in questo approccio tutte le interazioni avvengono attraverso una blockchain, che permette una registrazione immutabile delle stesse. Questo approccio assicura che tutte le interazioni sono rintracciabili in quanto i loro dettagli possono essere consultati nel registro distribuito, e inoltre, ciò aumenta anche l'autonomia dei dispositivi IoT. Tuttavia, registrando tutte le interazioni nella blockchain si verificherebbe un aumento della larghezza di banda e dei dati, che è una delle maggiori sfide che questa tecnologia deve affrontare (figura 11b).
- Approccio ibrido: un design ibrido in cui solo una parte delle interazioni e dei dati avvengono nella blockchain e il resto sono direttamente condivisi tra i dispositivi IoT. Una delle sfide di questo approccio è scegliere quali interazioni dovrebbero passare attraverso la blockchain e quali no. Il vantaggio di una perfetta esecuzione di questo approccio sarebbe il modo migliore per integrare entrambe le tecnologie, poiché sfrutta i vantaggi di esse in tempo reale. In questo approccio potrebbe entrare in gioco il fog computing e persino il cloud computing, per smorzare i limiti della blockchain e dell'IoT. Ad esempio, il fog computing coinvolge meno dispositivi limitati dal punto di vista computazionale, come i gateway, ed è un luogo potenziale dove il mining può avvenire allo stesso modo delle altre soluzioni che utilizzano dispositivi IoT (figura 11c).

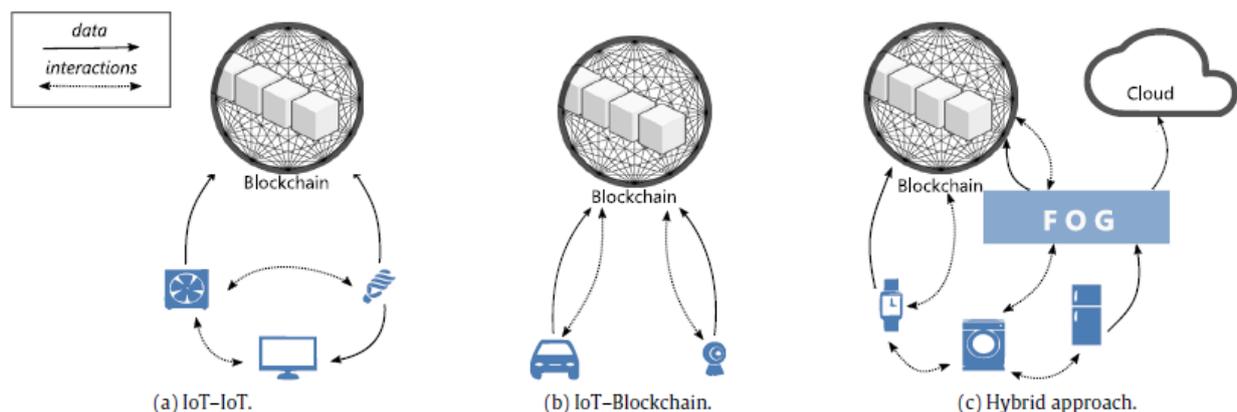


Figura 11: Interazioni tra IoT e blockchain. Fonte: Reyna A., Martín C., Chen J., Soler E., Díaz M., 2018.

L'architettura di una blockchain ottimizzata per l'IoT sarà, dunque, composta da:

- wireless sensor networks: una rete di comunicazione che consente la connettività tra applicazioni con requisiti di potenza ed energia limitati;
- nodo agente: nodo specifico della blockchain in un'architettura responsabile dell'implementazione degli smart contracts;
- blockchain network: rete blockchain interconnessa e a più livelli.

L'architettura dell'applicazione BloT (che deriva dall'integrazione tra l'IoT e la blockchain) deve essere tale da essere in grado di gestire il vasto traffico generato dalla rete, di fornire anche sicurezza dei dati e resistente alle minacce e agli attacchi informatici. Il BloT presenta molti vantaggi: leggerezza, scalabilità, trasparenza, mobilità e accessibilità.

La privacy viene mantenuta in quanto solo i nodi che hanno la chiave del mittente possono decrittare/leggere la transazione. L'integrità è mantenuta dal fatto che qualsiasi alterazione o errore impedirà la corretta decrittazione, mentre la sicurezza è garantita attraverso l'uso di chiavi private.

Le funzioni di hash richieste dalla blockchain sono di primaria importanza per il suo funzionamento. Se si utilizza un algoritmo matematico debole, il sistema perde il suo significato poiché può essere facilmente alterato. Ma d'altra parte, un algoritmo matematico potente per la generazione di hash richiede un'elevata quantità di calcolo, risorse, tempo ed energia che sono tutti limitati nella rete IoT. Dunque, la soluzione che si può trovare è la seguente: il livello inferiore è costituito principalmente dai nodi dell'IoT che sono vincolati dalle risorse, mentre i nodi potenti (dotati di maggiori risorse) sono collocati nei livelli superiori, che svolgono questi compiti ad alta intensità di energia, fornendo così sicurezza ed efficienza. Alcune delle funzioni hash ampiamente utilizzate per gli algoritmi di consenso sono SHA-256d di Bitcoin, PeerCoin, Namecoin; SHA-256 di Swiftcoin; Script di Litecoin e Gridcoin.

Concludendo, quindi, la blockchain e l'loT sono due tra le maggiori innovazioni tecnologiche degli ultimi anni e la loro combinazione darebbe un risultato migliore in tutti i campi di applicazione possibili. La loro integrazione ha il potere, infatti, di fornire efficienza e sicurezza al campo di applicazione per il quale viene impiegata.

1.2.2. AI definizione e integrazione con la blockchain

Dai Big Data all'Artificial Intelligence (AI) il passaggio è dei più naturali. Infatti, dal momento che il tema della raccolta dei dati dai dispositivi connessi va di pari passo con la capacità di estrarre informazioni utili da essi, l'intelligenza artificiale può giocare, a tal proposito, un ruolo importantissimo. Sul mercato cresce sempre di più il numero di soluzioni che integrano piattaforme avanzate di analisi dati con algoritmi di intelligenza artificiale. In particolare, sono tre i ruoli principali che questa tecnologia potrebbe giocare nel mercato IoT:

- Agire dentro gli oggetti connessi: dotando gli oggetti connessi di una maggiore potenza computazionale, l'AI permette di migliorarne le funzionalità e di elaborare dati immediatamente.
- Semplificare l'interazione tra utenti e oggetti attraverso l'uso della voce: la capacità di comprendere il linguaggio naturale è notevolmente migliorata negli ultimi anni e ciò ha permesso l'introduzione degli assistenti vocali in diversi ambiti, dalla smart home alla smart car.
- Supporto gestionale: proiettando lo sguardo verso il futuro, l'AI potrebbe diventare una sorta di "manager" in diversi contesti, per esempio aiutando a gestire il traffico in una smart city attribuendo correttamente le priorità ai diversi veicoli.

Chiaramente, questi tre contributi non si escludono a vicenda, anzi, devono essere sviluppati in maniera congiunta per liberare appieno il potenziale dell'AI nel mercato IoT.

L'utilizzo del machine learning e delle altre tecniche di apprendimento alla base dell'intelligenza artificiale acquisirà, infatti, un ruolo sempre maggiore per affiancare ai servizi più tradizionali nuove logiche in grado di soddisfare, e in molti casi anticipare, i bisogni di aziende e consumatori. In questo senso, l'Edge Computing è, già, fondamentale in quelle soluzioni dove si ha la necessità di elaborare in tempi molto rapidi una risposta a stimoli esterni: si pensi ad esempio a un robot che autonomamente effettua la consegna di pacchi a domicilio muovendosi nel traffico cittadino, come nei casi di Yape e Amazon Scout, e che quindi deve essere in grado di interagire con l'ecosistema circostante e rielaborare il proprio percorso ogni qualvolta

incontri un ostacolo o un imprevisto sul proprio cammino. Tutto ciò apre, però, ovviamente ad importanti temi da affrontare in termini di cyber security e privacy. L' IoT e l' AI offrono opportunità interessanti ma al tempo stesso rischi che minano la sicurezza. Infatti, aumentando il numero di dispositivi connessi alla rete aumenta anche il numero delle vulnerabilità e dei possibili punti di accesso per un eventuale attacco informatico al network, per esempio. La normativa europea, comunque, si sta evolvendo in tal senso con l'obiettivo di tutelare sempre di più i dati di imprese e consumatori e far sì che sul mercato vengano emessi soltanto prodotti conformi agli standard comunitari. Il Regolamento europeo UE 679/2016 in materia di protezione dei dati personali (GDPR - General Data Protection Regulation), valido dal 25 maggio 2018, è la normativa di riferimento a cui tutte le organizzazioni si stanno adeguando e che ha un impatto rilevante anche nel vasto panorama dell' IoT. Per poter comprendere la portata dei cambiamenti introdotti dalla normativa è necessario sottolineare il cambio di filosofia, con il passaggio a un approccio di "responsabilizzazione" del titolare (la cosiddetta "accountability").

Il GDPR, infatti, prevede che il titolare, già dalle fasi preliminari del trattamento, assuma un ruolo proattivo nella scelta e nell'adozione delle misure tecniche e organizzative, e in generale nella definizione delle modalità di adeguamento. Al contempo, egli deve essere sempre in grado di dimostrare la ratio alla base delle scelte effettuate e la propria compliance al Regolamento Europeo, considerando il tema della protezione dei dati già in fase di progettazione ("Privacy by Design") e non a seguito della vendita.

Per quanto riguarda i benefici che si potrebbero avere da un'integrazione tra l' AI (che andrebbe a potenziare la rete e le capacità dell' IoT) e la blockchain sono innumerevoli. Infatti, allo stato attuale delle cose la blockchain sembra essere l'ambiente ideale. Basti pensare alla seguente analogia: una rete peer-to-peer che può assicurare una struttura che funziona più o meno come il cervello umano, vista la presenza del sistema a nodi e della modalità con cui girano e vengono registrati dati e informazioni; in un tale ambiente si può, facilmente, intravedere le enormi potenzialità di sviluppo. Il funzionamento della blockchain verte tutto sugli scambi che avvengono fra i nodi del sistema e che risultano validati da tutti in real-time.

I settori che cambieranno a seguito di una maggiore interazione tra intelligenza artificiale e blockchain sono:

- Sicurezza: individuare transazioni sospette è una delle sfide del futuro delle banche, per esempio. Alcune impiegano già al momento dei servizi di machine learning, in grado di identificarle in maniera istantanea.
- Personalizzazione: in futuro, i servizi saranno ancora più personalizzati. Per esempio, il sistema delle "recommendations" alla base di Facebook, Amazon

e Spotify, dove i propri contatti suggeriscono cosa fare all'utente, è destinato a diffondersi su larga scala.

- Velocità: il trasferimento delle informazioni e dei dati permetterà ai consumatori, come detto precedentemente, una migliore e più rapida interazione con gli istituti finanziari, per esempio. Utilizzare la blockchain per dare ai diretti interessati l'opportunità di collezionare i punti della carta fedeltà e di investirli su vari mercati, con la rete peer to peer deputata a rendere automatici i controlli e le verifiche, è uno dei tanti possibili scenari nel medio termine.
- Assistenza clienti: il ricorso ai chat-bot diventerà in futuro una costante. Si tratta di programmi in grado di simulare delle conversazioni umane, funzionando a tutti gli effetti come gli esperti che rispondono alle FAQ degli utenti che si collegano al sito internet in questione. Lo stesso dicasi per lo sviluppo di algoritmi in grado di rispondere alle reali esigenze del cliente.
- Lending: dopo aver analizzato username e password di accesso di tutti i clienti registrati alla blockchain, lo sblocco dei fondi sarà certamente più rapido.

Con la diffusione su larga scala dell'integrazione tra l'intelligenza artificiale e la blockchain si registrerebbero interessanti cambiamenti anche per il mondo dell'industria 4.0, perché cambierebbe il modello di business delle imprese, con conseguente differente distribuzione del valore generato dall'innovazione. Lo "smart manufacturing", infatti, sarà molto probabilmente la novità più importante, visto che il sistema di produzione verterà sul monitoraggio dei processi fisici aziendali da parte dei sistemi informativi e i processi decisionali finiranno per essere decentrati.

Inoltre, l'industria 4.0 sarà incentrata sui seguenti punti cardine:

- trasparenza delle informazioni: toccherà ai sistemi raccogliere dati con i sensori, archiviare le informazioni contestualizzandole e creare una copia virtuale dei dati fisici;
- interconnessione: lavoratori, sensori, macchinari e dispositivi vari avranno un maggior livello di interazione;
- assistenza: i sistemi informatici basati sull'intelligenza artificiale aiuteranno l'uomo nel prendere le decisioni in maniera migliore e più accurata rispetto ad oggi.

1.3. Principali ambiti di applicazione attuali della blockchain

Esistono diverse applicazioni attualmente in essere della tecnologia blockchain che riguardano i seguenti settori: finanza, IoT, public and social service, reputation system, security and privacy. La figura 12 illustra chiaramente questi cinque campi applicativi.

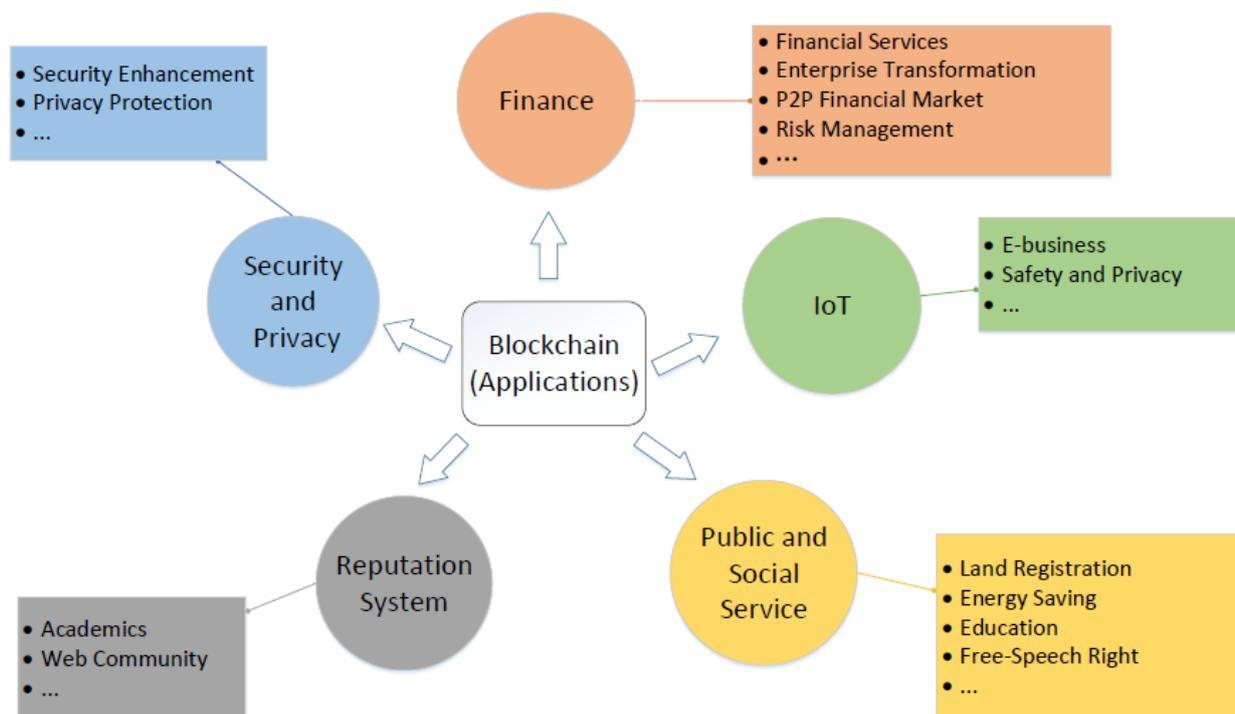


Figura 12: Domini applicativi della tecnologia blockchain. Fonte: Zheng, Z., Xie, S., Dai, H. N., Chen, X., & Wang, H., 2018.

1.3.1. Finanza

All'interno del settore finanziario ci sono vari campi di applicazione della tecnologia blockchain:

- Servizi finanziari. L'emergenza dei sistemi blockchain come Bitcoin (Nakamoto, 2008) e Hyperledger (2015) ha portato un enorme impatto sui servizi finanziari e commerciali tradizionali. Peters et al. (Peters e Panayi, 2015) dimostrarono che la blockchain ha il potenziale di sconvolgere il mondo bancario. Questa tecnologia potrebbe essere applicata a molti settori, tra cui la compensazione e il regolamento di attività finanziarie. Inoltre, Morini (2016) ha dimostrato che esistono reali business case, come la collateralizzazione dei derivati finanziari che potrebbero far leva sulla blockchain per ridurre i costi e i rischi. La blockchain ha anche catturato

un'enorme attenzione agli occhi delle grandi società di software: Microsoft Azure (azure, 2016) e IBM (ibm, 2016) stanno iniziando a offrire la blockchain-as-a-service.

- Trasformazione dell'impresa. Oltre all'evoluzione della finanza e dei servizi di business, la blockchain può aiutare le imprese tradizionali a completare senza problemi la propria trasformazione digitale. Consideriamo un esempio di operatori postali (OP). Poiché gli operatori postali tradizionali (OP) agiscono come un semplice intermediario tra i commercianti e i clienti, la tecnologia blockchain e la criptovaluta possono aiutare gli OP ad ampliare il loro semplice ruolo con la fornitura di nuovi servizi finanziari e non finanziari. In Jaag et al. (2016), Jaag e Bach hanno esplorato le opportunità offerte dalla tecnologia blockchain per gli OP e hanno sostenuto che ognuno di essi potrebbe emettere la propria moneta postale, che è una specie di “moneta colorata” di Bitcoin. Poiché gli OP sono visti dal pubblico come un'autorità di fiducia, la moneta postale potrebbe rapidamente prevalere, grazie anche alla loro fitta rete di vendita al dettaglio. Inoltre, è anche dimostrato in Jaag et al. (2016), che la tecnologia blockchain offre opportunità di business per gli OP nei servizi di identità, nella gestione dei dispositivi e nella gestione della supply chain.
- Mercato finanziario p2p. La blockchain potrebbe anche aiutare a costruire un mercato finanziario p2p in modo sicuro e affidabile. Noyes (2016) ha esplorato i modi di combinare meccanismi peer-to-peer e protocolli di calcolo multi-parte per creare un mercato finanziario P2P MPC (MultiParty Computation) (Noyes, 2016b). Il mercato MPC basato sulla blockchain permette di scaricare i compiti di calcolo su una rete di peer-processori anonimi.
- Gestione del rischio. Il framework di gestione del rischio gioca un ruolo significativo nella tecnologia finanziaria (FinTech) e ora può essere combinato con la blockchain per ottenere migliori prestazioni. Pilkington (Pilkington, 2016) ha fornito un nuovo quadro di gestione del rischio, in cui la tecnologia blockchain viene utilizzata per analizzare il rischio di investimento nello scenario lussemburghese. Gli investitori che oggi detengono titoli attraverso portafogli di depositari tendono ad affrontare il rischio di uno qualsiasi di fallimenti finanziari. Con l'aiuto della blockchain, gli investimenti e le garanzie possono essere decisi rapidamente, invece di passare attraverso compensi a lungo termine. Micheler e Heyde hanno indicato, in Micheler e von der Heyde (2016), che un nuovo sistema combinato con la blockchain può ridurre il rischio di tenere titoli e raggiungere lo stesso livello di sicurezza transazionale.

Inoltre, gli smart contracts basati sulla blockchain permettono alle organizzazioni autonome decentralizzate (DAO) di impegnarsi in collaborazioni di business-work.

1.3.2. Internet of Things (IoT)

L'Internet of Things (IoT) è una delle più promettenti tecnologie ICT che si sta affermando di recente. Alcune tipiche applicazioni dell'IoT includono la gestione della supply chain con tecnologia di identificazione a radiofrequenza (RFID), smart homes, e-health, smart grid, ecc. La blockchain può migliorare sensibilmente il settore dell'IoT e alcune delle applicazioni più interessanti sono:

- E-business. Zhang e Wen (2015) propongono un nuovo modello di e-business dell'IoT e realizzano la transazione tra proprietà in modo smart, basandosi sulla blockchain e sugli smart contracts. In questo modello, le imprese autonome distribuite (DAC) sono intese come un modello decentralizzato di entità di transazione. Le persone commerciano con i DAC per ottenere monete e scambiare i dati dei sensori senza l'aiuto di terze parti.
- Sicurezza e privacy. La conservazione della sicurezza e della privacy è un'altra tematica importante per l'industria dell'IoT e la blockchain può aiutare e dare un contributo significativo in questo campo. In particolare, Hardjono e Smith (2016) hanno proposto un metodo di conservazione della privacy per la messa in servizio di un dispositivo IoT in un ecosistema cloud. Più specificamente, hanno proposto una nuova architettura per aiutare il dispositivo a dimostrare la sua provenienza di produzione senza l'autenticazione di terze parti, oltre a consentire il permesso di registrarsi in forma anonima. Inoltre, in IBM (2015), IBM ha presentato una prova per la telemetria decentralizzata autonoma peer-to-peer (ADEPT), si tratta di un sistema che utilizza tecnologie blockchain per costruire una rete distribuita di dispositivi. In ADEPT, gli elettrodomestici in casa sarebbero in grado di identificare i problemi operativi e recuperare gli aggiornamenti del software per conto proprio.

1.3.3. Servizi pubblici e sociali

La blockchain può essere ampiamente utilizzata anche per i seguenti tipi di servizi:

- Registrazione del terreno. Una delle tipiche applicazioni della blockchain nei servizi pubblici è la registrazione catastale (NRI, 2015), in cui le informazioni catastali, come ad esempio le informazioni sullo stato fisico di un terreno e i

diritti connessi possono essere registrati e distribuiti sulla blockchain. Inoltre, eventuali modifiche apportate al terreno, come il trasferimento dello stesso o l'istituzione di un'ipoteca può essere registrata e gestita sulla blockchain con conseguente miglioramento dell'efficienza dei servizi pubblici.

- **Risparmio energetico.** Inoltre, le blockchain possono essere utilizzate per l'energia rinnovabile. Gogerty e Zitoli hanno proposto la solarcoin (Gogerty e Zitoli, 2011) per incoraggiare l'uso delle energie rinnovabili. In particolare, la solarcoin è una sorta di moneta digitale che premia i produttori di energia solare. Oltre al solito modo di ottenere monete attraverso il mining, le “monete solari” potrebbero essere concesse dalla fondazione solarcoin a condizione che si sia generata l'energia solare.
- **Educazione.** La blockchain è stata originariamente concepita per consentire alle transazioni in valuta di essere effettuate in un ambiente privo di fiducia. Tuttavia, se consideriamo il processo di apprendimento e di insegnamento come una valuta, la tecnologia blockchain può potenzialmente essere applicata al mercato dell'istruzione online. In Devine (2015), è stato proposto il “blockchain learning”, dove i blocchi potrebbero essere impacchettati e messi nella rete dagli insegnanti e i risultati dell'apprendimento potrebbero essere considerati come monete.
- **Diritto alla libertà di parola.** Inoltre, la blockchain può essere utilizzata per rendere sicura l'infrastruttura internet come DNS e identità. Ad esempio, Namecoin (namecoin, 2014) è una tecnologia sperimentale open-source che migliora il decentramento, la sicurezza, la resistenza alla censura, la privacy e la velocità del DNS e delle identità. Protegge i diritti di libertà di parola online rendendo il web più resistente alla censura.

Le blockchain possono essere utilizzate anche per altri servizi pubblici come la registrazione di matrimoni, la gestione dei brevetti e i sistemi di tassazione del reddito (Akins et al., 2013). Nei nuovi servizi pubblici integrati con questa tecnologia, i dispositivi mobili con firma digitale incorporata possono sostituire i sigilli da apporre sui documenti, che vengono sottoposti ai servizi amministrativi. In questo modo si può risparmiare molto sulla documentazione cartacea.

1.3.4. Sistemi di reputazione

La reputazione è una caratteristica importante, dal momento che indica quanto la comunità si fida di noi. Maggiore è la reputazione di un utente, più sarà considerato affidabile dagli altri. La reputazione di una persona può essere valutata sulle sue precedenti transazioni e interazioni con la comunità.

Si può registrare, però, un numero crescente di casi di falsificazione di documenti di reputazione personale. Ad esempio, nell'e-commerce molti fornitori di servizi iscrivono un numero enorme di clienti falsificati per ottenere un'elevata reputazione, ma la blockchain può potenzialmente risolvere questo problema.

- **Accademici:** la reputazione è importante per gli accademici. Sharples e Domingue (2015) hanno proposto un sistema distribuito basato su una blockchain per i risultati scolastici e la reputazione. All'inizio, ogni istituzione e ogni lavoratore intellettuale ricevono un primo premio, in valuta di reputazione educativa. Un'istituzione può premiare uno staff trasferendo alcuni documenti di reputazione al personale. Poiché le transazioni sono memorizzate sulla blockchain, tutti i cambiamenti di reputazione potrebbero essere facilmente rilevati.
- **Comunità web:** la capacità di valutare la reputazione di un membro in una web community è molto importante. Carboni (2015) ha proposto un modello di reputazione basato sulla blockchain, in cui verrà firmato un voucher se il cliente sarà soddisfatto del servizio e vorrà dare un buon feedback. Dopo aver firmato un voucher, un fornitore di servizi dovrà prendere il 3% in più del pagamento alla rete come tassa di voto per scoraggiare un "Sybil Attack" (un attacco informatico dove i sistemi di reputazione sono sovvertiti falsificando le identità di una persona in una rete p2p). La reputazione di un fornitore di servizi viene calcolata in base all'importo della tassa di voto. Dennis e Owen (2015) hanno proposto un nuovo sistema di reputazione che è sostanzialmente applicabile a più reti. In particolare, hanno creato una nuova blockchain per memorizzare il valore di reputazione di una sola dimensione (ossia 0 o 1) delle transazioni concluse. Prendiamo come esempio la condivisione dei file, dove l'entità A invia un file all'entità B. Al ricevimento del file, B invia una transazione composta dal punteggio, dall'hash di file e dalla chiave privata di B per verificarne l'identità. Successivamente, i miners contattano A e B per confermare che la transazione avviene senza alcun sospetto. Poiché le transazioni sono memorizzate sulla blockchain, i records di reputazione sono quasi impossibili da manomettere.

1.3.5. Sicurezza e privacy

I temi di sicurezza e privacy sono di primaria importanza, in particolare la tecnologia blockchain permette:

- **Miglioramento della sicurezza.** Sono stati proposti una serie di filtri anti-malware per rilevare il sospetto file attraverso schemi di pattern matching,

che un server centrale può utilizzare per memorizzare e aggiornare gli schemi del virus informatico. Tuttavia, queste contromisure centralizzate sono anche vulnerabili ad aggressori malintenzionati. La blockchain può potenzialmente contribuire a migliorare la sicurezza delle reti distribuite. In particolare, Charles (Noyes, 2016a) ha proposto un elaborato su un ambiente anti-malware denominato BitAV, in cui gli utenti possono distribuire gli schemi del virus sulla blockchain e in questo modo, BitAV può migliorare la tolleranza ai guasti. Viene mostrato, dunque, che BitAV può migliorare la velocità di scansione e potenziare l'affidabilità del guasto (cioè, una minore suscettibilità di attacchi mirati di "denial-of-service"). La tecnologia blockchain può essere utilizzata anche per migliorare l'affidabilità delle infrastrutture di sicurezza. Per esempio, le infrastrutture a chiave pubblica convenzionali (PKIs) sono spesso suscettibili di un singolo punto di guasto a causa di difetti hardware e software o di attacchi malevoli. Come mostrato in Axon (2015), la blockchain può essere utilizzata per costruire una PKI consapevole della privacy migliorando contemporaneamente l'affidabilità delle PKI convenzionali.

- Protezione della privacy. Oltre al rischio crescente di esposizione dei nostri dati privati a malwares, vari servizi mobili e fornitori di social network stanno raccogliendo i nostri dati sensibili. Ad esempio, Facebook ha raccolto più di 300 petabyte di dati personali dalla sua nascita (Vagata e Wilfong, 2014). Di solito i dati raccolti vengono memorizzati sui server centrali dei fornitori di servizi, che sono suscettibili di attacchi malevoli. La blockchain ha il potenziale per migliorare la sicurezza dei dati privati sensibili. In Zyskind et al. (2015), Zyskind et al., propongono un sistema decentralizzato di gestione dei dati personali che ne garantisce all'utente la proprietà, che viene poi implementato sulla blockchain. Questo sistema può proteggere i dati dai seguenti problemi di privacy:
 - proprietà dei dati;
 - trasparenza e verificabilità dei dati;
 - controllo degli accessi "fine-grained".

1.4. Vantaggi dall'utilizzo della tecnologia blockchain

1.4.1. Internet of Value

Dal momento che la tecnologia blockchain “distrugge” molte delle regole e convenzioni su cui un processo di business tradizionale è costruito, in quanto la maggior parte delle aziende utilizza tecnologie di connessione cloud, spinge le imprese a pensare in modo differente il proprio modello di business, con la conseguente distribuzione della creazione di valore.

Il problema per molte organizzazioni al centro di processi di “value-exchange” tradizionali, specialmente banche o istituti di credito e altri tipi di società di pagamento, è che la tecnologia blockchain è una “spada a doppio taglio”. Reti blockchain pubbliche, come Bitcoin, Litecoin e altri, minacciano la disintermediazione in quanto incoraggiano networks peer-to-peer. Il valore che sono in grado di generare è prelevato dalle istituzioni centrali e trasferito principalmente ai consumatori.

Tuttavia, mentre molte transazioni avranno beneficio da un approccio decentralizzato, molte altre necessitano di essere gestite principalmente da un intermediario, che può, nonostante regolazioni e complessità aggiuntive, fornire garanzie e indennità.

Ci sono considerevoli opportunità per le imprese che adottano la tecnologia blockchain internamente, usando blockchain personalizzate in base alle proprie esigenze o le cosiddette “side-chains”, che forniscono una interoperabilità con le blockchain pubbliche aggiungendo nuove funzionalità. Molto probabilmente l'opportunità più significativa sta nel collegamento tra le funzioni di un'impresa o tra più imprese all'interno dello stesso settore.

<i>Characteristic</i>	<i>Consumer blockchain</i>	<i>Single organisation blockchain</i>	<i>Collaborating organisations on a blockchain</i>
<i>Decentralised processing network</i>	<ul style="list-style-type: none"> Increases speed of exchange and reduces time delays Reduces price of exchange (if a fee is charged) Improves quality, reliability and availability of services 	<ul style="list-style-type: none"> Increases speed of exchange between departments/divisions, which reduces backlog and overall costs Improves availability, reliability and maintainability of services 	<ul style="list-style-type: none"> Increases speed of exchange, which reduces backlog and overall costs Improves availability, reliability and maintainability of services
<i>Distributed ledger</i>	<ul style="list-style-type: none"> Increases transparency (in the case of public blockchains) Increases confidence 	<ul style="list-style-type: none"> Increases efficiency by standardising data formats across departments/divisions and ensures process integrity Improves auditability because records are verified in near real-time 	<ul style="list-style-type: none"> Increases efficiency by standardising data formats across multiple organisations, enabling interoperability, and ensures process integrity Reduces risk of fraud, error and invalid transactions across the group because records cannot be altered Improves auditability because records are verified in near real-time
<i>Digital signatures</i>	<ul style="list-style-type: none"> Reduces risk of fraud or theft 	<ul style="list-style-type: none"> Helps identify customers and participating departments/divisions 	<ul style="list-style-type: none"> Helps identify customers and participating organisations
<i>Programmable logic</i>	<ul style="list-style-type: none"> Enables transaction criteria to be strictly enforced 	<ul style="list-style-type: none"> Enables new capabilities to be added to existing services and processes 	<ul style="list-style-type: none"> Enables new capabilities to be added to existing services and processes across the group Enables collaboration criteria to be strictly enforced
<i>Private vs. public</i>	<ul style="list-style-type: none"> Public blockchain enables anyone to participate in any capacity 	<ul style="list-style-type: none"> Private blockchain restricts processing to members or employees of the organisation but opens up use to consumers 	<ul style="list-style-type: none"> Private blockchain restricts participation to members of the group of organisations but opens up use to consumers

Figura 13: Il valore creato dall'adozione della tecnologia blockchain. Fonte: Deloitte

1.4.2. Riduzione dei costi di transazione

In ambito economico, la nascita del fenomeno dei costi di transazione e le relative teorie economiche orientate alla riduzione di essi negli scambi commerciali, si fanno risalire a William Coase negli anni '50. Coase non considera più l'azienda come una "black box", soffermandosi sulla differenza tra gerarchia (regole formali che definiscono procedure e meccanismi di funzionamento di un'istituzione) e mercato (libertà di iniziativa lasciata ai singoli di agire). Nelle sue opere, dopo varie analisi e riflessioni sui costi aziendali legati all'agire sul mercato, Coase arriva alla soluzione che quando il costo delle transazioni sul mercato raggiunge un certo livello è conveniente sostituire il meccanismo del libero mercato con un'organizzazione centralizzata, chiamata impresa, che opera applicando principi gerarchici. Successivamente, la natura intrinseca dei costi di transazione è stata ampiamente studiata in letteratura: gli scambi, spesso di carattere finanziario ma anche di prodotti e servizi, richiedono la presenza di un intermediario per concludersi, andando ad impattare sul costo totale della transazione, che può risultare, dunque, molto alto. Per capire come la blockchain

possa agire per la riduzione di tali costi è necessario prima di tutto analizzare nel dettaglio la natura intrinseca di questi, come aumentino in presenza di intermediari, e successivamente quantificare l'impatto di tale tecnologia nel contesto in questione. La natura intrinseca dei costi di transazione è legata a due tipologie diverse di rischi: selezione avversa e azzardo morale. Entrambi sono strettamente connessi al concetto di asimmetria informativa, condizione in cui un'informazione non è condivisa pienamente e in maniera trasparente fra gli individui coinvolti nel processo economico. Nello specifico:

- Rischio precontrattuale legato all'alta probabilità che l'offerta di beni e servizi attragga clienti che i venditori desiderano evitare, come viene teorizzato da George Akerlof nell'articolo "The Market for Lemons: Quality Uncertainty and the Market Mechanism"(1970). Facendo l'esempio del mercato delle macchine usate caratterizzato da asimmetria informativa, i venditori conoscono la qualità delle auto, contrariamente agli acquirenti che non sanno se stanno acquistando un "bidone" o un'auto buona. I primi saranno disincentivati a vendere auto buone, poiché il prezzo disposto a pagare dagli acquirenti è troppo basso, visto il rischio di incorrere in un bidone. Di conseguenza i venditori, quindi, saranno incentivati a vendere auto di qualità inferiore per ottenere comunque un margine di profitto. Gli acquirenti, dal momento che hanno una conoscenza limitata sull'effettivo stato della macchina, non sono disposti a pagare un prezzo di mercato elevato, andando a ribasso. A seguito delle contrattazioni, il prezzo scende sempre di più incentivando a sua volta la tendenza dei venditori a offrire in commercio sempre più bidoni. Nel caso più estremo, le auto buone non saranno mai vendute, mentre i bidoni domineranno il mercato.
- Azzardo morale: si tratta di un rischio post-contrattazione, riferito a una situazione in cui una parte di una transazione non si prende cura di alcune aspettative originariamente stabilite nella transazione. L'origine di questa tipologia di problemi deriva dall'asimmetria informativa circa l'identità delle parti contraenti, nonché dall'impossibilità di specificare pienamente tutte le caratteristiche dei beni e servizi reali che devono essere trattati.

La teoria dei costi di transazione (TCA) quindi si concentra sui costi delle transazioni che contribuiscono a determinare la struttura delle organizzazioni e la rispettiva strategia di mercato. Vista l'immutabilità dei record sulla blockchain in combinazione con la sicurezza crittografica, viene creata una nuova forma di fiducia basata sulla trasparenza e sulla tracciabilità poiché tutte le regole che sono incorporate nel codice blockchain non possono essere aggirate senza rilevamento. Tale tecnologia può quindi ridurre notevolmente i costi di transazione, tramite un approccio sicuramente

innovativo per l'economia e il mercato, di cui beneficerebbero anche i consumatori. Ogni giorno, infatti, vengono pagate somme notevoli ad aziende per gestire le transazioni e, allo stesso tempo, fare da garante, riducendo al minimo l'esposizione al rischio contrattuale.

Le transazioni commerciali avvengono generalmente in due modalità principali: più parti raggiungono un accordo e tengono prova dell'accordo localmente, ognuno per sé, oppure un intermediario di fiducia agisce come facilitatore e fa da garante. Entrambi gli approcci possono portare a incongruenze, controversie e mancanza di trasparenza.

Inoltre, al giorno d'oggi, le transazioni finanziarie hanno costi considerevoli: tutti gli oneri aggiuntivi di intermediazione aumentano il costo delle merci e in genere vengono trasferite ai consumatori. Con l'uso pervasivo di carte di credito e carte di debito, molti commercianti hanno fissato acquisti minimi per il loro uso per evitare che la loro redditività venisse distrutta dalle tariffe.

Tuttavia, sebbene siano organizzati, i processi di transazione dei contenuti e delle informazioni di oggi richiedono la riconciliazione tra più archivi di dati (attraverso le diverse parti nell'ecosistema) che determina costi, eccezioni e ritardi nell'aggiornamento dei record.

Concludendo, le caratteristiche chiave della blockchain che possono essere applicate per ridurre i costi di transazione sono due:

- **Facilitazione delle transazioni dirette tra entità "fidate"**: grazie alla combinazione di una crittografia a chiave pubblica e privata, la blockchain offre alle parti negoziali la possibilità di effettuare direttamente una transazione, anche in assenza di fiducia. Dal momento che i partecipanti non fidati sono esclusi per motivi di progettazione in sé della rete, non vi è bisogno dei tradizionali intermediari per agevolare le transazioni, facendo risparmiare un costo notevole alle parti. Le informazioni memorizzate all'interno di una blockchain vengono replicate e condivise tra la rete di nodi, ed i partecipanti non hanno alcuna necessità vincolante di fidarsi l'uno dell'altro, o di un intermediario, dal momento che possono delegare la fiducia al sistema. Alcune applicazioni della blockchain, come gli smart contracts, in ambito aziendale, hanno la capacità di produrre i benefici dell'integrazione verticale, evitando al tempo stesso il rischio di investimento e di impegno per la parte che integra. Dal punto di vista del benessere sociale, una riduzione dell'integrazione verticale consente ai partecipanti a valle della catena del valore di servire più parti, riducendo le barriere artificiali. In generale, le uniche imprese a risentire di questo grande cambiamento saranno le società

di intermediazione, in quanto la blockchain automatizza e fornisce la fiducia che tradizionalmente erano soliti fornire loro.

- Continuità delle attività attraverso la blockchain: una delle caratteristiche più note di questa tecnologia è la possibilità di tenere traccia tramite cronologia di ogni singola transazione sul database. È possibile ripercorrere l'iter delle risorse per capire ovunque siano state e visualizzare la cronologia delle transazioni tra i partecipanti della blockchain. Tale "cronostoria" è teoricamente immutabile, dal momento che per la progettazione stessa della tecnologia viene richiesto il consenso generale per poter procedere alla sua modifica. Inoltre, un'altra caratteristica importante della blockchain è la difficoltà nel permettere la modifica dei dati. Le transazioni non possono essere modificate o rimosse solo da un membro a causa del collegamento che unisce i blocchi. Più lunga è la catena, più difficile è apportare modifiche nei blocchi precedenti e quindi maggiore è il livello di affidabilità. Allo stesso tempo, nel network della blockchain, è impossibile che due dati si trovino in due posti contemporaneamente: le informazioni relative alla localizzazione di tali informazioni sono dinamicamente reattive alle attività dell'intera rete poiché il consenso della blockchain garantisce a tutti di conoscere lo stato di qualsiasi informazione in un dato momento. Questa funzione può risultare particolarmente interessante nelle applicazioni in cui è richiesta la cronologia delle transazioni di un bene per verificare la provenienza o la legittimità di un prodotto finale, come ad esempio nel settore alimentare o in quello del lusso. La tecnologia blockchain può fornire la continuità che consente l'identificazione delle materie prime e la ricostruzione di tutta la supply chain, senza buchi temporali o senza non sapere chi è il proprietario (che, quindi, ha la responsabilità) dello step del processo.

La figura 14 illustra diversi tipi di costi di transazione e come possono essere influenzati dalla blockchain.

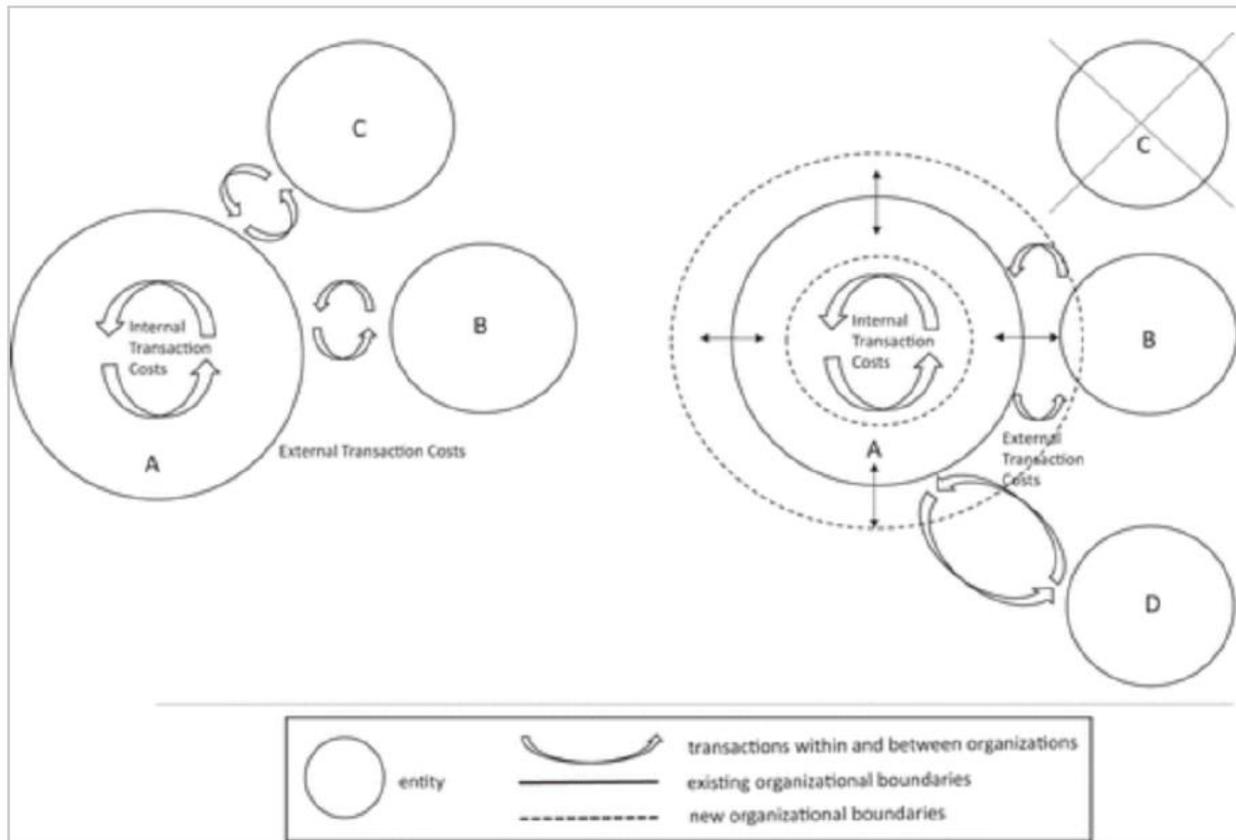


Figura 14: Confronto tra i TCA tradizionali (a sinistra) e le trasformazioni indotte dalla blockchain (a destra). Fonte: Horst Treiblmaier, 2018.

I costi di transazione possono essere di due tipi: interni (mostrati per l'impresa A in figura 14) i quali corrispondono ai costi burocratici che pesano all'interno di una compagnia, ed esterni legati alla relazione con le altre aziende ogni volta che si verifica una transazione. Nella parte sinistra della figura 14, l'azienda A commercia con altre due aziende: B e C. L'adozione o meno della blockchain influenza potenzialmente e simultaneamente sia i costi di transazione interni che esterni aziendali, portando alla riduzione o espansione dei confini aziendali (nella figura 14 tale processo è rappresentato dalle frecce e dai contorni tratteggiati). In aggiunta per l'azienda A potrebbe non essere più necessario continuare ad avere rapporti lavorativi con quelle aziende di cui i servizi possono essere sostituiti dalla blockchain, ad esempio l'azienda C in figura 14, che nella pratica potrebbe essere identificata come un'azienda operante nel settore delle banche e degli intermediari finanziari.

Allo stesso tempo, potrebbero emergere nuovi operatori di mercato in grado di offrire servizi necessari per la tecnologia blockchain (società D). In breve, tutti i costi di transazioni interni ed esterni potrebbero essere influenzati in termini di natura e

dimensioni. In figura 14, la disintermediazione non è mostrata, ma non risulta difficile da immaginare che i servizi delle aziende che attualmente beneficiano dei centri di informazione potrebbero diventare obsoleti.

Nel prossimo futuro, si stima che la tecnologia blockchain sarà in grado di contribuire a ridurre molte delle fasi di validazione e verifica di cui le imprese si fanno carico oggi. Tale tecnologia sarà, inoltre, in grado di eliminare dipendenze, vincoli e inefficienze da qualsiasi processo correlato alla transazione, nonché di dare vita ad ecosistemi trasparenti con più partecipanti, vista l'importanza che ha questa tecnologia nella costruzione delle relazioni.

Soprattutto per le aziende alle prese con la gestione di un'ampia rete di partner, la blockchain fornisce una modalità per accedere a informazioni inconfutabili in tempo reale. Utilizzando tale tecnologia come unica fonte di verità, qualsiasi azienda con una vasta rete logistica può individuare fonti di potenziali rischi (prodotti contaminati, parti difettose o venditori fraudolenti) e reagire, migliorando in definitiva la velocità operativa e proteggendo i clienti, attenuando i rischi aziendali.

1.5. Limiti attuali e potenziali soluzioni

In quanto tecnologia emergente, la blockchain si trova ad affrontare molteplici sfide e problemi. Le tre sfide principali sono la scalabilità, la perdita di privacy e il "mining" egoistico.

1.5.1. Scalabilità

A causa dell'aumento giornaliero della quantità di transazioni, la blockchain può diventare molto pesante. Recentemente, la blockchain Bitcoin ha superato i 100 GB di memoria. Tutte le transazioni devono essere memorizzate per la convalida della transazione. Inoltre, a causa della limitazione originale della dimensione del blocco e dell'intervallo di tempo utilizzato per generare un nuovo blocco, la blockchain Bitcoin può elaborare solo quasi 7 transazioni al secondo, che non può soddisfare il requisito di elaborare milioni di transazioni in tempo reale. Nel frattempo, poiché la capacità dei blocchi è molto piccola, molte piccole transazioni potrebbero essere ritardate poiché i "miners" preferiscono le transazioni con un'alta commissione di transazione. Tuttavia, le grandi dimensioni dei blocchi rallenterebbero la velocità di propagazione e condurrebbero a una ramificazione della blockchain. Quindi il problema della scalabilità è piuttosto complicato.

Tuttavia, sono state studiate delle soluzioni, che potrebbero essere classificati in due tipi:

- Ottimizzazione dello stoccaggio della blockchain: per risolvere il problema della pesantezza della blockchain è stato proposto un nuovo schema di criptovaluta (Bruce, 2014). Nel nuovo schema, i vecchi record delle transazioni vengono rimossi dalla rete e un database chiamato “albero dei conti” viene utilizzato per tenere il saldo di tutti gli indirizzi non vuoti. In questo modo, i nodi non hanno bisogno di memorizzare tutte le transazioni per verificare se una transazione è valida o meno. I nodi, con questa nuova configurazione, diventerebbero, dunque, più “leggeri”. Un’altra soluzione consiste in nuovo schema chiamato VerSum (van den Hooff et al., 2014), che permette ai nodi leggeri di esternalizzare i costosi calcoli su input di grandi dimensioni. La correttezza del risultato viene confermata confrontando i risultati di più server.
- Riprogettazione della blockchain: in Eyal et al. (2016) è stato proposto Bitcoin-NG (Next Generation). L’idea principale di Bitcoin-NG è quella di disaccoppiare il blocco convenzionale in due parti: blocco chiave per l’elezione del leader e microblocco per memorizzare le transazioni. I minatori sono in competizione per diventare leader, il quale sarebbe poi responsabile della generazione del microblocco fino alla comparsa di un nuovo leader. Bitcoin-NG ha anche esteso la strategia della catena più pesante (o più lunga) dove solo i blocchi chiave contano e i microblocchi non portano nessun peso. In questo modo, la blockchain viene riprogettata e viene affrontato il trade-off tra la dimensione dei blocchi e la sicurezza della rete.

1.5.2. Perdita di privacy

Si ritiene che la blockchain sia molto sicura in quanto gli utenti effettuano transazioni solo con indirizzi generati piuttosto che con una vera identità. Gli utenti possono anche generare molti indirizzi in caso di fuga di informazioni. Tuttavia, è dimostrato in Meiklejohn et al. (2013) e Kosba et al. (2016) che la blockchain non può garantire la privacy delle transazioni, poiché i valori di tutte le transazioni e i saldi di ogni chiave pubblica sono pubblicamente visibili. Inoltre, il recente studio (Barcelo, 2014) ha dimostrato che le transazioni Bitcoin di un utente possono essere collegate per rivelare le informazioni dell’utente. Inoltre, Biryukov et al. (2014) hanno presentato un metodo per collegare gli pseudonimi degli utenti agli indirizzi IP anche quando gli utenti sono nascosti dietro la traduzione degli indirizzi di rete (NAT) o i firewall. In Biryukov et al. (2014), ogni client può essere identificato in modo univoco da un

insieme di nodi a cui si collega. Tuttavia, questo set può essere assorbito e utilizzato per trovare l'origine di una transazione. Sono stati proposti diversi metodi per migliorare l'anonimato della blockchain, che potrebbero essere approssimativamente classificati in due tipi:

- **Mixing (Möser, 2013):** nella blockchain, gli indirizzi degli utenti sono pseudonimi. Ma è ancora possibile collegare gli indirizzi all'identità reale dell'utente, dato che molti utenti effettuano transazioni con lo stesso indirizzo frequentemente. Il servizio di mixing è un tipo di servizio che fornisce anonimato trasferendo fondi da più indirizzi di ingresso a più indirizzi in uscita. Per esempio, l'utente Alice con indirizzo A vuole inviare dei fondi a Bob con indirizzo B. Se Alice effettua direttamente una transazione con indirizzo di ingresso A e uscita indirizzo B, la relazione tra Alice e Bob potrebbe essere facilmente rivelata. Quindi Alice potrebbe inviare fondi a un intermediario di fiducia, Carol. Poi Carol trasferisce i fondi a Bob con ingressi multipli c1, c2, c3, ecc. e uscite multiple d1, d2, B, d3, ecc. L'indirizzo di Bob B è contenuto anche negli indirizzi di uscita. Quindi, a questo punto, diventa più difficile rivelare la relazione tra Alice e Bob. Tuttavia, l'intermediario potrebbe anche essere disonesto e rivelare le informazioni private di Alice e Bob di proposito. È anche possibile che Carol trasferisce i fondi di Alice al proprio indirizzo invece che a quello di Bob. Mixcoin (Bonneau et al., 2014) fornisce un metodo semplice per evitare comportamenti disonesti. L'intermediario cripta i requisiti degli utenti, compresi l'importo dei fondi e la data di trasferimento con la sua chiave privata. Poi, se l'intermediario non ha trasferito il denaro, nessuno potrebbe verificare che l'intermediario ha imbrogliato. Tuttavia, anche se il furto dovesse essere rilevato, non viene ancora impedito. Coinjoin (Maxwell, 2013) dipende da un server centrale di miscelazione per mescolare indirizzi di uscita per prevenire i furti. Ispirato da Coinjoin, CoinShuffle (Ruffing et al., 2014) utilizza i mixnets di decodifica per il rimescolamento degli indirizzi.
- **Anonymous:** in Zerocoin (Miers et al., 2013), viene utilizzata una “prova di conoscenza zero”. I miners non sono tenuti a convalidare una transazione con firma digitale, ma a convalidare le monete che appartengono ad una lista di monete valide. L'origine del pagamento è scollegata dalle transazioni per evitare l'analisi dei grafici delle transazioni, ma rivela comunque la destinazione e gli importi dei pagamenti. Per risolvere questo problema è stato proposto Zerocash (Sasson et al., 2014). In Zerocash, tramite “zero-knowledge Succinct Non-interactive Arguments of Knowledge” (zk-SNARKs),

gli importi delle transazioni e i valori delle monete in possesso degli utenti vengono nascosti.

1.5.3. Mining egoistico

La blockchain è suscettibile di attacchi di miners egoisti collusi. In generale, si ritiene che i nodi con oltre il 51% di potenza di calcolo potrebbero invertire la catena di blocco e invertire le transazioni avvenute. Tuttavia, recenti ricerche mostrano che anche i nodi con meno 51% di potenza sono ancora pericolosi. In particolare, Eyal e Sirer (2014) hanno dimostrato che la rete è vulnerabile anche se solo una piccola parte della potenza di hashing viene utilizzata per barare. In una strategia di mining egoista, i miners egoisti tengono i loro blocchi “mined” senza trasmetterli pubblicamente in modo da avere maggiori entrate in futuro e il ramo privato sarà poi rivelato al pubblico solo se alcuni requisiti saranno soddisfatti. In particolare, quando il ramo privato è più lungo dell'attuale catena pubblica, sarà ammesso da tutti i minatori. Prima della pubblicazione della blockchain privata, i miners onesti stanno spreco le loro risorse per un ramo inutile mentre i miners egoisti stanno estraendo la loro catena privata senza concorrenti, ottenendo maggiori entrate. I miners razionali sarebbero attratti a unirsi al pool di egoisti e gli egoisti potrebbero superare rapidamente il 51% di potenza.

Sulla base di un mining egoistico, sono stati proposti molti altri attacchi per dimostrare che la blockchain non è così sicura. In un ostinato mining (Nayak et al., 2016), i miners potrebbero amplificare il suo guadagno da attacchi mining di composizione non banale con attacchi di eclissi a livello di rete. Il “trailtubbornness” è una delle strategie più ostinate in cui i miners continuano a estrarre i blocchi anche se la catena privata viene lasciata indietro. Tuttavia, in alcuni casi, ciò può comportare un guadagno del 13% rispetto a una controparte non ostinata. Sapirshtein et al. (2015) dimostrano che esistono strategie di mining egoistico che fanno guadagnare più soldi e sono redditizie per i miners più piccoli con un mining egoistico semplice, ma i guadagni sono relativamente piccoli. Inoltre, dimostra che gli aggressori con meno del 25% delle risorse computazionali possono ancora guadagnare dal mining egoistico. Per aiutare a risolvere questo problema, Heilman (Billah, 2015) ha presentato un nuovo approccio per i miners onesti per scegliere quale ramo seguire. Con timestamps casuali, i miners onesti dovrebbero selezionare i blocchi più freschi. Tuttavia, (Billah, 2015) questo sistema diventa vulnerabile alla creazione di timestamp “convenienti”. ZeroBlock (Solat e Potop-Butucaru, 2016) si basa sul semplice schema in cui ogni blocco deve essere generato e accettato dalla rete entro un intervallo di

tempo massimo. All'interno di ZeroBlock, i miners egoisti non possono ottenere più della ricompensa prevista.

2. SUPPLY CHAIN

2.1. Supply chain management

La definizione ufficiale di supply chain (catena di fornitura) che è stata fornita dal Supply Chain Council, un'organizzazione indipendente no profit nata nel 1996 i cui membri appartengono ad aziende ed organizzazioni interessate all'applicazione di tecniche e sistemi all'avanguardia di supply chain management: "la supply chain comprende tutti gli sforzi coinvolti nella produzione e nella distribuzione di un prodotto finito, dal fornitore del fornitore al cliente del cliente".

Il concetto di Supply Chain Management (SCM), sviluppatosi a partire dagli anni '90, è considerato una delle più importanti strategie per migliorare la competitività organizzativa nel contesto competitivo attuale. Esso nasce da uno dei più significativi cambiamenti di paradigma nel moderno business management, ovvero il riconoscimento che la competizione non avviene più soltanto tra autonome entità di business, ma piuttosto dall'interazione ed integrazione tra esse, in particolare con la supply chain. I primi interessi verso tale modello sono nati negli anni '80 quando le aziende hanno realizzato che l'evoluzione dei mercati, verso una sempre più spinta richiesta di riduzione dei tempi di consegna ed aumento della gamma offerta di prodotti, le avrebbe portate in breve tempo a non riuscire ad essere competitive mantenendo l'isolamento organizzativo nei confronti degli altri elementi della filiera produttiva.

Essa, quindi è un sistema costituito da una rete di entità economiche diverse, autonome o semiautonome, costituite da fornitori, produttori, distributori, dettaglianti e consumatori finali che sono collegati da un flusso comune di materiali e informazioni che concorrono alla realizzazione di prodotti finiti e servizi, in grado di soddisfare le richieste del cliente. E', pertanto, possibile individuare i cinque macro-processi che costituiscono la supply chain:

- plan: comprende le attività della leadership, quindi la pianificazione e gestione della catena tramite decisioni sulle risorse finanziarie, fisiche e di know-how;
- source: consiste nei processi per la gestione dei fornitori, delle consegne, delle informazioni con lo stadio a monte della catena e degli accordi con le fonti di approvvigionamento;
- make: prevede al suo interno tutti i processi produttivi di realizzazione del prodotto o erogazione del servizio, oltre all'interazione con le altre fasi della supply chain;

- delivery: in cui sono presenti processi di consegna e di gestione dei clienti, compresi gli attori a valle della catena;
- return: sono presenti tutte le attività legate al percorso inverso delle merci e delle informazioni, quindi dal mercato o dai clienti verso i produttori o fornitori.

In particolare, gli aspetti fondamentali riguardano:

- La gestione dei flussi di materiali, delle informazioni e di risorse finanziarie: mentre i flussi di beni fisici sono prevalentemente rivolti dalle fonti di materie prime verso il mercato finale, i flussi informativi relativi agli ordini e i flussi finanziari relativi alle transazioni risalgono la filiera (Chopra e Meindl, 2007).
- La gestione per processi che vanno al di là dei confini delle singole funzioni aziendali e delle singole aziende della rete: i processi principali del supply chain management sono rappresentati dalla gestione delle relazioni con il cliente, la gestione della domanda, la gestione dell'ordine, la gestione della produzione, gli acquisti, lo sviluppo prodotto e la reverse logistics (Lambert e Cooper, 2000).
- La ricerca di un'ottimizzazione delle performance globali, oltre che locali: l'obiettivo dovrebbe essere, infatti, la massimizzazione del valore complessivo generato, non quella del valore ad ogni singolo stadio. La gestione della condivisione del valore tra i diversi membri della filiera rappresenta una delle sfide maggiori del supply chain management (Chopra e Meindl, 2007).
- La necessità di coordinamento tra le diverse aziende, anche attraverso collaborazioni di lungo termine che comportino una condivisione delle informazioni (ad esempio riguardanti la previsione della domanda, le attività promozionali, gli ordini ricevuti, le giacenze di materiali, componenti e prodotti) o un'integrazione delle attività logistiche e produttive (ad esempio attraverso tecniche quali Just in Time, Vendor Management Inventory, Collaborative Planning Forecasting and Replenishment); lo sviluppo delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione ha rappresentato il maggiore fattore abilitante per l'adozione di pratiche cooperative da parte di un numero sempre maggiore di aziende (Spina, 2006).

Il contesto attuale, dunque, pone sempre più attenzione alla possibilità di collegare tra loro non più singole aziende, ma intere comunità, creando i cosiddetti mercati virtuali o "marketplace", nei quali interagiscono contemporaneamente più fornitori e più clienti. In primo luogo, sono poche le imprese ancora integrate verticalmente che, mantengono al proprio interno tutte le fasi del processo produttivo. Le aziende, infatti, sono diventate sempre più specializzate e cedono a fornitori esterni le attività che non generano un alto ritorno degli investimenti. Inoltre, queste organizzazioni

hanno inoltre compreso che quando trattano con altri partners all'interno della supply chain, il loro successo è legato a quello degli altri.

Un secondo aspetto riguarda la crescente competizione nazionale ed internazionale: i clienti, infatti, hanno molte fonti per soddisfare la domanda di beni. Collocare i prodotti lungo il canale di distribuzione per ottenere il massimo livello di servizio per il cliente, al minimo costo possibile, è diventato quindi di cruciale importanza. In passato le aziende, cercavano invece di risolvere il problema mantenendo alti livelli di scorte lungo la catena, ma l'instabilità dei mercati provocavano alti rischi e alti costi di gestione dei magazzini che si ripercuotevano su quelli di prodotto.

Il terzo motivo è la consapevolezza maturata da molte imprese sul fatto che massimizzare le prestazioni di un reparto o di una funzione può portare a non ottimizzare le prestazioni dell'intera organizzazione, questo significa che bisogna considerare una visione globale per capire l'impatto delle decisioni prese in una specifica area.

Le aziende stanno quindi cercando di modernizzare e semplificare tutte le operazioni per minimizzare il tempo di progettazione e di consegna dei propri prodotti. Per questi motivi, una gestione attenta della supply chain è diventata di estrema importanza. I managers delle imprese devono, quindi, interessarsi del successo dei propri partners, per rendere competitivo l'intero sistema e non la singola organizzazione. Mantenere un buon vantaggio competitivo non è facile per le aziende, ed inoltre la competizione all'interno del mercato le spinge a perseguire obiettivi di efficienza che spesso sono in contrasto con i tentativi di cambiamento.

Oggi, però, il supply chain management è considerato come un consistente vantaggio competitivo ed è un elemento di differenziazione per le imprese che investono risorse nella sua realizzazione, soprattutto perché ciò conferisce un'immagine di modernità e di efficienza. Questa progressiva evoluzione e la tendenza all'ampliamento delle funzionalità supportate sono guidate da una serie di fattori, sinteticamente riconducibili ai seguenti:

- Una crescente e sempre più pervasiva focalizzazione sul cliente. In ogni fase o momento della supply chain, i bisogni del cliente finale vengono compresi e diventano fattori guida nel processo decisionale. Data l'importanza crescente e il ruolo di centralità attribuito al cliente, è necessario che l'azienda sia in grado di assicurare un adeguato servizio basato sulla qualità, sulla personalizzazione del prodotto e sulla velocità di consegna, anche considerando che le aspettative del cliente in termini di ampiezza di scelta, livello di servizio, velocità di consegna e costo stanno progressivamente aumentando.

- Un utilizzo più avanzato della tecnologia. I flussi di dati e le informazioni riguardano nello specifico ogni attività della catena, i sistemi DSS (Decision Support System) infatti migliorano e velocizzano i processi decisionali che impattano sull'intera rete. Inoltre, il progressivo sviluppo di Internet fa sì che le fasi di vendita siano più dirette e che al cliente venga erogato un servizio migliore. Il suo sviluppo ha certamente aperto nuove possibilità di business e ha contribuito a ottimizzare e rendere più efficienti i flussi informativi lungo la catena di fornitura, produzione e commercializzazione dei prodotti. A maggior ragione, le nuove tecnologie come l'AI e l'IoT implementate lungo la filiera (il tutto supportato da una tecnologia blockchain) non possono fare altro che avere un impatto enormemente positivo sulla gestione della supply chain.
- La misurazione delle performance. E' necessario monitorare e valutare, oltre ad altri parametri, i tempi e i costi rispetto agli obiettivi finali, nell'ottica di un miglioramento continuo delle performance individuando specifici indicatori adatti a questo scopo. Alcuni di quelli più comunemente usati sono: livello di servizio (percentuale degli ordini, o delle righe d'ordine, spedite nella data e con la quantità richiesta dal cliente), accuratezza dei forecast, valore delle scorte, utilizzo degli impianti, ecc.
- La globalizzazione. Si creano per l'azienda nuove possibilità di acquisto di materie prime a bassi costi dalle economie emergenti e nello stesso tempo si creano nuove possibilità di vendita: ciò determina uno spostamento geografico della tradizionale localizzazione del business (dalla fornitura alla produzione, fino alla consegna al cliente). Ciò rende necessario, per un'azienda, servire mercati globali e assicurare un livello di servizio omogeneo indipendentemente dal mercato di destinazione. Si consideri inoltre che la globalizzazione ha generato un complessivo aumento del livello della competizione, che a sua volta impone alle aziende di operare con maggiore efficienza ricercando il vantaggio competitivo.

Nei modelli di SCM più avanzati l'exasperazione nella ricerca di benefici sempre maggiori, porta ad inglobare segmenti della supply chain sempre più ampi a monte e a valle, includendo non solamente i fornitori, ma sempre più i fornitori dei fornitori a monte e non solo i clienti, ma anche i clienti dei clienti a valle sino al cliente finale. Questo nuovo concetto di filiera produttiva estesa porta come conseguenza la riconsiderazione, da parte delle imprese coinvolte, delle relazioni verticali verso i clienti ed i fornitori dando vita a delle vere e proprie partnership commerciali e strategiche, nella cosiddetta "impresa estesa".

L'efficienza di tali partnership dipende in gran parte da un ottimale funzionamento di tre elementi: la comunicazione, il coordinamento e la cooperazione. È evidente che una SCM estesa genera una considerevole mole di dati (basti pensare alla condivisione dei piani strategici ed operativi, i dati di previsione della domanda, le informazioni sui livelli di produzione, sulle scorte disponibili, sul trend di vendita), che deve poter passare da un anello ad un altro della catena senza essere alterata. Si tratta, dunque, di trovare i mezzi più adatti per selezionare e valutare il tipo di informazioni e definire quali soggetti queste devono raggiungere.

L'adozione di sistemi gestionali delle informazioni non è, tuttavia, sufficiente da sola ad assicurare un buon grado di efficienza; è importante, infatti, che le imprese della supply chain riescano ad organizzare strutture gestionali tramite le quali operare in maniera coordinata sfruttando le informazioni per sincronizzare le operazioni.

L'efficienza del SCM dipende anche dal grado di cooperazione raggiunta, intesa come capacità di concordare obiettivi e mutui benefici, tenendo sempre presente quanto detto a proposito del legame che sussiste tra la competitività della singola impresa e quella dei soggetti con la quale essa interagisce nella catena del valore.

Si creano così le condizioni affinché venga massimizzato il livello qualitativo del prodotto o del servizio finale in relazione al mercato, rendendo ottimali i costi operativi e gestionali, nonché il capitale impiegato. L'incremento di valore economico è, dunque, percepito dal cliente attraverso la gestione sincronizzata dei flussi dei materiali e delle informazioni associate dall'approvvigionamento delle materie prime al consumo.

2.1.1. Gli obiettivi della supply chain

L'obiettivo primario di una qualsiasi supply chain è quello di soddisfare le esigenze dei clienti ottenendo dei profitti aziendali. Le attività della supply chain iniziano da quando parte l'ordine del cliente e finiscono quando lo stesso cliente paga per il suo acquisto. Dunque, chiaramente ogni azienda che fa parte della filiera dovrebbe operare con l'intento non solo di soddisfare il cliente stesso ma anche di accertarsi della soddisfazione effettiva del cliente finale.

Le aziende che investono negli strumenti di supply chain management cercano di identificare le attività che non generano valore aggiunto per poterle ridurre o addirittura eliminare, raggiungendo così un business sempre più "snello" e profittevole. Tali società possono quindi offrire prodotti e servizi sul mercato più rapidamente, più economicamente e con una migliore qualità, guadagnando così un vantaggio competitivo interessante sui concorrenti meno efficienti.

Si possono individuare, quindi, tre differenti obiettivi chiave che dovrebbero essere perseguiti simultaneamente e che racchiudono le reali finalità del processo del SCM:

- garantire un adeguato livello di servizio al cliente finale;
- la reattività della catena, che comprende sia la gestione della catena in ottica di “time compression” sia la capacità di adattamento al mercato in modo flessibile;
- l’efficienza.

Riguardo al primo obiettivo, il cambiamento verso un processo di SCM orientato dal mercato consente alle imprese di passare da un focus sull’ottenimento di input il più funzionali possibile al costo più basso possibile, alla progettazione, gestione e integrazione delle aziende della propria catena con quelle sia dei fornitori che dei clienti. Esso, infatti, enfatizza il coordinamento e l’integrazione delle funzioni e dell’attività per facilitare la progettazione, lo sviluppo e la fornitura di soluzioni migliori rispetto a quelle concorrenziali piuttosto che l’acquisto e la trasmissione di materiali, forniture, componenti e prodotti finiti con lo scopo di raggiungere un adeguato livello di soddisfazione e quindi di fidelizzazione del cliente finale. Una soluzione che l’azienda ha per poter garantirsi il raggiungimento di tale requisito è in termine delle “sette G” della soddisfazione del cliente: giusto prodotto, consegnato nel giusto posto, al giusto tempo, nella giusta condizione e confezione, nella giusta quantità, al giusto costo e al giusto cliente.

Tutta la Supply Chain deve essere misurata nella sua performance in queste categorie e in questo modo sarà di fatto orientata al perseguimento del più elevato livello di servizio per il cliente.

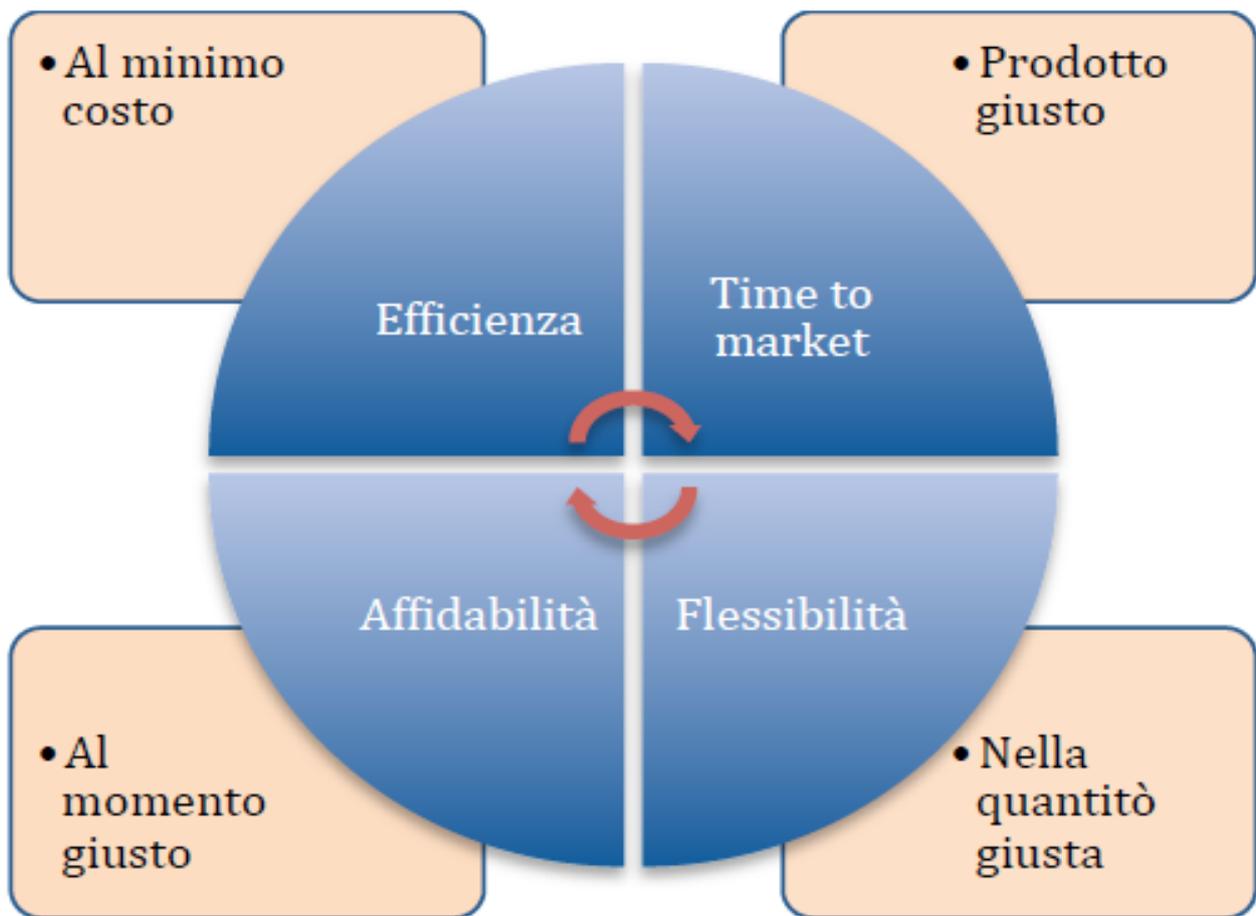


Figura 15: Gli obiettivi della supply chain. Fonte: <https://www.logisticaefficiente.it>.

Per quanto concerne invece la reattività della catena, si intende la capacità dell'impresa di ridurre il lead time (definito anche come "tempo di attraversamento" o "tempo di risposta"), inteso come il periodo di tempo che intercorre tra il ricevimento dell'ordine e la sua successiva evasione e, quindi, il tempo necessario per soddisfare una richiesta del cliente.

Tale obiettivo è diventato ormai fondamentale per le aziende non solo per rimanere competitivi nei riguardi della concorrenza, garantendosi la capacità di mantenere la propria quota di mercato ma anche per ridurre i costi di produzione attraverso una maggiore incidenza dei costi di gestione di produzione, ottenendo così anche effetti positivi sulla gestione finanziaria di breve termine. Nonostante ciò, l'obiettivo di time compression deve, tuttavia, essere perseguito nel rispetto delle caratteristiche tecnologico-innovative dei processi manifatturieri dell'impresa che possono in tal senso rappresentare dei vincoli o delle opportunità in ottica di gestione del tempo. Quindi il trade-off tra un adeguato livello di servizio al cliente, l'efficienza e la sostenibilità finanziaria rappresentano un vero e proprio obiettivo sistemico di SCM.

In realtà, una gestione interamente lean-based dei processi all'interno di una catena di fornitura non è sempre del tutto adeguata, data la variabilità dell'ambiente di riferimento e la necessità di un adattamento continuo dei processi e dei prodotti alle caratteristiche della domanda. Questo perché ciò presuppone la necessità di una corretta attività di coordinamento, integrazione, sincronizzazione e l'attuazione di processi gestiti lungo la catena di fornitura consentendo non solo di contribuire alla riduzione dei costi ma anche ad un incremento dei ricavi e quindi della profittabilità. L'orientamento alla riduzione del lead time genera, infatti, una maggiore attenzione al mercato, il che dovrebbe tradursi in un'analisi più attenta dei cambiamenti in atto e, quindi, in un tendenziale miglioramento delle previsioni di mercato.

L'orientamento alla riduzione del lead time induce ad un controllo dei processi "wip" (work-in-progress) finalizzato a monitorare e ridurre il livello degli scarti in produzione e, quindi, ad una migliore capacità di programmare la produzione. Infine, tale orientamento al mercato permette di rendere più efficace il processo di innovazione dei prodotti e quindi la competitività dell'impresa.

In merito, invece, alla flessibilità della supply chain, si intende un vero e proprio orientamento strategico che consente di affrontare la variabilità e l'incertezza sia esterna (fluttuazioni della domanda, variazioni degli stock di fornitura, ecc...) che interna (variazioni del volume e del mix di produzioni in seguito a guasti, set-up d'impianto, ecc...) all'azienda. La flessibilità consente un rapido cambiamento delle priorità delle prestazioni a breve termine (bassi costi piuttosto che alta qualità, ecc...) nell'ottica strategica del raggiungimento di un trade-off ottimale.

Definire come obiettivo la flessibilità vuol dire, quindi, la capacità di modificare la propria catena di valore variando attraverso la tecnologia, la composizione relativa alle attività della catena stessa e le combinazioni dei fattori all'interno di ciascuna di esse, in modo da influenzare la propria posizione rispetto ai concorrenti e conseguendo un vantaggio competitivo. Tale concetto si articola pertanto in quattro diverse categorie:

- elasticità: la capacità della filiera di assorbire variazioni negative della domanda senza che i costi unitari diventino insostenibili;
- adattabilità: la capacità di una supply chain di produrre prodotti diversi con i medesimi impianti in tempi e costi contenuti;
- espansibilità: la capacità della struttura di essere modificata per far fronte rapidamente e in maniera conveniente ad una espansione quantitativa della domanda;
- convertibilità: la capacità del sistema di trasformare, sempre a costi e tempi ristretti, i diversi impianti per renderli utilizzabili per altre produzioni.

Nel mondo competitivo moderno, il problema non è più monodimensionale, bensì multidimensionale, le aziende infatti non tendono più a fissare una priorità assoluta di un obiettivo e quindi definire gli altri in funzione di esso, determinando così, in modo automatico, ma non ottimale, il proprio posizionamento strategico sul mercato. Si preferisce, invece, agire su tutti gli indici prestazionali contemporaneamente al fine di determinare l'ottimale posizione strategica.

La flessibilità si pone, dunque, come un obiettivo di qualità dello sviluppo aziendale, si tratta della necessità per le imprese di raggiungere un certo livello di agilità ("lean"), che va conseguito nel rispetto di certe condizioni e che richiede una gestione attenta del cambiamento. Infine, l'obiettivo dell'efficienza consiste nella competenza della supply chain di assolvere i differenti compiti e organizzarli lungo la catena con lo scopo unico di raggiungere i risultati richiesti e quindi ottenere il massimo profitto a partire dalle risorse a propria disposizione.

2.1.2. Linee di sviluppo della supply chain

Per una supply chain efficace è fondamentale minimizzare il flusso di materie prime e prodotti finiti in ogni punto della filiera al fine di incrementare la produttività e ridurre i costi per soddisfare il cliente finale. E' necessario, pertanto, definire delle linee che siano in grado di guidare verso un adeguato sviluppo.

Le imprese che operano con successo al loro interno gestiscono i seguenti elementi critici sia a livello di singola funzione aziendale che a livello dell'intera filiera. I primi quattro punti hanno un potenziale impatto sull'azienda a livello macro (cioè generale), mentre gli altri fanno riferimento al livello micro (cioè funzionale).

Un buon coordinamento della supply chain si ottiene quando gli obiettivi a livello macro e micro sono perseguiti in modo congiunto e coordinato.

- **Organizzazioni flessibili.** Un aspetto importante per qualsiasi fornitore è la prontezza di risposta alle richieste dei clienti, realizzata mediante un'organizzazione flessibile. Quest'ultima supporta la produzione e la rete distributiva mediante il conseguimento di efficienza nella produzione, e consente di aumentare il livello di servizio in termini di consegne frequenti, puntuali ed affidabili. Il concetto di flessibilità è perciò legato, non solo alla capacità costante di reagire e adattarsi ai cambiamenti prodotti dall'esterno non in modo passivo ma bensì proattivo, ma anche alla necessità di innovazione per rispondere alle sfide poste dall'ambiente competitivo. Per avere successo, quindi, l'organizzazione deve raggiungere un efficiente equilibrio tra le parti. Per raggiungere tale obiettivo, è necessario che la flessibilità sia realizzata in modo olistico e partecipativo, allo scopo di:

- bilanciare le esigenze a breve termine del mercato (quali la produttività e la riduzione dei costi) con quelle a lungo termine di innovazione e sostenibilità;
 - cercare di soddisfare gli interessi delle diverse parti all' interno dell'impresa individuando una soluzione vantaggiosa per tutti;
 - risolvere i potenziali conflitti;
 - affrontare i possibili impatti negativi, adottando misure idonee per apportare corrette modifiche.
- Rapporti organizzativi. Le alleanze strategiche e le partnerships sono fondamentali per il successo della supply chain. E' fondamentale porsi nella giusta prospettiva e non guardare solo l'aspetto economico e finanziario (quando ci sarà il ritorno finanziario e quale sarà la sua entità), ma dare importanza anche agli aspetti commerciali considerando anche i profitti che offre l'alleanza in termini di interscambio di competenze, di know-how, e di sviluppo di nuove potenzialità. Le alleanze strategiche sono proficue quando nascono dalla consapevolezza dei vantaggi che essa offre a livello strategico e competitivo ed è spinta dalla motivazione, dalla creatività, dalla volontà di dirigere sforzi, energie e impegno nella costruzione di una realtà aziendale molto più competitiva, che consente di raggiungere successi non ottenibili con la conservazione della propria autonomia. Le aziende devono concentrare le loro attenzioni sull'intera filiera per ridurre il numero dei fornitori con cui trattare. In particolare, devono cercare di sviluppare particolari accordi con i partners che realizzano i componenti critici in merito agli standard qualitativi e alle modalità di consegna che dovrebbero seguire le logiche delle just in time (JIT). I benefici che si possono trarre sono molteplici:
 - tecnologici: grande diffusione della tecnologia, con un processo di innovazione continua;
 - produttivi: verticalizzazione della filiera produttiva o sua estensione orizzontale;
 - distributivi: possibilità di utilizzare reti di distribuzione comuni per produzioni diverse;
 - manageriali: migliore gestione delle risorse umane e delle competenze (possibilità di allocare le risorse più importanti nelle aree più critiche o in base alle esigenze della partnership, ecc.);
 - finanziari: aumento della capacità di credito complessiva con ripercussioni positive in tutte unità che compongono la partnership;

- azionari: minor impegno in termini di capitale di rischio rispetto a quello richiesto per realizzare l'espansione dell'impresa senza alleanze strategiche.
- Coordinamento dell'intera supply chain. Ogni azienda può trovarsi all'interno di più di una sola filiera ed ognuna di queste può avere diverse esigenze di business. È importante adottare criteri di gestione multicanale quando si condividono risorse comuni tra differenti supply chain per permettere la reciproca integrazione.
- Potenziamento delle comunicazioni. L'importanza che la comunicazione ha assunto specialmente in tempi più recenti, è attribuibile a due principali fattori, di cui il primo è costituito dallo sviluppo dei modelli organizzativi e gestionali che si stanno orientando sempre più verso forme di tipo organico e a rete, che consentono alle organizzazioni di adeguarsi alle esigenze di economicità, flessibilità e qualità dei prodotti-servizi che i mercati richiedono e che la competitività impone. Tali esigenze presenti nei mercati, rappresentano il secondo importante fattore che, a sua volta, impone un deciso ampliamento e radicali cambiamenti nella comunicazione che deve essere sempre di più impiegata come strumento centrale per la gestione dell'impresa. Sia l'incertezza della domanda che il livello dei magazzini possono essere infatti ridotti attraverso il potenziamento delle comunicazioni tra i membri della supply chain. Una relazione di successo tra cliente fornitore si costruisce condividendo informazioni sullo sviluppo prodotto, sui costi, sulla domanda e sui piani di consegna dei materiali per alimentare la produzione. Questo comporta, quindi, attivare e rendere operativa una tecnologia relazionale che detiene importanti contenuti comunicazionali ma anche una forte elasticità, in termini di contenuto dei servizi, al fine di poterli adeguare in tempo reale ai bisogni del consumatore finale.
- Esternalizzazione delle attività secondarie. In un'azienda si possono individuare due tipi di attività: le primarie e le secondarie. Le prime sono quelle nelle quali risiede il know-how e dove si ottiene un alto valore aggiunto, con il miglior rendimento dei capitali investiti. Le attività secondarie sono quelle non chiave e che, quindi, possono essere esternalizzate affidandole ad altre imprese in grado di realizzarle con maggior efficienza attraverso il cosiddetto "outsourcing". I motivi principali che inducono l'azienda ad adottare questa soluzione al fine di ottimizzare la produzione lungo tutta la catena sono principalmente:
 - maggiore concentrazione sui core business;
 - riduzione dei costi;

- riduzione dei tempi di risposta;
- crescente flessibilità strategica ed operativa, infatti attraverso la gestione di un numero limitato di attività l'azienda è sia in grado di reagire alle variazioni di mercato in tempi più ridotti, ma anche di mantenere la possibilità di potenziare o diminuire le risorse messe a disposizione in relazione alle proprie specifiche esigenze del momento;
- miglioramento della qualità del servizio, dove l'azienda sceglie in maniera dettagliata i fornitori di riferimento che siano in grado di assicurare standard qualitativi molto elevati anche a fronte delle minacce competitive.

E' necessario però valutare anche come questo comporti elevati rischi legati a:

- perdita di controllo;
 - resistenze manageriali;
 - eccessivo decentramento delle funzioni;
 - livello di servizio o prodotto inadeguato;
 - maggiore tempo di risposta.
- Risposta al mercato di tipo "make to order" (MTO). Questa strategia di produzione si contrappone alla risposta di tipo "make to stock" dove l'azienda soddisfa la domanda del mercato attraverso i prodotti a magazzino. Nel "make to order", invece, la domanda di mercato genera gli ordini di produzione seguendo, appunto, la logica pull. Questa metodologia consente enormi vantaggi, soprattutto in termini di riduzione degli stock, ma richiede un elevato grado di efficienza all'interno della supply chain. Un aspetto fondamentale nel passaggio da MTS (make-to-stock) a MTO (make-to-order), e quindi nell'essere focalizzati sulle esigenze del cliente, è il miglioramento del servizio fornito dalle aziende in termini di prontezza di risposta, qualità ed affidabilità delle consegne.
 - Gestione efficiente dei magazzini. Se in passato, accumulare scorte era una normale pratica per difendersi dal rischio di avere picchi di domanda non previsti, oggi le aziende si sono rese conto che anche gli stock di magazzino comportano costi eccessivi e quindi cercano di spostare altrove lungo la supply chain queste giacenze, inoltre, richiedono sempre più spesso forniture frequenti e in piccoli lotti. L'ottimizzazione del magazzino dipende, quindi, non solo dal ridimensionamento delle scorte rispetto al volume di movimentazioni previste, ma anche dal coordinamento con strumenti informatici adeguati. Vengono sviluppati, a fronte di queste esigenze, sistemi ERP che, in base ai calcoli eseguiti sui dati relativi alle performance ottenute

dai singoli reparti di stoccaggio in un determinato periodo di tempo, sono in grado di fornire report dettagliati sul modello di organizzazione più efficiente e redditizio per la gestione delle scorte, selezionandolo tra le diverse opzioni.

2.1.3. Modelli di configurazione del supply chain management

In questi ultimi anni si è cercato di creare dei modelli di tipo normativo che potessero fornire alle aziende alcune indicazioni circa la via da intraprendere per poter sviluppare al meglio la propria supply chain, e sono stati individuati a fronte di questa esigenza quattro modelli:

- modello di base;
- modello delle “relazioni intelligenti”;
- modello dell’impresa dominante;
- modello “partnership”.

I modelli delle catene di fornitura comprendono un insieme di tecniche che se adeguatamente adottate permettono il miglioramento delle prestazioni dell’intera filiera. In realtà, non esiste un modello specifico che se intrapreso porterà al conseguimento di una supply chain di successo, infatti le soluzioni proposte rappresentano solo dei possibili schemi da seguire. Ad essi, in base alle necessità dell’azienda è fondamentale apportare modifiche, dal momento che ogni filiera è caratterizzata da diverse relazioni e pertanto ogni modello dovrà integrarsi e adattarsi a queste.

La possibilità di ottenere un vantaggio per il cliente e quindi un profitto, si discosta dalla scelta del modello ma dipende interamente dalle capacità aziendali di sviluppare in maniera corretta la propria supply chain e di orientarla verso un continuo miglioramento:

- **Modello di base.** Questa prima tipologia può essere considerata come il punto di inizio verso l’evoluzione del supply chain management. Si tratta, infatti, del cosiddetto modello storico che è sempre stato presente nei rapporti di collaborazione tra i diversi soggetti impiegati in ambito aziendale. Viene considerato come il più semplice, in quanto descrive il rapporto tra chi fabbrica un prodotto (il produttore) e chi lo deve, poi, commercializzare (l’intermediario), con lo scopo poi di farlo arrivare all’ultimo soggetto interessato della catena, ovvero il cliente. L’obiettivo fondamentale per la realizzazione di questo modello è il “contenimento dei costi”, ogni parte interessata dovrà cooperare e bilanciare i propri interessi con gli altri soggetti, al fine di ridurre i costi superflui ed incrementarne il profitto. Si tratta di un sistema orientato a valutare i risultati in un orizzonte temporale molto breve

e, quindi, è d'obbligo che le parti improntano i loro rapporti su leve necessarie per "misurarsi" a vicenda, non è importante il singolo soggetto ma lo scopo che si vuole conseguire, perciò qualsiasi partner che non rispecchi tali esigenze può essere sostituito.



Figura 16: Modello di base del SCM. Fonte: <https://www.logisticaefficiente.it>.

- Modello delle "relazioni intelligenti". Se il modello di base rappresentava lo stadio zero, questo, invece, riproduce la prima tappa evolutiva del processo di cambiamento. Produttore e intermediario vanno a ricoprire il ruolo di soggetti forti e autonomi ognuno con obiettivi molto precisi, mentre il primo soggetto tende a raggiungere una solida leadership ed una duratura fidelizzazione del cliente al proprio brand identificando segni distintivi che aggiunti al prodotto finale creano un valore aggiunto e comportano un forte livello di differenziazione rispetto alla concorrenza, il secondo invece investe per accrescere la fedeltà del cliente verso il proprio punto di vendita, e quindi verso quello specifico distributore commerciale. Anche in questo modello, come già descritto nel precedente, data la presenza di figure solide e indipendenti, si tenderà a conseguire, grazie ad una collaborazione ed uno scambio di informazioni se pur limitato a quelle essenziali, una riduzione degli sprechi e dei costi delle scorte, dei controlli della qualità e i costi indotti dalle rotture di stock.



Figura 17: Modello delle relazioni intelligenti del SCM. Fonte: <https://www.logisticaefficiente.it>.

- Modello dell'impresa dominante. Non si hanno più due soggetti che intraprendono una strategia verso il successo, ma solo l'impresa al centro sarà quella dominante in tutta la catena. Essa è in perfetta sincronia con fornitori e con i clienti, sviluppando un modello molto integrato e verticale ed imponendo il proprio sistema operativo e quindi tutte le sue regole sia a monte (fornitore) che a valle (cliente). La presenza di un attore centrale dominante implica che lo schema di decisione e di azioni venga interamente

sviluppato da esso, non è ammessa nessuna soluzione alternativa e, quindi, la possibilità di conflitto viene progressivamente ridotta a zero. L'obiettivo principale è un corretto bilanciamento tra strategia d'innovazione (che comporta sempre costi alti) e volumi elevati (che consente di operare con costi contenuti), si opera quindi in una situazione improntata sulla dominanza di una sola impresa e la collaborazione delle restanti.



Figura 18: Modello dell'impresa dominante del SCM. Fonte: <https://www.logisticaefficiente.it>.

- Modello "partnership". Esso definisce l'ultimo stadio della catena di fornitura e quindi quello più evoluto. Viene abbandonata l'idea dell'imposizione obbligatoria da parte di una sola impresa dominante per pervenire alla cooperazione e integrazione delle parti, con lo scopo di creare insieme una Supply Chain che fosse in grado di orientarsi nel mercato e di competere contro altre, per guadagnare quote di mercato. La collaborazione in azienda diventa uno strumento di riduzione delle inefficienze e un mezzo di distinzione competitiva di massima efficacia, inoltre dà l'orientamento all'eccellenza, perché permette di anticipare i momenti di verità e di confronto, ovvero quelle situazioni in cui il cliente, entrando in contatto con l'azienda fornitrice, valuta e giudica non la persona bensì l'intera organizzazione. Si sviluppa l'idea che per ottenere successo è necessario orientarsi verso una concreta condivisione delle informazioni, non limitandosi a quelle puramente legate ai programmi di produzione o ai dati sulle scorte, ma scambiando quelle incentrate sui piani di sviluppo futuri, sulla ricerca e lo sviluppo e sull'evoluzione della tecnologia. Non si guarda più agli obiettivi delle singole parti, ma si adotta una visione strategica unica e condivisa incentrata su tre cardini fondamentali: l'orientamento al cliente, la fiducia nei soggetti coinvolti lungo la catena e la crescita profittevole, rispecchiando quindi le esigenze ed i risultati di una sola SC compatta.



Figura 19: Modello "partnership" del SCM. Fonte: <https://www.logisticaefficiente.it>.

Confrontando i modelli precedenti e disponendoli all'interno di una matrice in cui gli assi sono l'importanza operativa dell'essere abili oppure no a gestire una filiera relativamente complessa (alta e bassa) e l'importanza strategica di possedere una efficiente supply chain per competere (alta e bassa), è possibile sviluppare dei ragionamenti di tipo strategico circa la Supply Chain.



Figura 20: Matrice tra aspetti strategici ed operativi della SC. Fonte: elaborazione personale.

Esaminando la catena si possono trarre alcune conclusioni:

- I quadranti in alto sono quelli in cui le operazioni che si svolgono lungo la supply chain assumono un carattere anche strategico e di conseguenza la collaborazione e condivisione risultano fondamentali per perseguire gli obiettivi di efficacia ed efficienza. In tutti i settori e in ogni parte del mondo ormai le imprese scelgono di instaurare partnership e alleanze per integrare le proprie iniziative strategiche e diventare più competitive sui mercati nazionali e internazionali. Numerose imprese oggi si ritrovano a dover affrontare due sfide competitive:
 - la corsa globale all'inserimento in mercati nazionali molto diversi e l'ingresso a pieno titolo tra i leader globali;

- la corsa per nuove opportunità del progresso tecnologico con la creazione di punti di forza e capacità commerciali che consentano di competere con successo nei settori e nei mercati del futuro.

Gli accordi di collaborazione possono aiutare una compagnia ad abbassare i suoi costi e/o acquisire l'accesso a capacità e competenze desiderate. Un'alleanza strategica è un accordo formale tra due o più imprese autonome che sancisce una collaborazione strategicamente rilevante di varia natura, la condivisione delle risorse, la condivisione dei rischi e una certa dipendenza reciproca. Le alleanze spesso comportano attività congiunte di marketing, attività congiunte di ricerca e sviluppo di nuovi prodotti o tecnologie. Quelle più efficaci sono altamente selettive, incentrate su determinate attività della catena del valore e sul conseguimento di un preciso beneficio competitivo. Queste partnership consentono all'impresa di rafforzare quelli che sono già i suoi punti di forza e di acquisire nuove conoscenze.

- Il quadrante in basso a sinistra si limita a definire una catena di fornitura semplice il cui impatto non è strategico, dove il fornitore ed il cliente sono mondi separati e indipendenti, non collaborano tra di loro e non si scambiano informazioni. Le due imprese operano solo per ottenere un proprio vantaggio e nel caso in cui questo fosse ostacolato dalla presenza dell'altra parte si giungerebbe ad una lotta di potere e di interesse, che si concluderebbe con la vittoria di un solo soggetto, spingendo l'altro in una condizione di sopravvivenza.
- Il quadrante in basso a destra è una sorta di evoluzione del precedente, risulta difficile adottare e sviluppare singole strategie in quanto non si hanno risorse necessarie ma non solo, un conflitto continuo indebolirebbe la posizione competitiva di ambedue le parti, comportando svantaggi e sprechi molto elevati. Si perviene, in questo modo, per necessità, all'idea comune di un coordinamento delle parti per fronteggiare sistematicamente i problemi che si possono verificare.

Inoltre, bisogna considerare come le valenze strategiche e operative influiscano sul corretto conseguimento della supply chain:

- Nel caso in cui le valenze strategiche siano elevate all'interno della catena, allora è consigliabile abbandonare ogni forma di coordinamento, in quanto risulta di difficile applicazione. E', perciò, necessario operare singolarmente rispettando però i gradi di libertà degli altri soggetti coinvolti ed evitando al contempo ogni forma di conflitto, se non strettamente necessario.

- Se invece sono predominante le valenze operative, al contrario è profittevole ricercare il coordinamento con l'altra parte per potere raggiungere un vantaggio competitivo.

La matrice precedente può, dunque, essere riscritta in un'altra chiave in base alla convenienza, o meno, ad operare in maniera indipendente, oppure con una qualche forma di coordinamento.

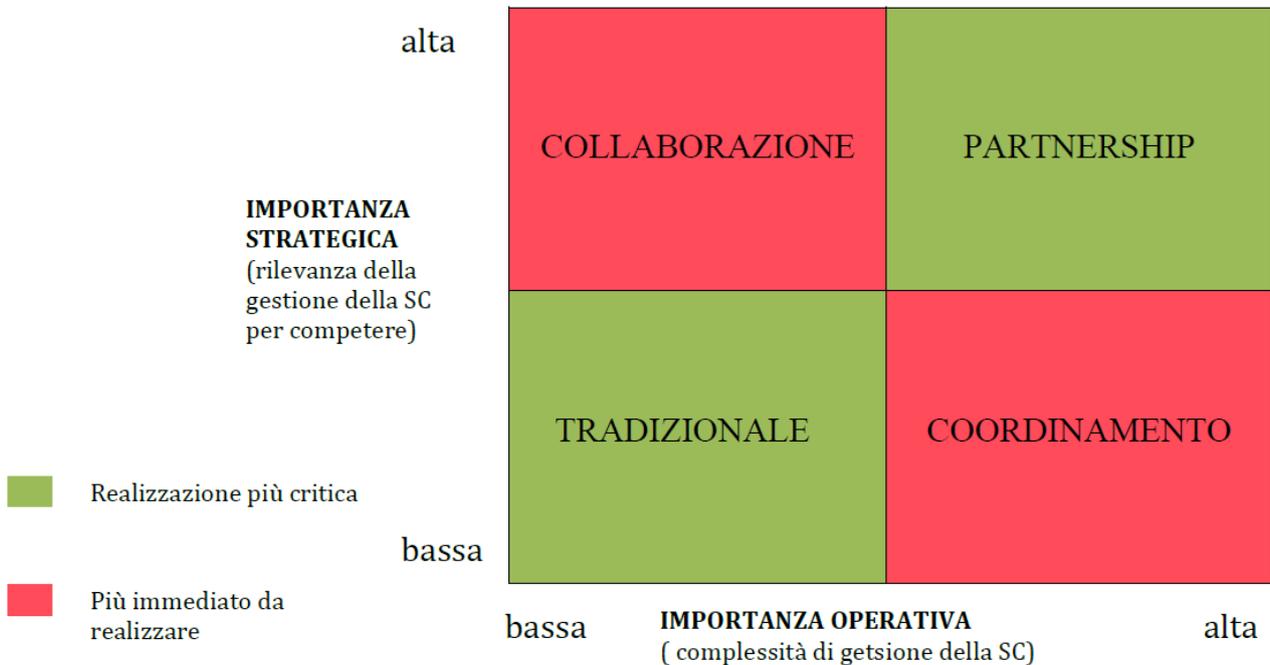


Figura 21: Matrice tra aspetti strategici ed operativi secondo la logica della convenienza. Fonte: elaborazione personale.

Nei settori del coordinamento e della collaborazione, non essendoci alcuna incoerenza tra l'aspetto strategico ed operativo è più facile, quindi, realizzare una supply chain orientata al cliente e che sfrutti il concetto di condivisione.

Nei restanti invece, essendoci una condizione conflittuale tra l'ambito strategico ed operativo, risulta difficile percepire la corretta linea d'azione da intraprendere, anche se apparentemente sembrano soluzioni prive di difficoltà e orientate verso un beneficio sicuro.

In realtà da un lato nel quadrante della partnership, lo scambio di informazioni comporta degli alti livelli di criticità specialmente nell'atto pratico di sviluppo del nuovo prodotto, infatti non è possibile sapere infatti se il prodotto in questione avrà o meno successo, dall'altro il quadrante denominato tradizionale, se pur di natura semplice e ormai condiviso nel tempo da molte aziende, presenta problematiche in termini di realizzazione, specialmente a fronte dell'esigenze delle nuove e future supply chain.

2.2. Processi chiave della supply chain

Ogni supply chain management è caratterizzata da determinati processi chiave che rappresentano i veri e propri core business di tale sistema. A sua volta ogni processo è poi articolato in sub-processi che vanno a definire le rispettive dimensioni strategiche ed operative del supply chain management.

Tali processi presentano elementi di differenziazione in funzione delle specifiche caratteristiche culturali ed organizzative della filiera di riferimento, soprattutto in relazione al settore in cui questa opera.

I processi individuati sono otto:

- il processo di sviluppo e gestione delle relazioni con il cliente;
- il processo di gestione dei servizi;
- il processo di previsione e gestione della domanda;
- il processo di gestione e adempimento dell'ordine;
- il processo di programmazione della produzione;
- il processo di sviluppo e gestione delle relazioni con il fornitore;
- il processo di sviluppo e commercializzazione di nuovi prodotti;
- il processo di gestione dei flussi di ritorno dei prodotti.

Il primo rappresenta il momento di avvio verso una gestione integrata della supply chain in quanto provvede a identificare i clienti chiave allo scopo di selezionarli in funzione dei loro bisogni e delle loro esigenze. Ciascun segmento di clientela è affidato ad un team che interagisce con gli stessi clienti in un'ottica di reciproca collaborazione al fine di comprenderne le esigenze e di ridurre la variabilità della domanda. La performance del processo è, dunque, misurabile attraverso la redditività per il cliente.

Sul piano strategico il processo richiede decisioni volta definire:

- le strategie per individuare i segmenti di clientela;
- i criteri di classificazione dei segmenti in relazione alle specificità di prodotto e di servizio da essa richiesti, oltre alle potenzialità di sviluppo del segmento ai livelli di competitività ed ai canali di distribuzione.

Ciò consente di definire differenti standard qualitativi di prodotto e di servizio condivisi dai segmenti di clientela. Dal punto di vista operativo il processo in esame ha come obiettivo quello di progettare e implementare il "product standard agreement" (PSA) attraverso i seguenti passaggi:

- formalizzazione dei segmenti di clientela sulla base di criteri individuati a livello strategico;
- costituzione dei team preposti alla gestione di ciascun segmento di clientela con l'obiettivo di rispondere efficacemente alle loro richieste;
- redazione di un report da parte di ogni team sulle informazioni acquisite;

- individuazione da parte di ogni team delle possibili azioni di miglioramento al fine di incrementare i livelli di vendita, contenere i costi e migliorare i servizi al cliente;
- progettazione e implementazione di un PSA per ogni segmento di clienti;
- monitoraggio, rilevazione, controllo e comunicazione delle performance raggiunte.

Il processo di gestione dei servizi descrive, invece, il front-office con i clienti ed è volto alla definizione dell'ordine, delle modalità e dei tempi di spedizione della merce e della disponibilità del prodotto. Le informazioni sono fornite in tempo reale e per questa ragione il processo si interfaccia con le funzioni della produzione, della logistica e del commerciale. Gli aspetti strategici del processo riguardano:

- la definizione delle strategie per ciascun PSA individuato;
- la definizione da parte di ciascun team delle procedure da seguire a fronte di eventi non previsti e dei coordinamenti interni ed esterni che si rendono necessari;
- la scelta delle infrastrutture fisiche ed informatiche necessarie per l'implementazione della suddetta procedura.

A livello operativo i vari team attivano i processi necessari alla realizzazione di quanto definito sul piano strategico e sulla base degli strumenti indicati misurano i risultati raggiunti.

Il processo di previsione e gestione della domanda si prefigge di bilanciare le richieste del cliente con le capacità e le competenze che le diverse realtà aziendali sono in grado di fornire e si realizza con la stesura di un piano volto a coordinare volumi, tempi e localizzazione dalla domanda con le attività di approvvigionamento, produzione e distribuzione al fine di adattare le loro capacità di risposta alle richieste effettive dei clienti. A livello strategico bisogna definire:

- gli strumenti di previsione da utilizzare;
- la strategia di comunicazione da applicare;
- le procedure per coordinare la domanda con le capacità di approvvigionamento, produzione e vendita;
- un sistema di contingentamento per fronteggiare eventi interni o esterni che modificano i bilanciamenti individuati.

A livello operativo si provvede alla realizzazione di quanto definito in sede strategica. Il processo di gestione e adempimento dell'ordine, invece, rappresenta un punto chiave per il supply chain management in quanto mira a raggiungere una gestione completa dell'ordine lungo le differenti fasi della catena di fornitura. Per raggiungere una più efficace integrazione tra la produzione, logistica e distribuzione e poter rispondere alle richieste effettive dei clienti secondo le loro aspettative, è importante

la collaborazione da parte di tutti soggetti. La dimensione strategica del processo deve fornire:

- una definizione dell'obiettivo relativo al servizio al cliente che si intende raggiungere secondo quanto stabilito dal marketing e una definizione della struttura della supply chain ottimale per raggiungere tale scopo;
- una valutazione sulla fattibilità dell'intera esecuzione dell'ordine;
- una valutazione sulla consistenza dell'efficacia del network logistico.

Operativamente si attiva nei seguenti processi:

- comunicazione dell'ordine;
- acquisizione dell'ordine;
- attivazione ordine;
- flusso documentale;
- predisposizione dei materiali e prodotti nei magazzini;
- ordine di consegna.

Il processo di programmazione della produzione è volto all'implementazione della logica pull in base alla quale le imprese appartenenti alla supply chain devono produrre e distribuire quanto richiesto dal mercato, sia dal punto di vista quantitativo che da quello qualitativo. Questo orientamento, oltre a conferire flessibilità al processo, ha il vantaggio di ridurre il numero di lotti di produzione, consentire una capacità di risposta al cliente rapida e permette, inoltre, di fronteggiare eventuali cambiamenti delle sue richieste a costi più contenuti.

Il processo di sviluppo e gestione delle relazioni con il fornitore è, invece, finalizzato a definire e sviluppare il sistema relazionale di lungo termine con un numero ristretto e selezionato di fornitori in un'ottica collaborativa al fine di ottenere reciproci vantaggi (secondo la logica "win-win").

Il processo di sviluppo e commercializzazione di nuovi prodotti occupa un posto di primaria importanza nel supply chain management in quanto condiziona il suo successo sul mercato. Accorciare i tempi che intercorrono tra la creazione di nuovi prodotti e la loro collocazione sui mercati significa acquisire competitività e la riduzione del time-to-market è l'obiettivo principale di questo processo. Esso, infatti, favorisce l'integrazione tra i vari anelli della catena accorciando la distanza fornitore-cliente.

Infine, il processo di gestione dei flussi di ritorno dei prodotti è quel processo di pianificazione, implementazione e controllo dell'efficienza delle materie prime dei semilavorati, dei prodotti finiti e dei correlati flussi informativi dal punto di recupero (o consumo) del prodotto al punto di origine con lo scopo di riguadagnare valore dai prodotti che hanno esaurito il loro ciclo di vita. Questo processo, dunque, movimenta

i prodotti dalla loro naturale destinazione finale a ritroso lungo la supply chain fino al produttore iniziale.

2.3. Analisi degli attori coinvolti nella supply chain

Una supply chain responsabile deve dimostrare la sostenibilità in tutti i propri processi e attività, garantendo per prima cosa il rispetto degli standard di qualità e creando valore per tutti gli attori coinvolti lungo l'intera filiera.

Un ulteriore contributo positivo al conseguimento degli obiettivi di corretta gestione della filiera produttiva, che saranno poi oggetto di controllo e monitoraggio nel tempo, deriva dalla gestione delle relazioni con i differenti soggetti coinvolti.

L'impresa dovrebbe ispirarsi ai valori e principi di comportamento dichiarati anche per impostare e gestire le relazioni con i propri interlocutori interni ed esterni, avviando con essi un processo di coinvolgimento finalizzato a promuovere una collaborazione nella elaborazione della strategia aziendale con riferimento alla gestione della supply chain. Inoltre, sarebbe opportuno anche condividere il risultato di tale processo con tutti i dipendenti attraverso un adeguato processo di formazione e comunicazione, in modo da renderli consapevoli delle scelte aziendali in tale ambito e favorirne una reale e concreta applicazione.

Per raggiungere, quindi, un'efficiente integrazione con l'ambiente esterno (rappresentato principalmente da fornitori e clienti) ciascuna azienda partecipante deve essere in grado di ottenere all'interno della catena un adeguato livello di efficienza ed efficacia, ma deve anche avere in sé una predisposizione volta a superare le proprie barriere funzionali interne, con lo scopo unanime di rafforzare la propria competitività, e soddisfare il cliente finale.

I ruoli più significativi di una supply chain possono essere distinti in due categorie:

- ruoli legati alla produzione;
- ruoli legati al "servizio".

I primi vengono ulteriormente suddivisi in:

- Dettaglianti e grossisti: sono i punti di vendita in cui il consumatore finale acquista il prodotto, rispettivamente in piccole quantità o all'ingrosso. Inoltre, i dettaglianti si possono ulteriormente dividere per: linee di prodotto vendute, tipo di servizio e prezzi praticati.

- Centri di distribuzione: sono le entità coinvolte nella ricezione dei prodotti dal punto di produzione e nella distribuzione di essi a loro volta lungo la supply chain.
- Impianti di produzione: si intende un complesso di impianti, macchinari, mezzi e addetti volti a sfruttare le risorse materiali per trasformarle in prodotti finiti a maggior valore aggiunto tramite processi di fabbricazione e/o assemblaggio.

I ruoli legati al “servizio”, invece, sono ripartiti in:

- Aziende di trasporto: sono quelle entità che si occupano delle operazioni di trasferimento fisico dei beni da una zona all'altra.
- Aziende di servizi: sono quelle entità che forniscono i servizi necessari al coordinamento e allo svolgimento delle attività della supply chain.

Da un punto di vista organizzativo tutti gli elementi sono composti essenzialmente da tre componenti:

- Funzioni interne: che includono tutte le attività e i processi impiegati per la trasformazione delle materie prime fornite dalla rete dei fornitori o per la creazione del servizio. Tali attività comprendono quelle primarie di gestione della produzione, dell'esecuzione degli ordini e di coordinamento dei flussi interni.
- Fattori esterni a monte: rappresentano tutte le entità a monte con cui l'impresa ha delle relazioni per l'approvvigionamento degli input che rientrano direttamente o indirettamente nel processo produttivo. Le principali funzioni sono caratterizzate dall'acquisto e dalla gestione dei materiali, dalla gestione delle relazioni con i fornitori, dallo scambio di informazioni per il coordinamento delle attività interne con le operazioni delle varie entità a monte.
- Fattori esterni a valle: riguardano le attività che coinvolgono le entità a valle del network, ovvero, i centri di distribuzione e tutto ciò che consente il trasferimento dei prodotti al consumatore finale. Le attività coinvolte sono quelle di esecuzione degli ordini, della gestione del magazzino dei prodotti finiti e delle spedizioni, nonché della logistica inversa e delle informazioni che arrivano dalle entità a valle.
- Fattori esterni allo stesso livello: rappresentano gli scambi di materiali e informazioni con entità che si occupano delle stesse attività con cui vengono strette delle collaborazioni al fine di avere dei vantaggi comuni.

Se quindi, una supply chain vuole mantenere la performance attuale in termini economici e finanziari, oltre che relativi alla clientela deve migliorare di continuo, e se vuole crescere, non è sufficiente che aderisca alle procedure operative standard

fissate dai vertici aziendali. Diventa, dunque, necessario che si realizzi un'integrazione collettiva che riguardi tutti i livelli del personale, orientando la catena verso il cambiamento in termini anche di cultura aziendale, affinché si possano rendere sempre più partecipi tutti i dipendenti ottenendo un conseguente maggiore incentivo degli stessi per ottenere performance migliori, dal momento che sono tutti orientati verso lo stesso chiaro obiettivo.

A tal proposito, si possono prendere in considerazione, poi, specifiche misure idonee a valutare i risultati raggiunti dal personale impegnato lungo la supply chain, in particolare:

- soddisfazione della persona;
- fedeltà della persona;
- produttività del singolo individuo.

L'importanza relativa alla prima misura parte dalla premessa che il morale del singolo individuo e la soddisfazione che prova nel complesso per il proprio lavoro sono giudicati estremamente importanti, in quanto rappresentano una delle condizioni essenziali per l'aumento della produttività, della reattività e della qualità del servizio offerto ai clienti.

La fidelizzazione, invece, individua come obiettivo quello di non perdere quei dipendenti per i quali l'impresa ha effettuato investimenti a lungo termine, dal momento che ogni allontanamento indesiderato costituisce una perdita di capitale intellettuale. I dipendenti fedeli condividono i valori dell'organizzazione, posseggono la conoscenza dei processi produttivi e della sensibilità dei clienti.

La produttività delle persone è una misura finale dell'impatto complessivo del potenziamento delle capacità e del morale, delle innovazioni, del miglioramento dei processi interni e della soddisfazione dei consumatori. L'intento è quello di mettere in rapporto il risultato finale ottenuto dal personale con il numero dei dipendenti utilizzati raggiungerlo.

Esistono diversi approcci, il più semplice è la misura dell'entrate per impiegato: indica la quantità di ricavi che può essere prodotta da ogni dipendente, quindi maggiori sono i volumi venduti, maggiori sono le entrate. Tuttavia, questa tipologia, in realtà, presenta uno svantaggio legato al fatto che non vengono considerati i costi associati alla produzione per ottenere quei ricavi, quindi le entrate possono aumentare anche se diminuiscono gli utili, a causa dell'eccessivo aumento dei costi.

A fronte di ciò i manager hanno due possibili soluzioni: la prima consiste nell'aumentare la produttività senza incrementare il numero dei dipendenti, mentre la seconda, di solito meno usata, suggerisce di ridurre la dimensione dell'impresa affidando a fonti esterne determinati funzioni. Ciò potrebbe fruttare dei benefici a breve termine (grazie alla riduzione dei costi sostenuti, per esempio riducendo il

personale), ma anche a dei rischi, in quanto sacrifica le opportunità a lungo termine. Concludendo, occorre, dunque, bilanciare la soluzione intrapresa con altre misure di successo economico per evitare che gli obiettivi individuati non siano raggiunti in modo disfunzionale.

2.4. Struttura e tipologia di reti

La struttura della supply chain è un aspetto molto importante per la progettazione di un efficace sistema relazionale da implementare al suo interno, per garantire un flusso di informazioni da condividere con l'ausilio di appropriate reti informatiche e per implementare un processo logistico che intervenga sui principali punti nodali della catena. Essa, normalmente, viene rappresentata dalle diverse tipologie di reti di relazioni che si stabiliscono tra le imprese che ne entrano a far parte, individuando nello specifico le imprese a monte (fornitori) e quelle a valle (clienti) dell'impresa focus. In particolare, assume differenti livelli di complessità in relazione sia alle tipologie di prodotto realizzati ed alle loro modalità di fabbricazione, sia alla localizzazione ed alle specifiche caratteristiche dei mercati serviti, sia al numero e alla localizzazione dei fornitori individuati e alla disponibilità di materie prime.

Definire la struttura vuol dire, quindi, definirne una sorta di "mappa" che rappresenta la prima fase per la creazione di una supply chain che offra ottimi risultati. Si intende, dunque, un processo grazie al quale vengono rilevate nuove opportunità che consentano di migliorare la catena, identificando con essa le fasi che aggiungono valore al sistema, i problemi e le modalità di intervento, le risorse e la tempistica necessaria al raggiungimento dell'esito desiderato. L'attività di mappatura, d'identificazione e valutazione dei principali rischi all'interno della supply chain è un passaggio fondamentale per l'impostazione di un sistema di gestione e controllo che sia realmente efficace rispetto ad obiettivi di monitoraggio che travalicano il perimetro aziendale.

La struttura di una supply chain presenta due dimensioni:

- Dimensione orizzontale: numero di "livelli" in cui si articola la relazione con le altre imprese a monte e a valle. Si identificano quindi fornitori e clienti di primo livello (direttamente relazionati all'impresa focus) e di secondo livello (fornitori dei fornitori e clienti dei clienti). La diversa estensione della dimensione orizzontale connota una struttura che può essere più lunga o più corta.
- Dimensione verticale: all'interno di ogni livello può variare il numero di clienti e fornitori. Ad esempio, a monte dell'impresa focus, un elevato numero di fornitori, alternativi o complementari tra loro, determina una ampiezza della

dimensione verticale (“wide structure”). Viceversa, se è ridotto il numero di fornitori all’interno di un medesimo livello, la dimensione verticale è poco ampia (“narrow structure”). Le stesse riflessioni valgono per la dimensione verticale a valle dell’impresa focus.

Come definito in precedenza tale struttura varia e dipende dalle aziende che ne entrano a far parte e dalle relazioni che tra loro si stabiliscono. Le reti sono generalmente costituite per volontà di una entità più forte, detta leader, che generalmente assume anche il ruolo di coordinatore dell’attività economica. Tali reti si possono suddividere in:

- Reti verticali, che rappresentano la catena logistica che include le entità ai diversi livelli: fornitori, produttori, distributori e le entità operanti nel canale di distribuzione come grossisti e dettaglianti. Questo tipo di rete ha ricevuto notevole attenzione negli ultimi anni, anche soprattutto per la sua minore complessità rispetto alle altre: le aziende che decidono di sviluppare questa tipologia di rete non sono soggette a resistenze dovute alla concorrenza interna tra elementi che operano allo stesso livello. La rete è facilmente schematizzabile e le relazioni tra i nodi che la compongono sono analizzabili anche analiticamente.
- Reti orizzontali, in cui le entità lavorano ad uno stesso livello, svolgendo quindi la stessa attività, questo tipo di rete è caratterizzata da relazioni di collaborazioni tra entità quando la capacità produttiva di una sola non è sufficiente a soddisfare l’intera richiesta. Esempi di relazioni in questo tipo di rete, che hanno ricevuto notevole attenzione negli ultimi anni allo scopo di aumentare il livello di servizio e lo sfruttamento della capacità produttiva, sono: il transhipment (attività che consente il trasferimento dei prodotti tra entità ad uno stesso livello della catena di distribuzione e che consente di gestire le scorte riducendone il livello pur mantenendo il livello di servizio stabilito) e la subfornitura (con tale attività una azienda può aumentare la propria capacità di soddisfare la domanda cedendone una parte ad altre che svolgono la stessa attività). Questo tipo di reti avranno un ampio sviluppo nel futuro in quanto consentono di migliorare la prestazione della supply chain e riducono il livello di risorse impiegate. Si tratta, dunque, di un sistema basato sulla cooperazione in un ambiente, comunque, competitivo.
- Reti ibride, in cui sono presenti configurazioni miste delle due precedenti tipologie.
- Reti temporanee, costituite temporaneamente per sfruttare determinate opportunità o per sviluppare un progetto di durata limitata.

2.5. Supply chain del lusso

Il lusso è un settore che attira l'attenzione di professionisti, investitori e ricercatori grazie alle sue grandi dimensioni, alla rapida crescita e ai suoi margini di profitto. A livello mondiale, la dimensione complessiva del mercato del lusso nel 2019 valeva circa 1,2 trilioni di euro, con una crescita di circa il 4% ogni anno (McKinsey, 2019). Nelle economie e nei mercati globalizzati di oggi, i beni di lusso sono prodotti attraverso catene di fornitura molto complesse che si estendono a livello globale e coinvolgono numerosi attori, tra cui una moltitudine di fornitori su piccola scala e altamente specializzati strettamente controllati dai grandi proprietari di marchi. Spesso le materie prime provengono da un paese e vengono lavorate in un altro (ad esempio, la pelle proveniente dall'America Latina o dall'Australia può essere conciata in Italia) e poi i prodotti finali vengono assemblati in fabbriche in Asia e distribuiti ai clienti in tutto il mondo. Nell'industria del lusso, la logistica e la gestione della supply chain (LSCM) sono cruciali per il successo del business. In questo scenario globalizzato, le aziende del lusso si trovano ad affrontare sfide senza precedenti a causa non solo della rispettiva complessità della supply chain, ma anche della volatilità dei gusti dei consumatori e di spesa, cicli di vita del prodotto più brevi, crescente necessità di conformità internazionale e richieste dei clienti in materia di sostenibilità e trasparenza.

Gli studi sull'industria del lusso avvengono, ormai, da diversi anni, come ad esempio nel settore del marketing, mentre l'attenzione sulla supply chain management è relativamente nuova. Brun et al. (2008) esaminano empiricamente le operazioni e le strategie della supply chain nel settore della moda del lusso intervistando 12 rivenditori italiani. Trovano che i proprietari dei marchi di moda siano più propensi a imporre il controllo sulla filiera e a integrare le entità a monte e a valle. Brun e Castelli (2008) sezionano la filiera di tre marchi italiani della moda del lusso per mostrare l'impatto di tre variabili di segmentazione (prodotto, canale di distribuzione e marchio) sulla corretta definizione di una strategia di filiera "focalizzata". Caniato et al. (2011) conducono un caso di studio con 15 aziende italiane del lusso e classificano diverse tipologie di filiera utilizzando le dimensioni dell'azienda, il volume di vendita, la complessità del prodotto, la moda del prodotto e la reputazione del marchio.

Recentemente, invece, diversi studi sulla logistica e sulla gestione della catena di fornitura nel settore del lusso si sono concentrati sull'esplorazione del valore delle informazioni e della visibilità della filiera stessa. Ad esempio, Choi (2019) utilizza la blockchain per affrontare il problema della trasparenza. Egli sviluppa un modello analitico per valutare gli impatti delle piattaforme supportate dalla tecnologia blockchain per l'autenticazione e la certificazione dei diamanti. Egli ritiene che la riduzione dei costi, derivante dall'utilizzo di questa nuova tecnologia, possono

migliorare l'efficienza della filiera e l'autenticazione dei diamanti nella catena di fornitura del lusso. Karaosman et al. (2020) esaminano l'importanza della sostenibilità nelle catene di fornitura della moda del lusso. Conducono un approccio qualitativo di intervista approfondita con 10 aziende di moda nel mercato del lusso e trovano che la trasparenza sia un'area critica che non è ben esplorata in letteratura. Shen et al. (2020a) esaminano l'impatto dell'aggiornamento delle informazioni sulla domanda ottenute da preordini sulle performance della supply chain nel settore della moda del lusso caratterizzato da consumi cospicui. Essi trovano che l'aggiornamento delle informazioni di preordini potrebbe non essere vantaggioso per il rivenditore a causa dell'aumento del prezzo all'ingrosso. I modelli di operazioni emergenti sono analizzati anche in letteratura. Brun et al. (2016) descrivono un nuovo modello di operazioni chiamato "see now, buy now" (SNBN) e discutono i requisiti per la sua applicabilità nel settore della moda del lusso. Shen et al. (2020b) confrontano l'impatto dell'esposizione ai social media tra la SNBN e il modello operativo convenzionale "see now, buy later" (SNBL). Essi propongono che alcuni marchi di moda del lusso, come Gucci, prendano in considerazione la vendita dei prodotti classici senza l'esposizione ai social media da parte dell'SNBL, mentre altri marchi di moda del lusso, come Burberry, dovrebbero esplorare attivamente le opzioni di vendita dei prodotti a basso costo di detenzione da parte della SNBN. In particolare, non solo i marchi si stanno muovendo per abbracciare SNBN ma anche i rivenditori, e stanno riprogettando tutto, dal design allo sviluppo, alla supply chain e oltre. Infatti, è interessante analizzare come recentemente sta cambiando il ruolo che la supply chain ricopre nel settore della moda del lusso e come si sta trasformando, approfondendo nello specifico il ruolo dei rivenditori. A tal proposito si indentificano i seguenti trend principali:

- Con l'avvento dell'AI e dell'apprendimento automatico, i rivenditori stanno ora implementando nuove soluzioni basate sull'AI come "Optimized Line Planning" (OLP). OLP estrae dati da molteplici fonti, tra cui dati storici di vendita, dati sulle tendenze, dati sulla concorrenza, dati CRM, feedback dai social media e dati dei consumatori, per creare un'unica visione dei tipi di clienti o "personas". Essi permettono di capire quali gruppi di attributi di prodotto risuoneranno meglio in ogni segmento e offrono il punto di partenza per la pianificazione di una linea per i designer e i commercianti. Questa capacità consente alle aziende di mitigare il rischio di impegnarsi in anticipo sulle materie prime e di ridurre il loro time to market abbreviando i cicli di sviluppo e di decisione. Permette, inoltre, ai progettisti e ai commercianti di essere più sicuri che il loro line plan raggiungerà gli obiettivi finanziari.
- Molti rivenditori stanno collaborando per entrare in contatto con il cliente nella creazione e nel lancio del prodotto, perché capiscono che la voce del

cliente deve essere al centro della creazione del prodotto, e stanno utilizzando la tecnologia per raccogliere input sullo stile fin dall'inizio del processo. I dati vengono poi offerti a progettisti, commercianti, fornitori e a tutti coloro che si trovano all'interno della catena in modo che possano condividere idee, collaborare e ottimizzare la consegna dei prodotti giusti al giusto prezzo e più velocemente. A tal proposito Richard Flaks, SVP di Planning & Allocation al FAS di Chico ha recentemente sottolineato questo aspetto al Big Show NRF di quest'anno, affermando: "Da Chico stiamo mettendo il cliente al centro di tutto ciò che facciamo. I segmenti di consumatori si stanno frammentando e differenziando gli uni dagli altri più velocemente che mai, e i rivenditori devono adattarsi".

- Alcuni rivenditori si stanno allontanando dalle grandi consegne, effettuandone sempre di più piccole, per essere più mirati, aumentare la domanda e impattare maggiormente sul singolo consumatore. Kai Chow, direttore dei servizi creativi per Doneger Group, una società di consulenza per la vendita al dettaglio di moda, ha detto che le piccole consegne al dettaglio possono incoraggiare il consumatore ad acquistare ora, secondo quindi la logica SNBN, perché il prodotto può scomparire rapidamente dal negozio. Questo approccio è spesso definito "effetto scarsità".
- Sempre più società stanno trovando una maggiore convenienza a mantenere la produzione in patria. Il trade-off risiede tra i maggiori costi di produzione nel caso in patria (ad esempio salari della manodopera più alti ai dipendenti rispetto ai Paesi in via di sviluppo), e tempi più lunghi di consegna per la produzione all'estero (essendo le distanze maggiori). Ciò significa che il trade-off può essere redditizio anche nel caso di una produzione in patria evitando, dunque, maggiori tempi e costi nella fase di spedizione ma avendo maggiori costi in quella di produzione. Inoltre, in quest'ultimo caso la produzione nazionale consente un maggiore controllo e flessibilità e permette ai progettisti di apportare modifiche che sarebbero più costose con i fornitori esteri. Dove Mountains Meet, Rafa e Sproutfit sono esempi di startup con il marchio "Made in America" o "Made in USA", che si uniscono ad altri marchi di successo come American Giant, Theory e Burberry che realizzano alcune o tutte le loro collezioni statunitensi all'interno degli Stati Uniti. Anche Walmart ha annunciato l'anno scorso l'iniziativa "Made in USA" di spendere 250 miliardi di dollari in 10 anni per prodotti made in USA, affermando che "comprare da produttori americani è un buon affare".

Dunque, concludendo, come si può facilmente intuire la strategia SNBN cambia il ruolo che i rivenditori assumono nella supply chain del lusso. Si tratta, infatti, di un

approccio necessario per i rivenditori moderni per soddisfare le preferenze e la domanda dei consumatori prima che cambino idea e passino al prossimo articolo di un concorrente. I rivenditori non hanno il lusso del tempo. Devono portare il prodotto giusto ai consumatori e al giusto prezzo. Che si tratti di abbracciare strategie “next-gen” come l'AI e la stampa 3D, o di tornare al futuro con la produzione domestica, la voce del cliente deve riflettersi in ciò che viene messo sugli scaffali o presentato attraverso i canali online. Quei rivenditori che sono in grado di riprogettare efficacemente i loro processi di progettazione e produzione per ottenere un approccio SNBN avranno maggiori possibilità di far combaciare correttamente la loro offerta con la domanda dei clienti e di ottenere i migliori risultati a lungo termine.

Hou et al. (2020) esplorano analiticamente se è efficace l'adozione di un “fighter brand” come strategia deterrente per il produttore di lusso nella lotta all'imitazione del prodotto. Usando l'approccio della teoria dei giochi, gli autori considerano un produttore di un marchio di lusso che vende un prodotto originale ed esplorano un mercato che comprende un produttore e una potenziale società di imitazione. La società di imitazione decide di entrare nel mercato e il produttore reagisce decidendo di utilizzare il fighter brand per scoraggiare l'ingresso dell'imitatore. I risultati indicano che il fighter brand dovrebbe essere lanciato quando il prodotto dell'emulatore ha una bassa somiglianza con il prodotto originale del produttore. Quindi, concludendo, se il produttore adotta un fighter brand, allora l'emulatore ha una minore probabilità di entrare nel mercato.

Zhang et al. (2020) considerano una supply chain in cui vi sono un produttore e un rivenditore che vendono prodotti di lusso ai consumatori finali. I consumatori sono classificati come “snob” o “conformisti”. C'è incertezza sulle preferenze dei consumatori nei confronti dei prodotti. Il produttore può ricevere un segnale privatamente in base alle preferenze dei consumatori, ma non il rivenditore. Gli autori costruiscono un gioco di segnalazione per studiare come le influenze sociali e il programma di informazione influenzano le decisioni sulla fissazione dei prezzi e strategia “market-targeting”. Scoprono che il rivenditore preferisce sempre lo scenario della “condivisione delle informazioni del produttore”. Tuttavia, il produttore può preferire sia lo scenario senza informazioni, quello con informazioni private e quello con condivisione di informazioni che dipende dalla sua strategia di “market-targeting”.

Wei e Li (2020) esaminano la strategia dei canali di distribuzione delle aziende di lusso e il suo impatto sul comportamento dei consumatori e sulle decisioni operative aziendali. Sviluppano un modello stilizzato con un'azienda di lusso che offre un prodotto di moda e classificano i consumatori in preferenze “storeonly” e omni-canale. L'atteggiamento di visibilità dei consumatori è modellato come un'esternalità

negativa e lineare rispetto alla domanda totale attesa sul mercato. Le decisioni operative dell'azienda (ad esempio, il prezzo, il livello delle scorte e il tasso di disponibilità) si riducono con la modalità di vendita omni-canale se confrontate con quelle "solo negozio".

Choi e Liu (2019) conducono uno studio analitico sulla strategia di "allocazione ottimale del budget pubblicitario" ed esaminano come coordinare il canale quando il marchio fornisce prodotti di fascia alta e bassa. Scoprono che, indipendentemente dall'atteggiamento di rischio del marchio di moda del lusso, l'allocazione ottimale del budget pubblicitario è una strategia polarizzata. L'atteggiamento di rischio del marchio di moda del lusso è un fattore critico quando si affronta il problema del coordinamento con prodotti sia di fascia alta che bassa.

Niu et al. (2020) esaminano teoricamente le decisioni di outsourcing della produzione dei marchi di lusso multinazionali formulando un compromesso tra il basso costo e le forti preferenze del "paese d'origine" dei consumatori. Scoprono che se un marchio di lusso esternalizza la sua produzione ad un produttore nei Paesi in via di sviluppo, quando la preferenza del "paese d'origine" del consumatore non è significativa e la concorrenza a valle è intensa, allora è meglio per il suo concorrente esternalizzare la produzione ad un produttore che si trova in Paesi in via di sviluppo.

Feng et al. (2020a) sviluppano un modello stilizzato con un marchio di moda di lusso, una piattaforma di noleggio e un continuum di consumatori. Studiano come la condivisione di prodotti tra imprese e consumatori influisce sul giudizio dell'azienda volendo trovare la preferenza contrattuale ottimale tra l'azienda del marchio e la piattaforma. I risultati dimostrano che sotto un certo prezzo all'ingrosso da contratto, o un contratto di agenzia, l'"effetto di espansione del mercato" causato dall'esistenza di una piattaforma di noleggio domina l'"effetto cannibalizzazione". Di conseguenza, dunque, l'azienda del marchio può beneficiare dell'emergere del mercato del noleggio.

Asian et al. (2020) studiano un nuovo "meccanismo contrattuale flessibile" accoppiando il credito commerciale di base con l'"ordine minimo", cioè la quantità da contratto tra un fornitore e un grossista avverso alle perdite in caso di perturbazioni commerciali. Essi esaminano analiticamente il contratto separato e impatti congiunti dell'influenza sociale e dell'avversione alla perdita sulle decisioni ottimali. Inoltre, studiano il meccanismo di "coordinamento win-win" all'interno di una catena di fornitura di beni sportivi di lusso. I risultati hanno dimostrato che il coordinamento dei canali ha maggiori probabilità di essere raggiunto quando si considerano sia l'influenza sociale che i fattori di pregiudizio comportamentale.

Lo scoppio globale di COVID-19 ha avuto e continua, tuttora, ad avere un impatto drammatico sulle supply chain del lusso. In tutte le città del mondo, le aziende del

lusso devono affrontare ritardi nella catena di fornitura, chiusure di fabbriche e negozi, cancellazioni di fiere e settimane della moda. Sorgono anche altri problemi, come l'aumento delle vendite su Internet, il calo degli acquisti legati ai viaggi, i problemi con gli accordi commerciali a lungo termine. Tutto ciò comporta uno scenario senza precedenti, dominato da incertezze e dall'impossibilità di previsioni su ciò che accadrà nel prossimo futuro. In particolare, le incertezze includono la domanda e l'offerta, che portano ad un effetto domino in cui la diminuzione delle vendite al dettaglio porta a pagamenti dilazionati ai fornitori; la chiusura delle fabbriche porta alla cancellazione degli ordini con l'intera catena di approvvigionamento che verrebbe interrotta. In questa situazione, gli attori più piccoli a monte della catena di approvvigionamento spesso sopportano le conseguenze peggiori, con molti dipendenti licenziati o con le aziende che hanno dovuto affrontare il fallimento.

L'impatto congiunto dell'effetto domino che si muove a monte e il tempismo non sincronizzato dei blocchi della filiera, in tutto il mondo, è stato enorme. Inoltre, ad aggravare tutto ciò, c'è il fatto che recentemente i negozi in Asia hanno riaperto prima che in altre parti del mondo, mentre lo shopping online non si è quasi mai fermato (Kathiala, 2020). Questa situazione pone una sfida enorme per i responsabili della supply chain e i pianificatori, la cui soluzione, parziale, richiedeva l'accettazione di compromessi, come ad esempio nel settore della moda:

- estendere la presenza delle collezioni primavera-estate in-store ben oltre i mesi tradizionalmente dedicati alla primavera-estate; vendite delle collezioni autunno-inverno per cedere una parte del magazzino estremamente invenduto;
- saltando il lancio di alcune collezioni;
- creare nuove collezioni basate in gran parte sulle variazioni di colore dei modelli delle collezioni precedenti o evitare nuovi materiali, per ridurre i tempi di commercializzazione e permettere al team creativo di lavorare a distanza.

Nell'era post-pandemica, le catene di fornitura di lusso potrebbero dover prendere diversi anni per ritrovare l'equilibrio perduto e recuperare le vendite e la loro resistenza (Achille e Zipser, 2020).

3. INTEGRAZIONE TRA BLOCKCHAIN E SUPPLY CHAIN

3.1. Supply chain resilience con IoT

Negli ultimi decenni, la competizione tra imprese è aumentata come risultato della globalizzazione e del rapido sviluppo nel IT. Le imprese, al giorno d'oggi, stanno cercando di espandere il più possibile il proprio mercato geografico per attrarre più clienti. Con questo obiettivo in mente, si cerca sempre più di soddisfare i requisiti dei consumatori, il che rende la supply chain più lunga e complessa. Ciò porta a maggiori difficoltà nella gestione delle catene di fornitura e maggiori, oltre che più complessi, rischi. Per fronteggiarli la supply chain deve essere progettata per fornire una risposta efficace ed efficiente, mantenendo i processi intatti e la capacità di ripristinare lo stato iniziale dopo il verificarsi di eventi rischiosi. Tutto ciò è considerato la “supply chain resilience” (SCRes). Dunque, le imprese che progettano la propria catena di fornitura con la capacità di reagire velocemente ad ogni rischio, e potenziale impatto associato, hanno la chance di diventare più stabili e solide, oltre che ad acquisire una posizione di vantaggio competitivo sul mercato.

Gli studi recenti dimostrano il ruolo chiave dell'IT nel miglioramento del SCRes, come un sistema “information-sharing” che migliora la collaborazione e le strategie congiunte tra i partners della supply chain.

Molti ricercatori hanno studiato le caratteristiche che una supply chain deve avere per potersi definire resiliente. Soni, (2011) ha discusso le caratteristiche degli SCRes in termini di: flessibilità, adattabilità, collaborazione, visibilità e sostenibilità. Questi attributi consentono di ottenere un vantaggio competitivo e di ridurre il livello di rischiosità associato alla catena di fornitura.

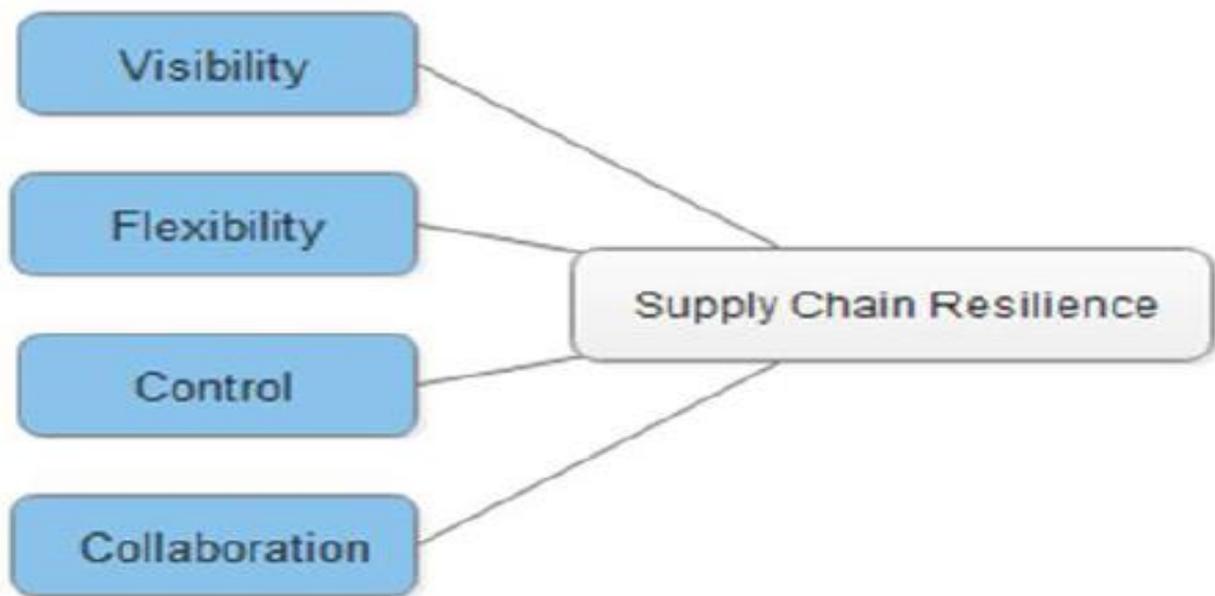


Figura 22: Attributi relative ad una supply chain resiliente. Fonte: elaborazione personale.

Le sfide delle supply chain tradizionali influenzano direttamente gli attributi della SCRes mostrati in figura 22 che sono essenziali per una catena di fornitura in grado di gestire il cambiamento e ridurre le interruzioni. La complessità, l'aumento dei costi, le imprecisioni e l'aumento dei rischi sono problemi che si presentano spesso per le filiere tradizionali. Prima dell'introduzione dell'IoT nella supply chain, i dati e le informazioni venivano condivisi solo con un unico attore, il che riduceva la trasparenza, a differenza della catena di fornitura intelligente che consente la collaborazione con tutti gli attori necessari contemporaneamente. La visibilità era un problema anche a causa della mancanza di dati e informazioni in tempo reale che ha portato a errori, imprecisioni e distorsioni delle informazioni in tutte le catene di fornitura. La complessità e l'incertezza hanno comportato molti problemi nelle supply chain tradizionali come errori di consegna e nuovi ordini di ritiro che hanno causato perdite di tempo e di costi. L'implementazione dell'IoT mira, dunque, a cambiare il modello di business delle supply chain tradizionali, il che porterà a una riduzione dei costi, della complessità e delle imprecisioni lungo la catena. Oltre a ciò, l'aumento della visibilità comporta la condivisione delle informazioni e la trasparenza in modo tempestivo e ciò aumenta la fiducia in essa. La collaborazione richiede l'accesso alle informazioni da parte di tutti i partner interessati e ciò comporta una riduzione dei rischi grazie a una risposta efficace eseguibile da qualunque nodo della catena in qualsiasi momento.

L'IoT può essere introdotto per aggiungere aspetti in tempo reale e migliorare le funzioni della supply chain resilience. Il data mining, il cloud, l'analisi dei dati e la connettività sono tra i metodi che superano i limiti delle filiere tradizionali nel controllo e nel tracciamento attraverso l'uso di sensori e tag. In particolare, l'identificazione, la tracciabilità e il tracciamento in tempo reale sono considerati i metodi più rapidi in cui i dati e le informazioni vengono trasferiti tra i reparti e consegnati agli attori della catena di approvvigionamento per aiutare il processo decisionale in caso di emergenze o interruzioni.

Analizziamo ora la resilienza della catena di fornitura sui seguenti quattro aspetti:

- **Visibilità.** L'IoT conferisce alla supply chain la capacità di monitoraggio dei prodotti, delle consegne e dei servizi. Il tempo può essere utilizzato in modo più efficiente riducendo i tempi di lavoro e migliorando comunicazione. La visibilità in tempo reale può a sua volta aumentare produttività e la soddisfazione dei consumatori. McFarlane e Sheffi hanno sviluppato un metodo di Auto ID che ha migliorato l'aspetto della visibilità delle catene di fornitura in cui lo stato delle spedizioni può essere monitorato meticolosamente durante tutto il ciclo di vita del prodotto. Tuttavia, i principali problemi che l'identificazione tecnologica deve affrontare riguardano anche la catena di approvvigionamento. In primo luogo, il requisito dell'accesso, su richiesta, da enormi banche dati può compromettere la fiducia dei dati. In secondo luogo, l'accuratezza dei set di dati richiede l'uso di tag di identificazione e lettori. Terzo, l'interferenza elettromagnetica con le reti di identificazione automatica su larga scala. Per risolvere i problemi di privacy e sicurezza delle etichette RFID, i ricercatori si sono concentrati sugli aspetti della RFID migliorabili dall'IoT. Una questione importante posta da Majeed e Rupasinghe (2017) è il costo delle etichette RFID. Dove la possibilità di applicare la visibilità attraverso l'IoT dovrebbe essere implementata in ogni supply chain, ma, al tempo stesso, le spese associate dovrebbero essere ridotte per consentire alle imprese di essere in grado di competere sul mercato. Nel tentativo di aumentare la fiducia nei dati estratti, Yue (2016) ha applicato l'estrazione di regole per garantire la qualità continua dei dati trasmessi nelle catene di approvvigionamento nel settore alimentare con l'IoT. L'uso del data mining assicura che gli errori del passato non si ripetano. Questa ricerca mostra che l'estrazione dei dati richiesti da enormi quantità di dati richiede tempo e che può portare ad errori.
- **Flessibilità.** Questa è vitale e si intreccia con la gestione della supply chain resiliente in quanto tiene conto di aspetti del sistema, del prodotto e del processo. In particolare, per quest'ultimo la capacità di riconfigurare la supply

chain come richiesto dai clienti o di personalizzare l'architettura delle informazioni come richiesto. Con l'aumento della connettività e dell'integrazione, la flessibilità delle catene di fornitura è destinata ad aumentare e semplificare il processo di raccolta e scambio di informazioni tra le parti interessate. Le supply chain automatizzate e in real-time consentono una maggiore flessibilità per agire e reagire rapidamente introducendo catene di fornitura intelligenti. Tuttavia, mancano modelli e architetture di simulazione che spieghino come effettivamente implementare una supply chain resiliente flessibile. Korpela, (2017) descrive come le catene di fornitura digitali abbiano effetti diretti sulla flessibilità, come ad esempio gli smart contracts che vengono impiegati per consentire transazioni programmabili. Closs (2005), osserva che il miglioramento dell'aspetto della flessibilità delle catene di fornitura attraverso la connettività può avere un effetto positivo sulle prestazioni della struttura nel suo complesso. Questo studio ha testato gli effetti della connettività delle informazioni sulla flessibilità della supply chain attraverso misure di performance come la qualità dei prodotti, la reattività, la consegna e la produttività. Zhou, (2018) ha proposto una soluzione per i sistemi RFID per gestire i problemi di flessibilità negli attuali problemi di autenticazione nel settore sanitario utilizzando i protocolli RFID. Ciò consente un metodo di comunicazione migliorato nelle impostazioni di lavoro e gestisce i vincoli tecnologici nell'assistenza sanitaria. Questa ricerca classifica anche i metodi che dovrebbero aiutare l'efficienza di una corretta gestione delle forniture con la tecnologia dell'informazione. In questo modo, l'IoT conferisce alle supply chain la capacità di completare i compiti e di riprendersi rapidamente dalle interruzioni utilizzando in modo efficiente le informazioni raccolte ed elaborate.

- Collaborazione. La velocità di condivisione delle informazioni in tempo reale tra le partnership è la chiave per una collaborazione di successo nella supply chain. A sua volta, una collaborazione efficace ridurrà la possibilità di incertezze e di circostanze impreviste. L'utilizzo dell'IoT può aumentare i problemi di interruzione, privacy e sicurezza, soprattutto nei casi di assistenza sanitaria, dove, ad esempio, un singolo errore tra una rete di sensori può rivelarsi fatale per un paziente. Lou, (2011) descrive le funzioni della collaborazione della supply chain con l'IoT nei settori degli acquisti, della produzione e dei trasporti. In particolare, il dominio degli acquisti mira ad ottenere dati in tempo reale sui prodotti, nel settore della produzione l'obiettivo principale è il monitoraggio e, infine, la sezione trasporti si basa sulla localizzazione del prodotto.

- Controllo. L'IoT e i metodi in real-time consentono di migliorare il controllo, la pianificazione, la valutazione della qualità e il disaccoppiamento delle caratteristiche delle informazioni a partire dalle supply chain. L'integrazione con l'IoT nel controllo della catena di fornitura può, per esempio, mitigare la necessità della disponibilità di risorse umane per il monitoraggio fisico della filiera. Infatti, il monitoraggio virtuale supera, chiaramente, le informazioni raccolte dagli esseri umani, come le informazioni dei sensori e gli aspetti storici e previsionali degli oggetti. Per ridurre al minimo i costi e aumentare la produttività è necessario un controllo in tempo reale. I metodi di controllo, come la smart grid, possono essere in grado di migliorare i processi e prevedere i risultati. Inoltre, i costi di controllo della catena di fornitura possono essere mitigati applicando l'IoT, ad esempio per il controllo dell'inventario. Wang (2018), ha sviluppato un modello che incorpora uno strumento per ridurre i costi e gli sprechi alimentari simulando le funzioni della catena di approvvigionamento nell'industria alimentare, per trovare i problemi o monitorare i profitti e il controllo e la tracciabilità in tempo reale. Yang (2015), ha sviluppato un modello RFID poco costoso per consentire la tracciabilità dei dispositivi dell'IoT nelle catene di approvvigionamento utilizzando la mappatura "one-to-one", dove possibili attacchi possono essere individuati.

La disponibilità dei dati non è il problema principale nelle catene di fornitura. Il vero problema riguarda la gestione e l'analisi dei dati per avere una visione reale del processo decisionale. La riprogettazione delle supply chain utilizzando le tecnologie IoT offre alle SCRes molte capacità per superare le debolezze della gestione tradizionale, come la mancanza di flessibilità o la difficoltà nel processo decisionale. Ciò consente anche una maggiore sostenibilità e semplifica l'analisi della qualità del prodotto. I sensori e gli approcci di machine-learning forniscono alle SCRes capacità predittive per mitigare i rischi grazie alle capacità di autoapprendimento. Quindi, ad esempio, di ridurre gli effetti dei rischi in caso di incendio o di incidenti in produzione inviando segnali di avvertimento. Ciò consente, dunque, di gestire rapidamente la situazione grazie al monitoraggio in tempo reale e a un efficace flusso di informazioni. Riassumendo, l'applicazione di tecnologie intelligenti può influenzare la supply chain rendendola più resiliente. Per cominciare, l'IoT migliora la visibilità dell'intera catena di fornitura attraverso la trasparenza e permette, dunque, una maggiore precisione e affidabilità dei dati trasmessi. In questo modo, supporta il processo decisionale e aumenta fiducia da parte dei consumatori e dei partners.

In secondo luogo, le tecnologie intelligenti possono far migliorare la flessibilità della supply chain, fornendogli la capacità di far fronte agli incidenti con l'applicazione di processi programmabili, come i metodi di programmazione intelligenti.

In terzo luogo, la collaborazione tra macchina e uomo è l'obiettivo principale della supply chain. La connettività e l'automazione delle attività di collaborazione consentono la sincronizzazione tra i partners attraverso l'IoT e ciò ha consentito un miglioramento della produttività e del rispetto dei tempi di consegna.

In quarto luogo, le informazioni raccolte dai sensori in tempo reale attraverso il monitoraggio e il controllo offre un controllo intelligente alla supply chain e ciò garantirà la sicurezza lungo tutta la catena. Inoltre, una migliore gestione dei prodotti e dei servizi aumenterà la capacità di tracciare le risorse in tempo reale. La precisione nel controllo dell'inventario migliora l'agilità della supply chain accelerando i processi di flusso di informazioni. Pertanto, l'IoT offre un potenziale molto promettente per affrontare la resilienza della catena di fornitura, aumentare la velocità nel gestire gli errori e maggiore capacità di analisi su grandi dati. La Figura 3 mostra il effetto dell'IoT sugli SCR in termini di visibilità, flessibilità, collaborazione e controllo.

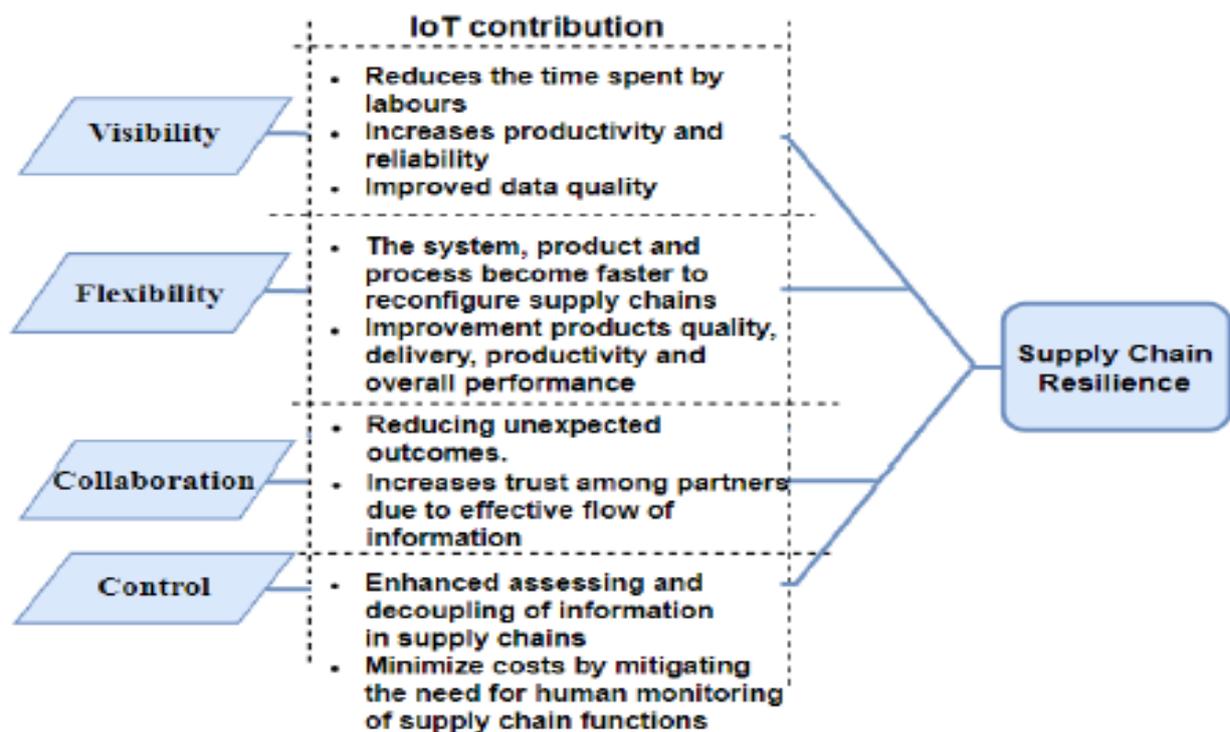


Figura 23: Contributi dell'IoT nella resilienza della supply chain. Fonte: Reyna A., Martín C., Chen J., Soler E., Díaz M., 2018.

Tuttavia, nonostante il crescente interesse verso l'IoT, i principali problemi, emersi dalle recenti ricerche, possono essere riassunti come segue:

- enormi banche dati possono compromettere la fiducia dei dati;

- l'accuratezza delle serie di dati richiede un'identificazione tag e lettori;
- interferenze elettromagnetiche con Auto ID su reti di larga scala;
- privacy e sicurezza nei tag RFID;
- mancanza di modelli e architetture di simulazione che spieghino le metriche e le misure di flessibilità della supply chain intelligente con IoT;
- rischi per la privacy e la sicurezza nella condivisione delle informazioni.

3.2. Benefici derivanti dall'adozione della tecnologia blockchain

Nonostante l'affermazione che la blockchain rivoluzionerà il business e ridefinirà la supply chain, la ricerca esistente finora è limitata per quanto riguarda i quadri che categorizzano le potenzialità applicative di tale tecnologia e le loro implicazioni. In particolare, la letteratura accademica nel settore dei trasporti e della logistica non ha finora sufficientemente distinto tra l'adozione delle blockchain (su "che cosa adottare") e l'identificazione della giusta opportunità di business ("da dove iniziare"). Questo paragrafo presenta la potenziale applicazione della blockchain integrata nella supply chain basata sulla diffusione della teoria dell'innovazione e gli attributi associati del framework dell'innovazione di Rogers. Esso comprende il vantaggio relativo, la compatibilità, la complessità, la sperimentabilità e l'osservabilità, come riportato nella figura 24.

- **Vantaggio relativo.** Ci si aspetta che le applicazioni blockchain nella supply chain forniscano un vantaggio relativo basato sull'immutabilità, la trasparenza e il decentramento come caratteristiche intrinseche della tecnologia. Ad esempio, Kim, Laskowski e Crosby et al. (2019) sottolineano che, poiché le informazioni sono memorizzate su più server, l'accesso a dati cruciali è affidabile fornendo un registro sicuro, duplicato e sincronizzato, cioè per polizze di carico digitali "che non possono essere alterate di nascosto perché l'originale è sempre visibile". Ad esempio, le polizze di carico digitali faciliterebbero l'accelerazione dei processi attuali e la riduzione dei costi, in quanto consentono di eliminare o ridurre la burocrazia associata alle pratiche commerciali odierne. Inoltre, la capacità di rintracciare le origini delle merci o di acquisire maggiori conoscenze su di esse nell'attuale sistema logistico è piuttosto limitata. A tal proposito la blockchain fornisce una piattaforma sicura per gli attori per condividere e scambiare informazioni relative alle loro merci e prodotti. La capacità di condividere informazioni e di dimostrare ai consumatori che i loro prodotti provengono da produttori sicuri e sostenibili

potrebbe aumentare la fidelizzazione dei clienti e, di conseguenza, la redditività. Allo stesso modo, è aumentata la consapevolezza dell'impatto ambientale derivante dal trasporto merci e i fornitori di logistica hanno introdotto opzioni sostenibili. Tuttavia, i vari livelli di subappaltatori coinvolti nei tipici processi di trasporto rendono difficile la verifica degli standard ecologici. Disponendo di tali informazioni sulla blockchain, i clienti sarebbero in grado di risalire alla merce fino al primo nodo della catena di trasporto, fornendo una visione d'insieme del percorso di trasporto scelto e della scelta del vettore. Ancora più importante, gli smart contracts possono fornire un relativo vantaggio in quanto potrebbero eliminare o almeno ridurre sostanzialmente i costi di transazione attraverso le funzioni di registrazione e di revisione contabile della blockchain, nonché la possibilità di eseguire automaticamente i pagamenti.

- **Compatibilità.** In termini di compatibilità, tre innovazioni basate sulla blockchain sembrano promettere i maggiori vantaggi quando vengono adottate: verifica delle merci, riduzione della burocrazia e tracciabilità end-to-end. Le catene di fornitura globali contengono merci di valore e la verifica della documentazione sotto forma di lettere di credito o polizze di carico che si muovono nel tempo e nello spazio. Esse coinvolgendo più attori affrontano, quindi, il rischio di contraffazione, furto e alterazione. A tal proposito, le soluzioni blockchain possono, ad esempio, ridurre significativamente la possibilità di manipolare un articolo, poiché le informazioni contenute in essa non possono essere modificate. Inoltre, l'adozione di questa tecnologia migliorerebbe la gestione delle pratiche amministrative attualmente macchinose, poiché la convalida e il controllo delle spedizioni richiedono attualmente molto tempo e includono la prospettiva di un errore umano che può influire sul processo. Inoltre, le pratiche attuali consentono di tracciare la spedizione di un pacco attraverso il sistema di tracciamento interno dell'azienda sulla loro home page. Tuttavia, al momento, le informazioni sono spesso limitate ai "timestamp" di quando il pacco entra nel sistema di movimentazione del fornitore di servizi logistici. La registrazione di un pacco sulla blockchain, dunque, permetterebbe di seguire i movimenti lungo tutta la catena di approvvigionamento e di guadagnare informazioni più precise riguardo al momento della consegna.
- **Complessità.** L'aspetto che è emerso maggiormente nella letteratura rappresenta la complessità legata alla comprensione della tecnologia blockchain. In questa fase, la tecnologia è ancora considerata relativamente prematura causando la creazione di diverse definizioni che stanno portando

a fraintendimenti e malintesi. Finora, sembra che la blockchain sia complessa perché "ognuno ha una propria definizione di essa ed è un concetto molto astratto", caratterizzando la mancanza di una comprensione comune derivante dalla complessità della blockchain. Questa mancanza di comprensione comune può incoraggiare le organizzazioni a sviluppare il proprio sistema di blockchain senza essere progettato per l'interoperabilità. Nella supply chain questo potrebbe, ad esempio, portare alla costruzione di piattaforme per il tracciamento dei trasporti specificamente progettate per soddisfare le esigenze di un numero limitato di attori.

- Sperimentabilità e osservabilità. I risultati della letteratura attuale mostrano che le aziende preferiscono testare le soluzioni blockchain e che attualmente vengono sviluppate diverse prove per mostrare il valore di tale tecnologia. Per quanto riguarda l'osservabilità all'interno dell'innovazione a catena di blocco, l'immatunità della tecnologia e la mancanza di scala rendono difficile valutare i risultati empirici, indicando una maggiore ricerca e un'implementazione pratica prima di presentare le conclusioni. Tuttavia, sulla base di diverse prove, i fornitori IT stanno già presentando una stima dei risparmi sui costi derivanti dalla riduzione dei costi del lavoro e della documentazione. Secondo Di Gregorio e Nustad (2018), i risparmi sui costi derivanti da potenziali soluzioni blockchain sono relativamente facili da ipotizzare e quantificare confrontandoli ai costi di riferimento associati ai processi aziendali in corso, in particolare ai risparmi di costi derivanti da l'automazione e l'aumento dell'efficienza.

Relative advantage	<ul style="list-style-type: none"> - Facilitate origin tracking [2] - Reduction of transaction costs [32–34] - Exclusion of a centralized governmental institution [35] - Open access to information concerning the activities within the supply chain [36] - Provides actors with the choice of buying sustainable products and transport [36] - Customers gain the ability to evaluate the product or supplier before making a decision [37]
Compatibility	<ul style="list-style-type: none"> - Provides customers with the information they want concerning product origins and the freight route [12] - Reduces risk in regard to fraud or counterfeit goods [2,37,38] - Easier to execute transactions by using hashes instead of physical documents [37] - Use IoT for vehicle to vehicle communication [39] - Enables monitoring, tracking and tracing transports [40] - Better tracking, tracing and recycling of the product lifecycle [36]
Complexity	<ul style="list-style-type: none"> - Ease paperwork processing [2] - Effective usage of QR-codes, RFID, NFC-tags, WiFi, or iBeacons [36] - A network working on a platform in purpose of exchanging intangible and tangible resources [36] - Make load boards more reliable [39] - Multiple active platforms to just access both private and public [41]
Triability	<ul style="list-style-type: none"> - The extent of participation and information sharing is determined and regulated by the user [13] - Active participation is not compulsory [11]
Observability	<ul style="list-style-type: none"> - Effective tracking of fleet and vehicle performance history [39] - Operate the internet of things [2] - Simplifies exchange of goods and payment systems [35] - Gradual increase of blockchain start-ups, and active platforms [11]

Figura 24: Potenziale delle applicazioni blockchain sulla supply chain. Fonte: Badzar.

Secondo Iansiti e Lakhani, l'uso di applicazioni blockchain avverrà in diverse fasi di trasformazione e richiederà diversi livelli di collaborazione e di consenso, oltre a sforzi legislativi e normativi. Inoltre, i processi organizzativi, le capacità e le infrastrutture devono essere stabilite al fine di facilitarne l'attuazione. Questo porta alla domanda su quale applicazione blockchain offre la giusta opportunità per iniziare. Il framework di Iansiti e Lakhani può aiutare a categorizzare gli scenari di utilizzo aiutando così i manager a individuare le opportunità di business adeguate e i corrispondenti punti di partenza, come presentato nella figura 25.

Single-use	<ul style="list-style-type: none"> - Enables monitoring, tracking and tracing in-house transports [40] - Effective tracking of fleet and vehicle performance history [39] - Gradual increase of blockchain start-ups, and active platforms [11]
Localisation	<ul style="list-style-type: none"> - Ease paperwork processing [2] - The extent of participation and information sharing is determined and regulated by the user [13] - Active participation is not compulsory [11] - Facilitate origin tracking [2] - Provides actors with the choice of buying sustainable products and transport [36] - Customers gain the ability to evaluate the product or supplier before making a decision [37]
Substitution	<ul style="list-style-type: none"> - Provides customers with the information they want concerning product origins and the freight route [12] - Make load boards more reliable [39] - Reduces risk in regard to fraud or counterfeit goods [2,37,38] - Easier to execute transactions by using hashes instead of physical documents [37] - Open access to information concerning the activities within the supply chain [36] - Effective usage of QR-codes, RFID, NFC-tags, WiFi, or iBeacons [36] - Better tracking, tracing and recycling of the product lifecycle [36] - Use IoT for vehicle to vehicle communication [39]
Transformation	<ul style="list-style-type: none"> - Operate the internet of things [2] - Simplifies exchange of goods and payment systems [35] - Reduction of transaction costs [32–34] - Exclusion of a centralized governmental institution [35] - A network working on a platform in purpose of exchanging intangible and tangible resources [36] - Multiple active platforms to just access both private and public [41]

Figura 25. Fasi della trasformazione delle applicazioni blockchain nella supply chain.

Fonte: Badzar.

3.3. Piattaforma logistica distribuita integrata con IoT

Il concetto proposto per la piattaforma logistica combina due tecnologie: IoT e blockchain in un modo nuovo e innovativo. La struttura della piattaforma è una rete distribuita di nodi che forniscono o consumano diversi tipi di servizi. Esiste anche un terzo gruppo di nodi che sono nodi universali onnipresenti sulla piattaforma, come mostrato in figura 24. Non esiste un'autorità centrale per la supervisione dei nodi esistenti e delle loro azioni, ma si basa sul comportamento di attori affidabili che supportano la piattaforma di cui hanno bisogno. Ogni nodo è completamente autonomo e può comunicare e cooperare con gli altri nodi nel perseguimento dei suoi obiettivi. La proprietà principale della piattaforma è la modularità che supporta l'inclusione di un numero illimitato di tipi diversi di nodi in qualsiasi momento. L'idea principale è quella di definire un insieme di nodi elementari della piattaforma e le

interazioni di base tra essi. Poiché c'è la possibilità per gli altri utenti di aggiungere i propri moduli al registro condiviso ed estendere i nodi già esistenti, la piattaforma alla fine converge verso il sistema distribuito ottimale basato sulle richieste e sulle esigenze degli utenti dopo un certo intervallo di tempo.

Poiché tutte le parti della supply chain sono dotate di piccoli dispositivi IoT e il futuro della catena di fornitura si sta muovendo verso processi completamente automatizzati, teniamo in considerazione che i fornitori di servizi, come le aziende di trasporto, hanno digitalizzato i loro servizi in modo che siano in grado di connettersi alla rete internet in qualsiasi momento. L'IoT ha un ruolo importante nel colmare il divario tra il mondo fisico e quello virtuale e l'automazione della supply chain ha fatto un enorme passo avanti attraverso il coinvolgimento di questa tecnologia. Al giorno d'oggi, uno dei principali problemi di gestione della catena di fornitura è la crescente complessità dei sistemi che comporta difficoltà a valutare le prestazioni della filiera. Nel caso in questione, la tecnologia implementata dell'IoT nella supply chain consente un flusso, in tempo reale, di informazioni sullo stato attuale dei singoli componenti da qualsiasi parte del mondo. Fino ad ora, questi flussi di informazioni sono stati memorizzati solo in grandi data center o cloud, ma i dati non sono stati utilizzati per l'analisi e il miglioramento del sistema. Con la blockchain, i responsabili della supply chain stanno trovando nuovi modi per incorporare e ottimizzare la catena di fornitura. Molti ritengono che la blockchain sia il pezzo mancante del "puzzle" relativo all'IoT, in quanto consente accordi tra le parti senza intermediazione. Pertanto, due dispositivi intelligenti di parti opposte possono stipulare un accordo, sotto forma di smart contract, che non è suscettibile di corruzione e/o truffe. Sono, dunque, possibili ora le micro-transazioni tra dispositivi smart in un ambiente estremamente sicuro e

possono essere eseguite, senza l'interferenza dovuta agli interventi dell'uomo, se i dispositivi sono programmati in tal senso.

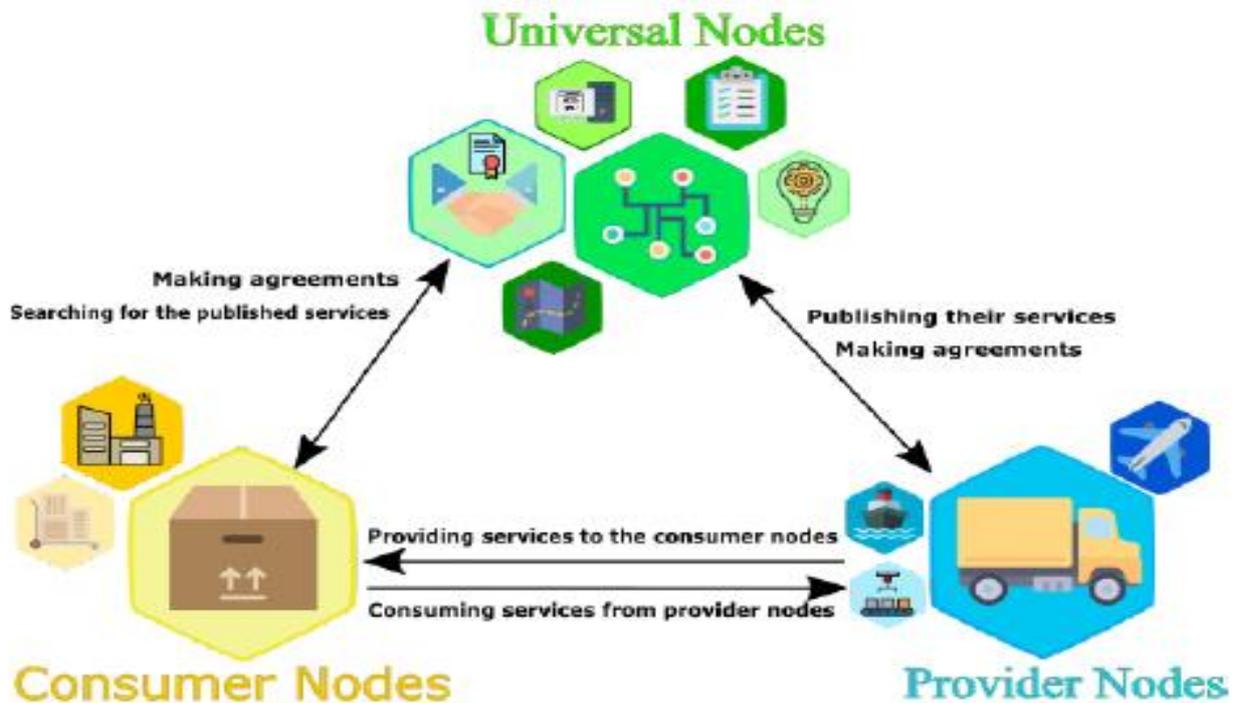


Figura 26: Concetto di piattaforma distribuita con IoT e blockchain. Fonte: Rozman N., Vrabic R., Corn M., Pozrl T., Diaci J., 2019.

Sulla piattaforma proposta possiamo impostare diversi tipi di nodi, ma ce ne sono alcuni fondamentali e necessari affinché la piattaforma stessa diventi operativa. Come spiega il nome, il nodo "Genesis" è il primo nodo della piattaforma e contiene tutte le informazioni su di essa. Serve come punto d'ingresso per i nuovi utenti che entrano a far parte della piattaforma. Il suo scopo è, dunque, quello di informare i nuovi utenti su come il sistema funziona e come creare nuovi nodi. Una delle funzioni del nodo è il possesso di una lista di tutti i nodi elementari sulla piattaforma e un modo per trovarli. Il nodo genesis è implementato come un contratto intelligente sulla blockchain e finché la rete è in funzione, tutte le informazioni del nodo genesis sono disponibili a tutti gli utenti.

Il nodo “Servizio” rappresenta gli attori che forniscono servizi nella supply chain. Nel concetto proposto, ogni servizio è rappresentato da un singolo nodo ed è abilitato ad interagire con gli altri nodi del sistema. Inoltre, ciò serve da ponte tra il sistema fisico e quello virtuale per i fornitori di servizi. Il principale componente di questi nodi è l'API (application programming interface) in qualsiasi forma vogliano, purché consenta agli altri nodi di utilizzarlo come mezzo di comunicazione su internet. L'obiettivo è che in futuro, l'intero processo di fornitura di un servizio diventi completamente automatizzato. La figura 25 rappresenta un esempio del nodo servizio, che fornisce il servizio di trasporto. Gli esempi più evidenti di nodi servizio sono le aziende di trasporto e i magazzini, ma ci sono anche altre possibilità come, ad esempio, le compagnie di assicurazione. Esse possono fornire un'assicurazione in caso di determinati eventi rischiosi che si verificano durante questo processo autonomo, come ad esempio, se il trasporto è in ritardo a causa di eventi imprevisti lungo il tragitto.

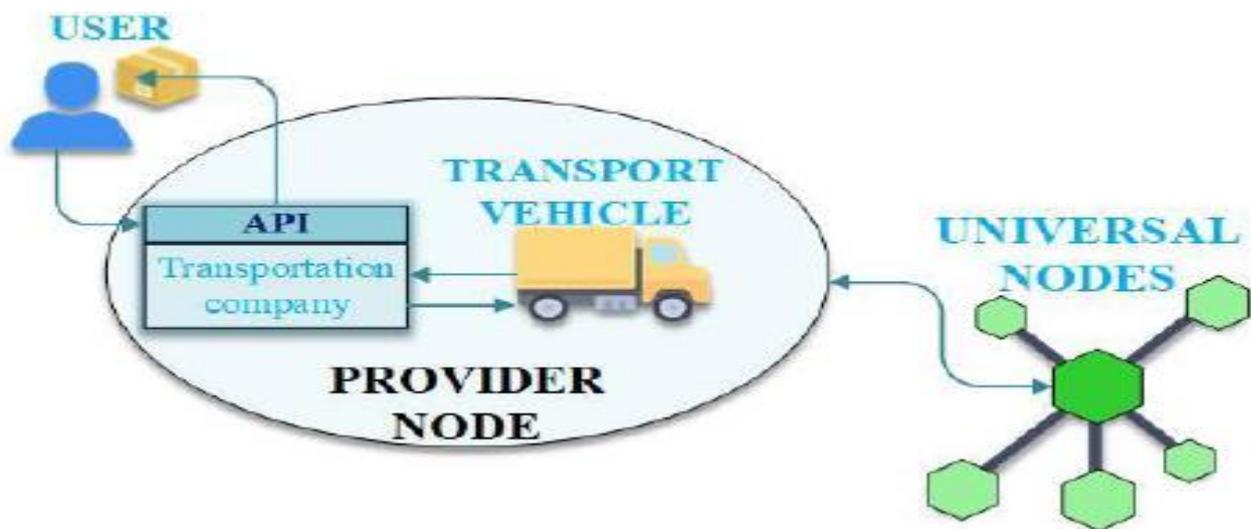


Figura 27: Il nodo servizio della piattaforma logistica integrata. Fonte: Rozman N., Vrabic R., Corn M., Pozrl T., Diaci J., 2019.

Quindi riassumendo, i nodi utente rappresentano ogni utente che accede alla piattaforma per comunicare o collaborare con altri nodi della piattaforma. Di solito, gli utenti sono alla ricerca di servizi forniti dai nodi servizi. Ad esempio, l'utente più comune probabilmente è una qualche azienda di produzione che sta cercando di memorizzare i trasporti dei propri prodotti e merci. Naturalmente, può anche essere un individuo che trova un certo uso nella piattaforma. I pacchetti stanno diventando sempre più intelligenti grazie all'utilizzo dell'IoT e l'idea è che in futuro i nodi potranno ordinare un trasporto o un deposito da soli. La piattaforma proposta, quindi, fornisce loro un modo per farlo, infatti, man mano che raggiungono il nodo servizio dei fornitori attraverso le loro API, possono ordinare un mezzo di trasporto per spostare

la merce in un altro magazzino di destinazione, dove hanno prenotato un posto di stoccaggio.

Quindi tecnicamente gli utenti della piattaforma preferirebbero essere pacchetti intelligenti piuttosto che le aziende che spediscono il prodotto. L'unico compito delle aziende sarebbe quello di programmare la logica del pacchetto in modo da trovare il più necessario in quel momento. Ad esempio, se l'obiettivo di un'impresa è che un pacchetto arrivi dal sito di produzione al cliente nel modo più veloce possibile, il pacchetto stesso avrebbe acquisito offerte da fornitori di trasporto e avrebbe scelto il più veloce possibile.

Il nodo utente è composto da due parti: un pacchetto fisico e una rappresentazione virtuale di esso sotto forma di software per computer. Il pacchetto fisico è dotato di un dispositivo IoT che integra un piccolo microcomputer, abbastanza potente da consentire la comunicazione con quello virtuale e la gestione dei componenti ausiliari per il monitoraggio della sua posizione e altri dati del sensore che sono importanti per il proprietario del pacchetto come temperatura, umidità, accelerazione e altri. La ragione alla base della virtualizzazione del pacchetto è quella di garantire la sostenibilità del sistema. Tutti i processi di gestione che richiedono più calcoli vengono eseguiti lontano dal pacchetto su alcune altre risorse di calcolo come personal computer, server, clouds o blockchains. In questo modo lo "smart packaging" trasporta meno elettronica ed è più facile da riciclare, inoltre, si può anche riutilizzare l'imballaggio in caso di necessità di trasferire la proprietà a livello virtuale. Lo scopo principale del nodo di interfaccia è quello di fornire un accesso facile agli utenti di determinati nodi con le loro funzioni e informazioni. Per mantenere l'idea di un sistema distribuito l'implementazione del nodo di interfaccia avviene tramite una pagina web decentralizzata basata sulla tecnologia peer-to-peer, oppure anche tramite pagine web tradizionali. Un esempio di un nodo interfaccia potrebbe essere una pagina web decentralizzata che estende il nodo genesis. In questo modo, sarà verosimile che i nuovi utenti cerchino su internet la piattaforma e tutte le informazioni su come si può essere coinvolti nel sistema.

Quando più nodi della piattaforma raggiungono un accordo, il nodo "Agreement" si occupa di scriverlo sotto forma di contratto. Con l'utilizzo della blockchain e degli smart contracts, i termini di un accordo possono essere implementati in un programma di "self-execution". La stesura di un accordo si effettua in quattro fasi principali come mostrato in figura 26. Tutti gli accordi sono scritti pubblicamente sulla blockchain, mentre il contenuto del accordo può essere criptato per consentire la privacy delle parti coinvolte. Ad esempio, quando un nodo utente accetta un'offerta per il trasporto di un pacco da determinati fornitori di trasporti, il nodo agreement lo scrive, con i termini specifici dell'accordo nello smart contract. La firma viene siglata

con le chiavi private delle parti in causa, in questo modo si garantisce l'autenticità della stessa oltre che, ovviamente, del contratto. Lo smart contract blocca anche alcuni dei fondi di entrambi i le parti, in vista della possibilità che una delle parti stia violando i termini dell'accordo. In questo caso, il fondo bloccato della parte che non rispetta il contratto viene trasferito alla parte lesa secondo criteri predefiniti.

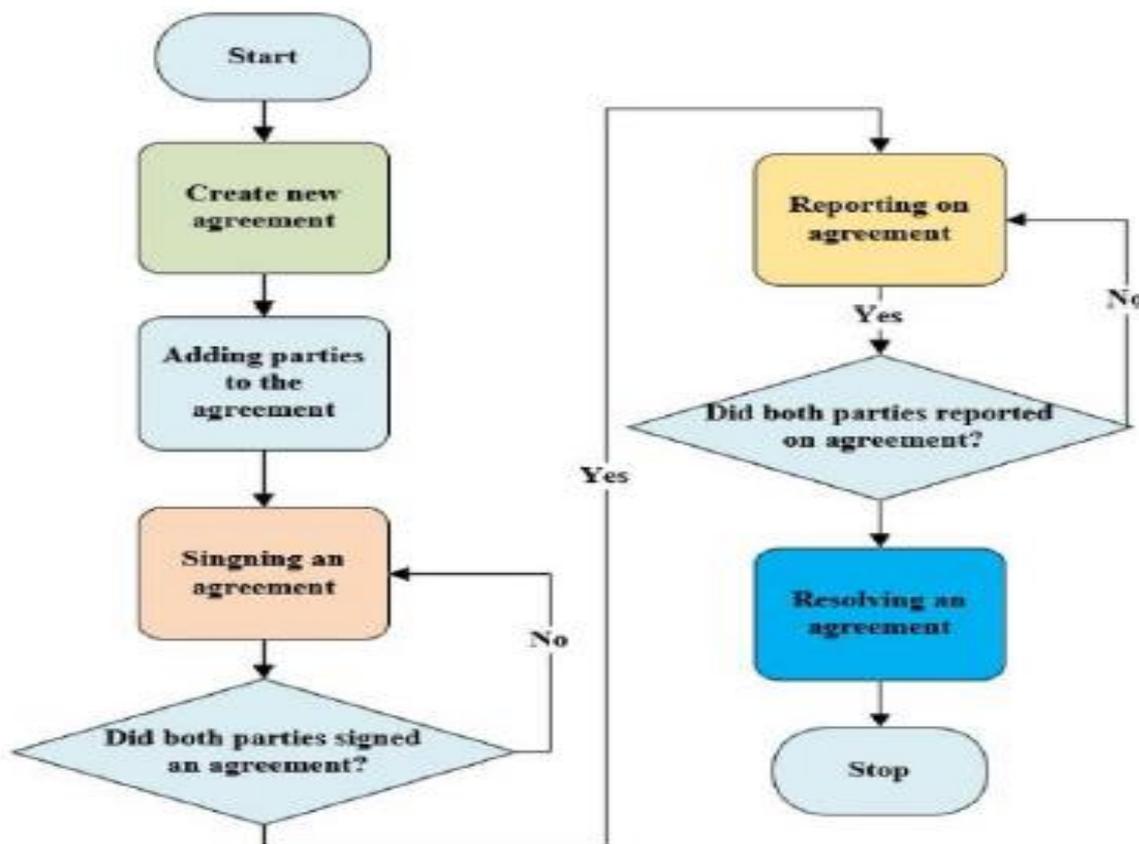


Figura 28: Diagramma di flusso relativo alla stipulazione di un accordo nel nodo agreement. Fonte: Rozman N., Vrabic R., Corn M., Pozrl T., Diaci J., 2019.

Nel caso in cui entrambe le parti adempiano alla loro parte di un accordo, tutti i fondi bloccati vengono restituiti ai precedenti proprietari.

Il nodo “Mappatura” serve come elenco di connessioni tra le informazioni. Può connettere solo l'indirizzo del nodo con il tipo di nodo o può contenere connessioni molto più complicate come un meccanismo di “discovery” per le API dei nodi servizio. L'implementazione del nodo di mappatura è, anch'esso, uno smart contract su una rete blockchain. Si sfrutta, cioè, le proprietà di questa rete come database decentralizzato e immutabile nel tempo per rendere la piattaforma robusta e decentralizzata.

Affinché i nodi si possano trovare e scambiare messaggi, le reti distribuite hanno un servizio relativo ad un meccanismo di “scoperta”. Nel concetto di piattaforma proposto, questo meccanismo è implementato tramite il nodo ARN (address resolver

node) che mappa l'indirizzo dei nodi con il loro indirizzo IP. Il nodo ARN ha tutte le proprietà del nodo di mappatura e il suo funzionamento è analogo al meccanismo DNS che mappa i nomi dei domini con gli indirizzi IP. Esso, inoltre, contiene le informazioni relative agli indirizzi di tutti i nodi servizio in modo che i nodi utente sono in grado di comunicare con loro e di gestire la propria catena di approvvigionamento. Questa struttura, dunque, si basa sulle piattaforme che implementano gli smart contracts, come Ethereum o EOS. La piattaforma contrattuale intelligente definisce come gli smart contracts sono scritti e come costruire un contratto intelligente API che permetta agli altri nodi di comunicare con esso. Il nodo ARN consente l'inserimento di elenchi pubblici che forniscono servizi utilizzati dai nodi che consumano tali servizi. Ad esempio, se un nuovo nodo fornitore di servizi di trasporto vuole iniziare ad offrire i suoi servizi si registra con il nodo ARN e i suoi servizi sono pubblicamente disponibili per l'utilizzo da parte dei nodi utente.

Il nodo di "Rating" serve alla piattaforma come mezzo per calcolare il rating per ogni utente in base alle sue azioni. La funzionalità della piattaforma è quella di escludere gli attori malevoli e tale nodo è un modo per farlo. I calcoli delle valutazioni vengono effettuati a partire dai dati attendibili di altri nodi, in particolare dal nodo agreement dove si può trovare scritto quando un attore ha rotto i termini di un accordo. Le valutazioni, comunque, possono anche essere calcolate in altri modi. Gli utenti con la migliore valutazione vengono ricompensati, finanziariamente o in altri modi, al fine di promuovere un uso equo e obiettivo della piattaforma.

4. SVILUPPO DI UN BUSINESS MODEL

4.1. Definizione ed elementi chiave di un business model

4.1.1. Definizione di business model

Negli ultimi anni, il mercato europeo e quello mondiale stanno subendo dei cambiamenti improvvisi e significativi dovuti a diversi processi come la globalizzazione, lo sviluppo delle ICT (tecnologie dell'informazione e della comunicazione) e le crisi economiche globali. Tutti questi elementi impongono alle aziende di cambiare le loro strategie e modelli di business al fine di combattere contro le sfide imposte dall'ambiente competitivo. Questo cambiamento diventa ancor più necessario nel caso di piccole e medie imprese, più esposte alla perdita di competitività proveniente dai cambiamenti del mercato. Le interazioni tra aziende e gli altri attori del mercato sono considerate un fattore chiave nello sviluppo di attività di successo e al fine di evidenziare questi elementi, un chiaro modello è cruciale per definire una strategia corretta. Dal panorama attuale, sta emergendo la necessità di cambiare il modo di gestire un business in maniera radicale, iniziando, quindi, dalla ridefinizione del suo modello concettuale.

Un modello di business può essere usato come strumento per incoraggiare i cambiamenti aziendali e per adattare l'impresa al contesto competitivo attuale. Il termine "modello di business" è relativamente recente. Sebbene apparve per la prima volta nell'articolo accademico nel 1957 (Bellman, Clark et al. 1957) e nel titolo e sommario di un documento "Educatori, Elettroni, e Modelli di Business: Un Problema in Sintesi" nel 1960 (Jones, 1960), esso assunse importanza solo verso la fine degli anni '90.

Una possibile definizione di business model viene data da Osterwalder, Pigneur & Tucci nel 2005, quando spiegarono che si tratta di uno strumento concettuale che contiene un set di elementi e le loro relazioni e permette di esprimere la logica di business di una specifica azienda. È una descrizione del valore che una impresa offre ad uno o più segmenti di clienti e dell'architettura dell'azienda e la sua rete di partners atta a creare, mettere sul mercato e consegnare questo capitale di valore e relazioni, per generare flussi di reddito vantaggiosi e sostenibili.

I modelli di business e la strategia sono concetti distinti ma connessi, in quanto il primo espone la logica della creazione di valore per i clienti, come l'organizzazione dell'azienda può rispondere al meglio ai bisogni dei clienti, generare entrate, e trarre

profitto. La strategia, invece, definisce gli obiettivi considerando le caratteristiche ambientali e le risorse disponibili e delinea le iniziative e le politiche necessarie a ottenere una posizione competitiva sostenibile.

Diversi strumenti per la definizione della strategia e dei modelli di business sono basati su grafici e schemi visivi. Le mappe sono normalmente usate come rappresentazione grafica della strategia e dei problemi correlati, mentre il business model canvas è usato per definire un modello di business. Il business model canvas è molto probabilmente lo strumento più usato oggi per la rappresentazione grafica dei problemi correlati alla strategia, in particolare il modello di business. È uno schema semplificato per rappresentare e proiettare modelli di business e identificare nuove alternative strategiche. Esso punta a fornire uno schema comune per descrivere con facilità e maneggiare i modelli di business in organizzazioni di ogni genere, incluse multinazionali, non-profit e start-up. Infatti, negli ultimi anni è anche diventato uno strumento molto comune nello sviluppo dei piani di business delle start-up.

L'importanza del modello di business si comprende in quanto è uno strumento che aiuta le aziende a:

- precisare dove si trova il business nella catena del valore;
- determinare cosa ottiene il consumatore da essa;
- prevedere il futuro successo di un business;
- ottenere successo;
- realizzare una base per sfruttare al meglio la tecnologia innovativa;
- provare una nuova idea per vedere se mantiene la promessa iniziale di successo;
- scrivere una chiara mission e vision del business;
- creare un set di valori che possono aiutare a condurre il business;
- produrre un'analisi chiara dell'industria, includendo opportunità e rischi;
- realizzare un profilo dei potenziali clienti;
- realizzare un piano d'azione e un programma per raggiungere scopi e obiettivi;
- sviluppare una descrizione dei prodotti e dei servizi offerti;
- sviluppare una spiegazione delle strategie di marketing;
- realizzare un manuale per i nuovi dipendenti descrivendo l'azienda e le sue attività;
- realizzare una sintesi, che può essere usata per introdurre il business a fornitori, venditori o finanziatori.

Numerose ricerche nel campo dell'imprenditorialità hanno mostrato che un'azienda difficilmente può avere successo senza un buon modello di business chiaro e

completo. Quindi negli ultimi anni esperti e imprenditori di aziende di successo hanno dedicato molti sforzi e personale allo sviluppo di modelli di business, in particolare per renderli conformi ai loro obiettivi e all’impatto desiderato del loro business.

4.1.2. Classificazione dei business models

Ci sono diverse classificazioni di modelli di business, tra le altre vi è quella presentata da M. Rappa, il quale ha definito nove modelli di business di base:

- broker;
- siti di pubblicità;
- infomediari;
- rivenditori online;
- vendita diretta;
- affiliazione;
- creazione di comunità;
- abbonamenti;
- servizi a consumo.

L.M. Applegate (2001) ha proposto quattro categorie base di modelli di business:

Categoria base del modello di business	Descrizione del modello	Dettagli del Modello
<i>Modello del distributore dedicato</i>	Consente l’accesso a prodotti e servizi in un settore o un mercato selezionato	Modello di vendita al dettaglio, vendita sul mercato, aggregatore, intermediazione e scambio.
<i>Modello Portale</i>	Consente l’accesso ad un portale online di beni o servizi per consumatori	Portale orizzontale, collegamenti in rete
<i>Modello Produttore</i>	Consente di vendere prodotti e componenti direttamente dal produttore	Modello creatore, modello di operatore di servizi, educatore, consulente
<i>Modello fornitore delle infrastrutture</i>	Consente ai clienti di ricevere servizi online	Modello di portale orizzontale (e.-service) e modello verticale (ASP)

Figura 29: Classificazione dei business models secondo Applegate. Fonte: basato su L.M. Applegate (2001).

P. Weill e M.R. Vitale (2001), basandosi su casi studio di aziende famose, hanno proposto otto modelli di business atomici, nella figura 30, attraverso la presentazione

dei loro obiettivi 9 strategici, guadagni, fattori critici di successo e le competenze richieste al fine di applicarli efficientemente.

Nome del modello	Descrizione del modello
<i>Fornitura di contenuti</i>	Consente l'accesso ai contenuti (informazione, prodotti e servizi digitali) attraverso il mediatore
<i>Fornitura diretta al cliente</i>	Fornisce prodotti e servizi direttamente ai clienti, senza mediatori
<i>Fornitura di servizi completi</i>	Soddisfa i bisogni del cliente in un settore specifico (es. finanziario, assicurativo) direttamente dai fornitori e i mediatori
<i>Intermediario</i>	Collega consumatori e fornitori attraverso la concentrazione delle informazioni sui clienti.
<i>Infrastruttura condivisa</i>	Raccoglie diverse aziende attraverso la realizzazione di accessi alle infrastrutture IT comuni, le quali offrono servizi non disponibili sul mercato
<i>Integratore netto di valore</i>	Coordina trasferimenti di informazioni e prodotti ai mediatori e ai clienti
<i>Comunità virtuale</i>	Collega un gruppo di persone con interessi simili in una comunità virtuale, richiedendo pagamenti ai membri
<i>Concentratore di servizi</i>	Consolida tutti i servizi e consente l'accesso attraverso un punto di contatto

Figura 30. Classificazione dei business models secondo Weill e Vitale. Fonte: basato su P. Weill and M.R. Vitale (2001).

Gli autori suggeriscono che la classificazione proposta è la base per tutti i modelli di e-business. Inoltre, essi evidenziano che i modelli possono essere configurati diversamente al fine di sviluppare un modello di business adatto alle necessità di un'azienda. C. Baden-Fuller e V. Mangematin (2013) hanno proposto quattro tipi di modelli di business.

Nome del modello	Descrizione del modello
Modello del Franchising (rete del fast food)	Un modello semplice indirizzato a vari clienti, in cui sono percepiti forti collegamenti gerarchici tra diverse persone.
Modello strategico di consulenza specializzata	Un modello indirizzato a clienti selezionati. Esiste un collegamento tra l'azienda e il cliente senza soggetti aggiuntivi nella catena del valore.
Modello del giornale	Un modello bilaterale, il quale consiste in due tipi di clienti - consumatori e inserzionisti, che rappresentano ambienti diversi e diversi settori di attività.
Modello ricerca web	

Figura 31. Classificazione dei business models secondo Baden-Fuller e Mangematin.
Fonte: basato su C. Baden-Fuller e V. Mangematin (2013).

La tipologia proposta dagli autori si rivolge a quattro aspetti significativi dell'attività di business:

- l'identificazione dei clienti;
- l'impegno con i consumatori;
- l'aumento del valore;
- il profitto.

Secondo gli autori, la classificazione presentata mostra i rapporti tra un'azienda, i clienti e la finanza in modo complesso e presenta i modelli usati nella pratica o i modelli che possono essere usati dalle aziende, indipendentemente dal settore di attività.

4.1.3. Elementi chiave di un business model

Lo strumento più utilizzato per progettare modelli di business è il business model canvas mostrato in figura 32.

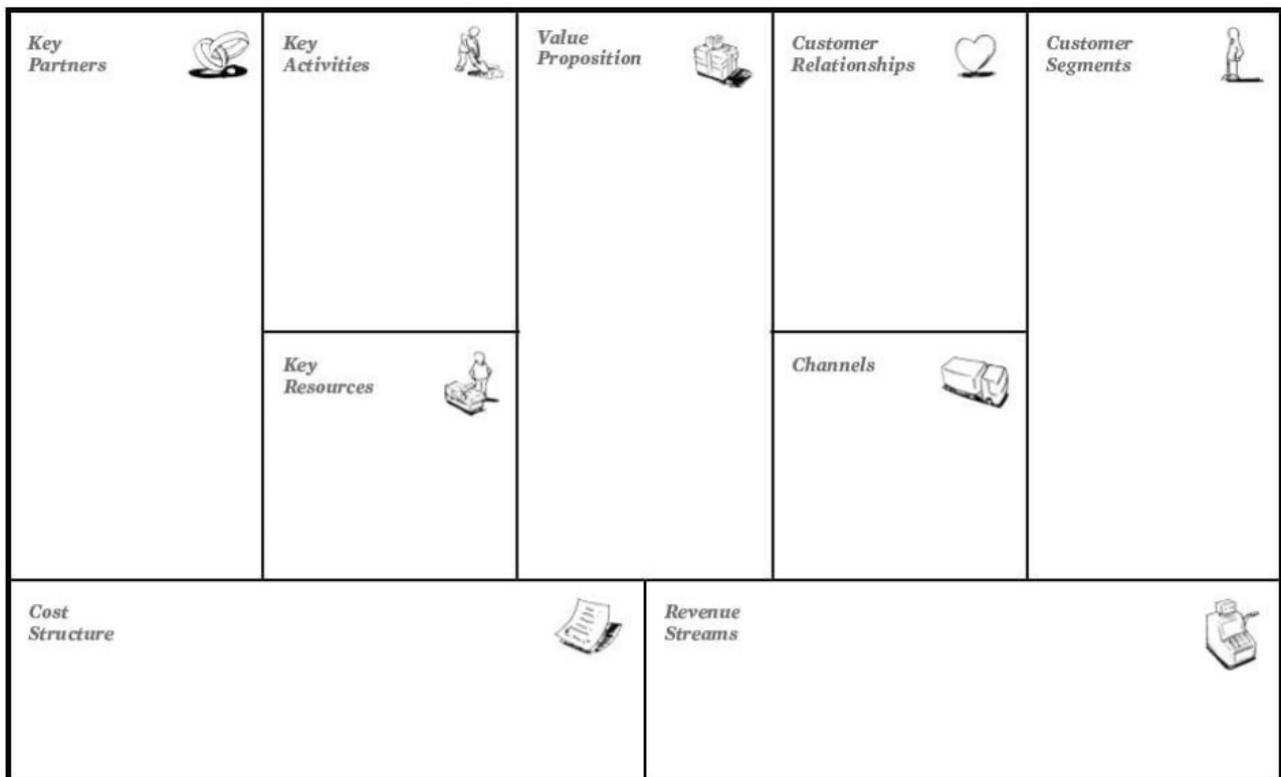


Figura 32: Esempio generico di un business model canvas. Fonte: <https://www.businessmodelcanvas.it>.

Gli elementi chiave, di un business model così strutturato, sono i seguenti:

1. Partner chiave. Esso descrive la rete di fornitori e partner che fanno funzionare il modello di business. È molto importante tenere a mente i seguenti fattori quando si formano le partnership:
 - accordi di buona partnership;
 - definizione delle aspettative;
 - impatto sui clienti;
 - situazione win-win: affinché una partnership sia sostenibile, occorre che i guadagni siano individuabili per entrambe le parti;
 - selezionare le partnership.

Quando la partnership è creata, è vantaggioso analizzare la natura della collaborazione basandosi sulle seguenti domande chiave:

- quali partnership sono cruciali per il nostro business?
- chi sono i nostri fornitori più importanti?
- quali dei nostri fornitori e partners assicurano le nostre risorse chiave?
- che tipo di partnership si adatterà meglio ai nostri bisogni?
- qual è il miglior cluster o supply chain dove dovremmo essere collocati?

Queste domande possono servire a creare un quadro generale chiaro adattabile alle strategie di cambiamento del mercato.

2. Attività chiave. Esse includono le attività più importanti che un'azienda deve eseguire per far funzionare il proprio modello di business. Infatti, al fine di avere successo, un'azienda deve effettuare tutte le azioni chiave che sono in primo luogo dettate dal suo modello di business.

Quando si pianificano le attività chiave, è necessario saper rispondere alle seguenti domande:

- che genere di attività sono cruciali per il nostro business?
- che genere di attività sono cruciali per i nostri canali di distribuzione?
- che genere di attività sono importanti se vogliamo mantenere i nostri rapporti con i clienti?
- che genere di attività sono fondamentali per i nostri flussi di reddito?

Alcune attività chiave tipiche che sono comunemente praticate dalla maggior parte delle organizzazioni sono elencate di seguito:

- ricerca & sviluppo;
- produzione;
- marketing;
- vendite e servizi per i clienti.

3. Risorse chiave. Questo elemento descrive cos'è necessario per avere successo in un'azienda. Dal momento che ogni impresa deve avere accesso a delle risorse, l'insieme di quelle necessarie riguarda significativamente il successo di un'impresa o, al contrario, la mancanza di esso. Ci sono diverse classificazioni delle risorse. Per esempio, Michael Gordon, nel suo libro *"Entrepreneurship"* (2009) ha distinto sei tipi di risorse: risorse umane, risorse materiali, risorse finanziarie, risorse di conoscenza, risorse infrastrutturali e l'immaginazione. Il teorico di business svizzero, Alexander Osterwalder, suggerisce di trovare risposte alle domande:

- quali risorse chiave sono richieste dalla nostra proposta di valore?
- quali risorse sono richieste dai nostri canali di distribuzione, relazioni con i clienti e flussi di reddito?

Basandosi su queste domande, è possibile dividere le risorse chiave nelle seguenti categorie: materiali, intellettuali, umane e risorse finanziarie:

- Risorse materiali. Esse riguardano i beni materiali, come le infrastrutture di produzione, costruzioni, veicoli, dispositivi, macchinari, reti punti di vendita o reti di distribuzione.
- Risorse intellettuali. Esse si riferiscono, ad esempio, al marchio commerciale, la competenza dell'autore, brevetti, diritti d'autore, collaborazioni, banca dati della clientela.

- Risorse umane. Esse sono cruciali nei lavori manuali o intellettuali che richiedono competenze trasversali e creatività. Un modello appropriato di cultura organizzativa nell'azienda rafforza le relazioni tra dipendenti e dipendenti e tutte le altre persone che ad esse associate.
- Risorse finanziarie. Ogni azienda necessita di capitali a tutti gli stadi del suo sviluppo e, per applicare il modello di business, è necessario ottenere specifiche risorse finanziarie. Questo tipo di risorse dell'organizzazione comprendono il "cash" (in cassa e sul conto corrente bancario), titoli, crediti, prestiti e garanzie.

4. Struttura dei costi. Essa comprende tutte le spese, che sono importanti nell'attività dell'azienda e differisce, dunque, dall'elemento delle risorse chiave che descrive, invece, cos'è necessario per avere successo in un'azienda. Perciò avendo in mente l'aspetto finanziario, dovremmo rispondere alle seguenti domande:

- quali sono i costi principali che sono generati nella nostra azienda?
- quali risorse chiave sono più costose?
- quali azioni chiave richiedono un maggiore investimento finanziario?

In diversi modelli di business, un compito particolarmente importante è mantenere i costi relativamente contenuti. Quindi, si può distinguere tra le due categorie di strutture:

- struttura focalizzata sui costi, dove mantenere una struttura a basso costo necessita di ridurre sempre i costi se è possibile. Può essere assicurato abbassando i costi della produzione, utilizzando al massimo la meccanizzazione ed i servizi esterni nella produzione.
- struttura focalizzata sulla qualità, dove alcune aziende fanno più attenzione alla qualità dei prodotti.

La struttura dei costi può riguardare:

- Costi fissi, che rappresentano i costi che l'azienda sostiene anche nei periodi in cui la produzione è nulla, come ad esempio quelli sostenuti per le attività mensili, come l'amministrazione e la contabilità. I costi fissi sono la componente maggiore dei costi totali per molte aziende, specialmente per i fornitori di servizi, inclusi ristoranti, cinema, teatri e hotels.
- Costi variabili, che cambiano in proporzione alla quantità di beni prodotti e di servizi forniti, come quelli associati al noleggio di fattori variabili di produzione, per esempio lavoro o materie prime. Le aziende che hanno firmato contratti con dipendenti e fornitori di materie prime, potrebbero ottenere flessibilità tramite occupazioni a tempo ridotto o part-time, assunzioni stagionali di personale o acquisto di materie prime in grandi quantità.

5. Relazioni con i clienti. Essa definisce il tipo di relazione tra un'azienda e ciascun segmento di clientela. Questo elemento rappresenta una delle parti fondamentali di ogni azienda, in quanto il suo successo e la sopravvivenza passano dalla giusta identificazione della relazione che l'azienda vuole stabilire con i suoi specifici segmenti di clientela. Un modello di segmentazione della clientela è quello rappresentato nella figura 33.



Figura 33: Modello di segmentazione della clientela. Fonte: <https://www.fieldboom.com/blog/customer-segmentation>.

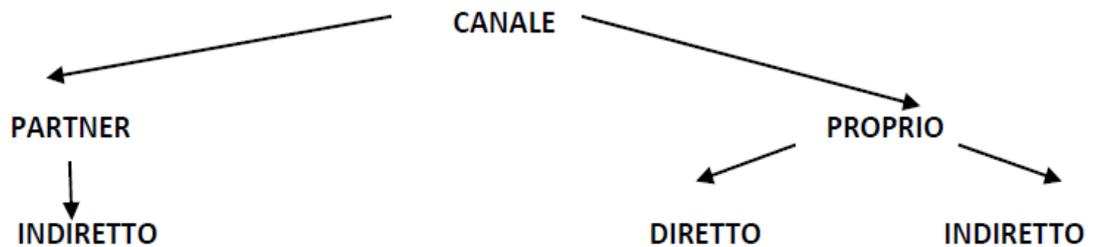
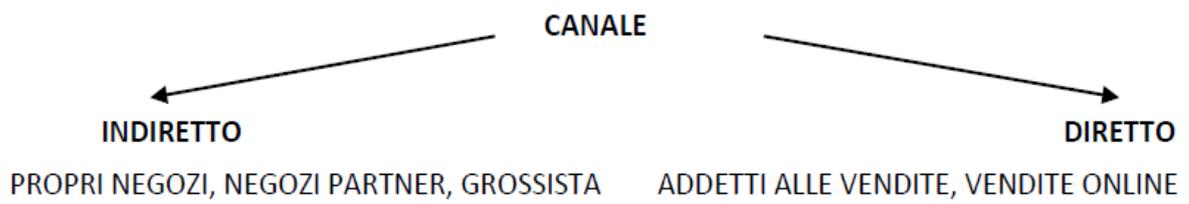
Possono essere sviluppati diversi tipi di relazioni con i clienti. Ciascuno di essi può riguardare il modello di business in modi differenti, in base alle specifiche necessità e desideri di ciascun cliente. Ci sono diverse categorie di relazioni con i clienti, come mostrato nella figura 34.

Nome della relazione	Descrizione della relazione
<i>Assistenza personale</i>	Interazione umana tra un reale rappresentante dell'azienda e i clienti, come l'assistenza, che può essere attuata durante o dopo il processo di vendita.
<i>Assistenza personale dedicata</i>	Continua (normalmente oltre un lungo periodo di tempo) interazione umana tra un reale rappresentante dell'azienda e una particolare cerchia di clienti (l'esempio può essere un key account manager, che mantiene relazioni personali con clienti importanti).
<i>Self-service</i>	Interazione indiretta tra un'azienda e i suoi clienti. Vengono forniti ai clienti strumenti e spiegazioni.
<i>Servizi automatici</i>	Self-service, integrato con i processi automatizzati. Il sistema è in grado di identificare i singoli clienti e le loro
	preferenze.
<i>Comunità</i>	Interazione diretta tra diversi clienti e le comunità online dell'azienda, che permette di condividere conoscenza e risolvere problemi comuni ai diversi clienti.
<i>Co-creazione</i>	Relazione personale tra un'azienda e i clienti creata attraverso il contributo diretto dei clienti al risultato finale dei prodotti o servizi.

Figura 34: Categorie di relazioni con i clienti. Fonte: Osterwalder & Pigneur (2010).

6. Canali di comunicazione. Essi rappresentano punti di contatto con il cliente e giocano un ruolo importante nell'esperienza di quest'ultimo. Ci sono cinque principali fasi del canale – consapevolezza, valutazione, acquisto, consegna,

post-vendita; che possono essere differenziate in base al tipo di canale.



Ogni canale di vendita presenta propri vantaggi e svantaggi. Quelli diretti hanno margini di profitto più alti e sono meno costosi da mantenere, mentre i canali indiretti permettono di estendere la portata dell'azienda ma portano a margini di profitto più bassi.

	Fase del Canale	Cosa fare nella fase del canale?
1	Consapevolezza	Come aumentiamo la consapevolezza sui prodotti e servizi della nostra azienda?
2	Valutazione	Come aiutiamo i clienti a valutare la proposta di valore della nostra azienda?
3	Acquisto	Come permettiamo ai clienti di acquistare prodotti e servizi specifici?
4	Consegna	Come consegniamo una proposta di valore ai clienti?
5	Post-vendita	Come forniamo assistenza post-vendita al cliente?

Figura 35: Categorie di relazioni con i clienti. Fonte: Osterwalder & Pigneur (2010).

Le funzioni dei canali sono le seguenti:

- accrescere la consapevolezza tra i clienti sui prodotti e servizi dell'azienda;
- aiutare i clienti a valutare la proposta di valore dell'azienda;
- permettere ai clienti di acquistare prodotti e servizi specifici;
- consegnare una proposta di valore ai clienti;

- fornire ai clienti supporto post-vendita.

È di enorme importanza trovare il giusto mix di canali per soddisfare il modo in cui il cliente vuole essere raggiunto quando si porta una proposta di valore sul mercato. Il giusto mix di canali può anche massimizzare il reddito dell'azienda.

7. I flussi di reddito. Essi sono collegati agli utili che un'azienda ottiene sottraendo i costi dal reddito prodotto da ciascun segmento di clientela. Un'azienda deve analizzare da dove viene il reddito e chi pagherà per quale valore e quando. Deve anche definire i margini in ciascun mercato e scoprire le ragioni da cui sono derivati. metodi che possono essere usati sono i seguenti, secondo Osterwalder & Pigneur (2010):

- Vendita di beni, che si riferisce al trasferimento dei diritti di proprietà di un prodotto fisico dal venditore al compratore.
- Quota di utilizzo, ovvero una tariffa che è normalmente addebitata dai fornitori del servizio ai clienti per usarlo. Un dottore può far pagare il paziente, secondo il numero e la natura dei trattamenti, e il paziente paga quando è sotto terapia.
- Quote di iscrizione, quando un utente richiede accesso a lungo termine o continuo ai prodotti dell'azienda, si paga un abbonamento. Per esempio, una palestra può vendere un abbonamento annuale al suo cliente.
- Prestito/affitto/leasing, dove alcune aziende forniscono ai loro clienti diritti esclusivi sui loro prodotti per un lasso di tempo limitato e per una rata. Una volta finito questo periodo, l'azienda riprende la proprietà del prodotto. L'azienda beneficia di reddito costante dal cliente per il periodo citato, mentre il cliente ha l'accesso esclusivo al prodotto per la durata che ha richiesto, senza dover fare un notevole investimento.
- Licenze, ovvero una concessione che è generalmente usata quando si parla di prodotti, servizi o idee che rientrano sotto la classificazione della proprietà intellettuale. È comune nell'industria di tecnologia, in cui i possessori del brevetto ne concedono l'uso ad altre aziende e fanno pagare una tassa di concessione.
- Costi di intermediazione, che si ha quando un'azienda agisce da intermediario per facilitare la comunicazione e le transazioni tra due o più parti e fa pagare un compenso di mediazione. Un esempio è quando un'azienda di selezione del personale assegna un candidato ad un'organizzazione che cerca una particolare serie di abilità. L'azienda normalmente prende una percentuale della retribuzione lorda dall'azienda, dal candidato o da entrambi.
- Pubblicità, quando le aziende che percepiscono una quota attraverso la promozione di un'altra organizzazione, prodotto o servizio e fanno

pagare una tariffa pubblicitaria per il loro servizio. Per tradizione questo genere di reddito era comune solo nel settore pubblicitario. Tuttavia, in tempi recenti, con la diffusione di internet e dell'e-commerce, molti siti web stanno usando anche questo come principale flusso di reddito.

Questi dettagli permettono di valutare quale flusso di reddito è remunerativo per un'azienda.

8. Proposta di valore. Essa descrive i benefici che i clienti possono aspettarsi dai prodotti e servizi di un'azienda. Un prodotto può avere una o più proposte di valore che forniscono valore attraverso vari elementi. Gli elementi della proposta di valore sono:
 - Innovazione. Alcune proposte di valore sono basate sul carattere di novità o originalità che forniscono. Questo elemento entra in gioco normalmente per i prodotti di alta tecnologia.
 - Performance. Una miglior performance è stata il tratto caratteristico di molte offerte di prodotto nel corso degli anni, in cui la maggior parte delle industrie prosperano per decenni con versioni migliorate delle performance degli stessi prodotti.
 - Personalizzazione. I consumatori moderni credono nell'espressione di sé stessi e nell'individualismo. Si aspettano che i prodotti che usano siano un'estensione della loro personalità e un mezzo attraverso il quale comunicare i loro valori e le loro priorità al mondo.
 - Svolgere il lavoro. Quando un prodotto aiuta un consumatore o un'azienda a raggiungere lo scopo finale, la sua proposta di valore è quella di aiutare a svolgere il lavoro. Un prodotto la cui proposta di valore è di aiutare a svolgere il lavoro potenzia la produttività del cliente e lo aiuta a concentrarsi su dettagli più rilevanti.
 - Design. La maggior parte delle marche di abbigliamento ricavano ingenti guadagni mettendo prezzi alti, in quanto hanno un design superiore alle altre marche.
 - Brand o status. Design e brand/status possono essere raggruppati perché la loro attrattiva è abbastanza simile. Le persone si affezioneranno al design per lo status percepito del nome del brand stesso, che passa dal proprietario al consumatore.
 - Prezzo. Uno degli elementi più comuni della proposta del valore è basato sul prezzo. Ci sono molte aziende che entrano nel mercato con l'impegno di fornire un prodotto o servizio più economico delle opzioni esistenti sul mercato.
 - Riduzione del costo. I prodotti e i servizi offerti al miglioramento della capacità del cliente di ridurre i costi che avrebbe sostenuto per

soddisfare la proposta di valore. La tecnologia ha giocato un ruolo molto importante nell'aiutare i consumatori a ridurre i costi.

- Riduzione dei rischi. Minore è il rischio associato all'acquisto di un prodotto o servizio, maggiore è il valore che il cliente ricava da esso. Una riduzione del rischio associato all'acquisto riduce le preoccupazioni del consumatore.
- Accessibilità. Un'altra componente chiave per una proposta di valore efficace e solida è di rendere disponibile un prodotto o un servizio che in precedenza era inaccessibile ad un segmento di clientela. Le tecnologie innovative e le variazioni nei modelli di business hanno entrambi condotto a offrire accessibilità a clienti che non ne disponevano.
- Convenienza e usabilità. Fornire ai consumatori un prodotto che aumenta la loro convenienza e fruibilità è una proposta di valore molto forte e quella sulla quale le aziende hanno costruito imperi e leggende attorno.

Avere una proposta di valore riconoscibile e comunicata in modo semplice è sempre più importante nel mondo moderno, dove le persone sono bombardate da informazioni da parte dei media e dove ci sono numerosi competitors per il business di un'azienda. Le aziende di successo creano le loro proposte di valore in modo unico prima di entrare nel mercato e progettano le loro operazioni di business, in accordo con le loro proposte di valore.

4.2. Principali attori coinvolti nella supply chain del lusso

4.2.1. Retailers del settore del lusso

Gli attori coinvolti in una generica supply chain del lusso sono molteplici. Facendo riferimento alla classificazione precedente in ruoli legati alla produzione e ai servizi, in merito ai primi rivestono un ruolo fondamentale i dettaglianti o retailers.

Il concetto di "retailing" non possiede una definizione univoca ed universalmente accettata, ma è possibile utilizzare alcuni concetti per cercare di fornirne un'immagine più chiara, in particolare, si può dire che esso consista nel: "Vendere in piccole quantità direttamente al consumatore finale", oppure "nell'attività di vendita rivolta direttamente al consumatore finale, per un suo uso personale e non

commerciale " (Kotler & Keller, 2012). I rivenditori interagiscono con il cliente finale in una rete di fornitura. Sono, infatti, sia acquirenti che venditori di beni e servizi, quindi hanno anche loro bisogno di acquistare i prodotti che offrono e negoziare tali articoli con i fornitori (Sullivan & Adcock, 2002). Un rivenditore o un punto vendita è una qualsiasi impresa il cui volume di vendite proviene principalmente dalla vendita al dettaglio. Quindi, qualsiasi organizzazione che venda ai consumatori finali, sia che si tratti di un produttore, di un grossista o di un rivenditore, pratica retailing indipendentemente come vengano venduti i prodotti o i servizi (di persona, per posta, telefono, distributore automatico o su Internet) o dove (in un negozio, per strada o nella casa del consumatore). Lo scopo principale di tale attività, è quello di soddisfare le esigenze, i desideri e la volontà di uno specifico gruppo di clienti, attraverso una combinazione di:

- merci (in piccole quantità), cioè il trasferimento di proprietà di un oggetto tangibile;
- servizi: ossia un livello appropriato di supporto.

Tutto ciò al fine di ottenere un vantaggio competitivo rispetto ad i propri competitors, come l'aumento del profitto e della quota di mercato. Da un punto di vista prettamente economico, il retailing ha lo scopo di fornire un reale valore aggiunto, e quindi dei benefici o utilità ai propri clienti, questo partendo dalla soddisfazione di quattro aspetti fondamentali:

- forma: il prodotto deve essere accettabile per il cliente, quindi prodotti finiti e servizi e non materie prime;
- luogo: le offerte sono disponibili in un luogo appropriato dove un cliente desidera acquistare;
- tempo: i rivenditori rendono disponibili le offerte in un momento adatto al loro cliente;
- possesso: i rivenditori facilitano il trasferimento della proprietà al cliente.

Il settore del retailing è sempre più considerato un'attività importante nell'economia moderna ed il suo impatto sulla società in generale è prontamente riconosciuto. Questa accettazione è un riflesso di una serie di fattori: ad esempio, la vendita al dettaglio rappresenta una parte significativa dell'economia, impiega gran parte della forza lavoro e oggi i rivenditori sono tra le organizzazioni più grandi e sofisticate al mondo. Una volta erano i marchi dei produttori ad essere i più importanti, gli ultimi anni hanno invece testimoniato il potere, sempre più crescente, dei marchi dei rivenditori, sfidando la posizione dei fornitori. Nelle economie sviluppate, il settore del commercio al dettaglio è infatti ormai caratterizzato da catene multiple su larga scala gestite da organizzazioni potenti e sofisticate, due esempi sono Walmart e Carrefour. Il potere delle singole organizzazioni di vendita al dettaglio è in crescita:

ora sono paragonabili e persino più grandi di molti produttori, il che indica il crescente predominio dei rivenditori all'interno dell'intera catena di approvvigionamento.

L'unica costante nel commercio al dettaglio è il cambiamento e, infatti, il ritmo di sviluppo della vendita al dettaglio sta accelerando. Stiamo assistendo all'emergere di nuove forme di vendita al dettaglio, in parte come risposta alla domanda di consumatori sempre più sofisticati. Il mercato sta diventando più segmentato, con formati di vendita al dettaglio che si concentrano sulle esigenze di particolari gruppi di consumatori. Il risultato di ciò è lo sviluppo di un ambiente di vendita più complesso.

Gli elementi chiave del retailing possono essere esposti come segue:

- L'enfasi sul consumatore finale: è fondamentale e diversa dall'attenzione al cliente, infatti, un consumatore è l'utente finale di un acquisto (B2C), mentre un cliente può averlo acquistato per uso personale, ma anche come parte della propria attività(B2B): gli acquisti per uso aziendale o industriale non sono normalmente operazioni al dettaglio.
- Momento di consumo: si riferisce al momento in cui l'oggetto acquistato viene utilizzato per la prima volta. Questo può essere immediato (comporta simultaneamente acquisto e utilizzo, il che è tipico dei servizi) o ritardato (incorpora un intervallo di tempo tra l'acquisto e l'uso).
- Controllo dell'esperienza d'acquisto: si riferisce alla capacità di gestire e manipolare l'ambiente in cui il cliente prende una decisione d'acquisto. Le aziende con un livello più elevato di controllo dell'esperienza d'acquisto sono quelle più vicine al consumatore come: i fornitori di servizi (aziende che si occupano principalmente di consumi immediati, come il cinema) e i rivenditori (prevedono il consumo ritardato quando vendono prodotti tangibili).

I rivenditori vengono spesso definiti "intermediari" tra produttori e grossisti per i consumatori, ciò è ottenuto dall'aggiunta di servizi e dalla presenza di uno store in una posizione conveniente per fornire un canale di distribuzione di successo.

Riassumendo, la maggior parte dei produttori non vende i propri beni direttamente agli utenti finali; tra di loro ci sono una serie di intermediari che svolgono una varietà di funzioni. Questi intermediari costituiscono un canale di distribuzione. Esso rappresenta l'insieme di percorsi che un prodotto o servizio segue dopo la produzione, culminando nell'acquisto (retailing) e nel consumo da parte dell'utente finale. Sono insiemi di organizzazioni interdipendenti che partecipano al processo di messa a disposizione di un prodotto o servizio per l'uso o il consumo. Attraverso i loro contatti, esperienza, specializzazione e scala operativa, gli intermediari rendono le merci ampiamente disponibili e accessibili ai mercati di destinazione, offrendo di solito all'azienda più efficacia e efficienza di quella che potrebbe ottenere da sola. Un

canale di distribuzione svolge il lavoro di spostare merci dai produttori ai consumatori. Supera il tempo, il luogo e le lacune di possesso che separano beni e servizi da coloro che ne hanno bisogno o li vogliono. Tali intermediari possono assumere configurazioni e livelli differenti, come mostrato in figura 36.

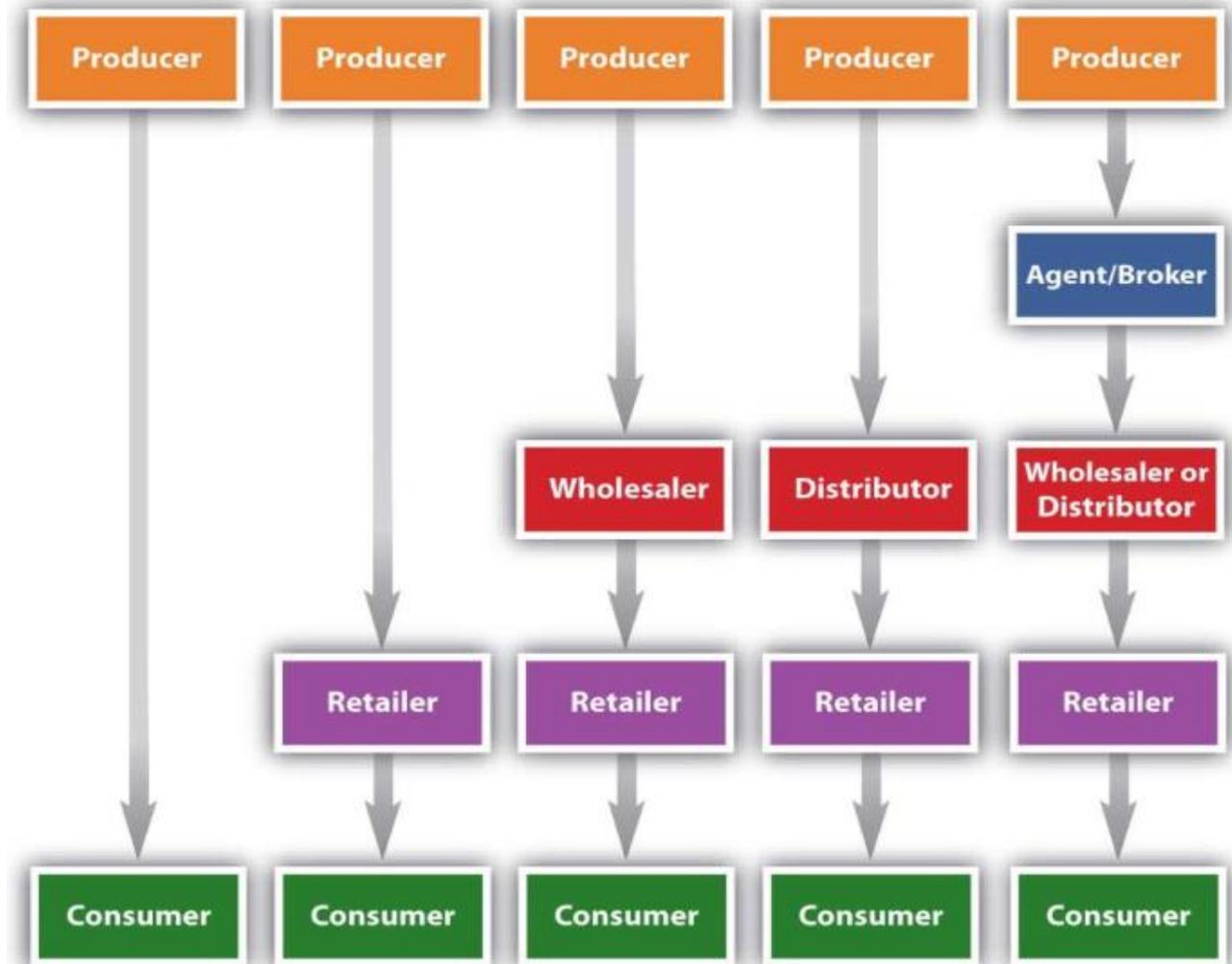


Figura 36: Configurazione dei canali di distribuzione. Fonte: Elaborazione personale.

- Un canale a livello zero, detto anche canale di distribuzione diretto (prima colonna nella Figura 36), consiste in un produttore che vende direttamente al cliente finale. Alcuni esempi sono le vendite porta a porta, feste domestiche, vendita per corrispondenza, telemarketing, vendita TV, vendita su Internet e negozi di proprietà del produttore.
- Un canale indiretto, invece, prevede una serie di intermediari che si frappongono tra il produttore ed il consumatore finale, e questo può avvenire su più livelli (le rimanenti colonne della Figura 36). In questo caso ottenere informazioni sugli utenti finali ed esercitare il controllo diventa più difficile per il produttore, in quanto aumenta il numero di livelli del canale.

Lo Store è uno degli elementi più importanti della strategia del retailing, tra cui:

- posizione dello store: store/non store, area geografica, sito, display del negozio;
- procedure operative: personale, tipo di gestione, orari di apertura;
- beni o servizi offerti: una o più categorie di prodotti (basso, medio o alto);
- pricing: prezzi di prestigio, competitivi o di penetrazione sul mercato;
- atmosfera del negozio e servizio clienti: strutture fisiche, attenzione del personale, politiche di restituzione e consegne;
- promozione: pubblicità, programmi di fidelizzazione della clientela, politiche di vendita personale e di promozione delle vendite.

Le principali caratteristiche di uno store, che devono essere correttamente gestite e progettate, sono: location, format, display e merchandising. L'obiettivo, attraverso questi aspetti, è quello di stimolare e guidare il comportamento dei consumatori e creare un vantaggio competitivo sostenibile rispetto ai competitors. Al giorno d'oggi i consumatori possono acquistare beni e servizi presso 3 principali tipi di rivenditori:

- store retailer;
- non-store retailer, come la vendita diretta porta a porta, marketing diretto che include il telemarketing e la vendita su Internet, distributori automatici, macchine e servizi di acquisto, rivenditori senza magazzino per i dipendenti di grandi organizzazioni;
- organizzazioni di rivenditori aziendali, come corporate retailing e franchising.

Al variare dei formati degli store retailer, variano anche le dinamiche competitive e di prezzo. I "discount", ad esempio, competono molto più intensamente tra loro rispetto ad altri formati. I rivenditori, inoltre, soddisfano le più svariate preferenze dei consumatori per livelli di servizio e servizi specifici. In particolare, i rivenditori possono posizionarsi tra quattro livelli di servizio:

- Self-service: caratterizza tutte le operazioni di sconto. Molti clienti sono disposti a svolgere il proprio processo "locate-compare-select" per risparmiare denaro.
- Self-selection: i clienti trovano i propri prodotti, anche se possono chiedere assistenza.
- Servizio limitato: questi rivenditori offrono più beni e servizi, come i privilegi di credito e di restituzione della merce. I clienti hanno bisogno di maggiori informazioni ed assistenza.
- Servizio completo: i venditori sono pronti ad assistere in ogni fase del processo "locate-compare-select".

L'elevato costo del personale, unitamente alla maggior quantità di beni speciali e articoli e dai numerosi servizi, si traducono in vendita al dettaglio ad alto costo.

Esistono diversi tipi di store, coerenti con la proposta di valore offerta ai clienti. Ad ogni tipo di negozio corrisponde un diverso livello di prodotti (marche e assortimenti offerti), dimensioni e posizione dello showroom e modo in cui i prodotti o servizi vengono venduti. Un formato è un sistema per fornire valore agli acquirenti e, allo stesso tempo, creare un vantaggio competitivo sostenibile per il rivenditore. Sulla base della sua value proposition, il rivenditore deve scegliere il formato che offre il miglior valore ai propri clienti come mostrato in figura 37. Tale scelta deve essere effettuata sulla base della considerazione dei seguenti aspetti:

- varietà, assortimento e dimensioni del mix di prodotto richiesto;
- servizio e struttura clienti;
- store design, display e ambientazione, che includono le condizioni visive e non visive nell'ambiente del punto vendita tra cui temperatura, illuminazione, musica, livelli di rumore e qualità dell'aria;
- pricing;
- accessibilità: luogo, tempo di percorrenza, parcheggio, ore di servizio.

Specialty store: Narrow product line. The Limited, The Body Shop.
Department store: Several product lines. JCPenney, Bloomingdale's.
Supermarket: Large, low-cost, low-margin, high-volume, self-service store designed to meet total needs for food and household products. Kroger, Safeway.
Convenience store: Small store in residential area, often open 24/7, limited line of high-turnover convenience products plus takeout. 7-Eleven, Circle K.
Drug store: Prescription and pharmacies, health and beauty aids, other personal care, small durable, miscellaneous items. CVS, Walgreens.
Discount store: Standard or specialty merchandise; low-price, low-margin, high-volume stores. Walmart, Kmart.
Extreme value or hard-discount store: A more restricted merchandise mix than discount stores but at even lower prices. Aldi, Lidl, Dollar General, Family Dollar.
Off-price retailer: Leftover goods, overruns, irregular merchandise sold at less than retail. Factory outlets; independent off-price retailers such as TJ Maxx; warehouse clubs such as Costco.
Superstore: Huge selling space, routinely purchased food and household items, plus services (laundry, shoe repair, dry cleaning, check cashing). Category killer (deep assortment in one category) such as Staples; combination store such as Jewel-Osco; hypermarket (huge stores that combine supermarket, discount, and warehouse retailing) such as Carrefour in France and Meijer in the Netherlands.
Catalog showroom: Broad selection of high-markup, fast-moving, brand-name goods sold by catalog at a discount. Customers pick up merchandise at the store. Inside Edge Ski and Bike.

Figura 37: Principali tipi di store. Fonte: Kotler & Keller (2012).

Nella situazione del mercato attuale, è possibile dunque individuare le principali minacce ed opportunità per i rivenditori con store fisici, infatti, per cinque anni consecutivi, un'indagine di PwC ha dimostrato che una percentuale significativa di consumatori globali, acquista in negozio almeno una volta alla settimana, pertanto, il negozio fisico non sta scomparendo, ma è la capacità di renderlo più “appealing” che sta sempre più diventando un aspetto fondamentale per il retailing. Per migliorare l'esperienza del cliente in store, la tecnologia e le conoscenze pertinenti del prodotto sono diventate un vero elemento di differenziazione. Per quanto concerne le minacce è possibile individuare l'elevata pressione competitiva operata dai rivenditori online (e.g., Amazon, Zalando) e magazzini e discount; inoltre ciò a cui si va in contro è il così detto Rischio “Showrooming” (“Cross-Channel free riding” - Veroef, 2015), ciò avviene quando i negozi al dettaglio diventano showroom in cui i consumatori cercano i prodotti e poi finiscono per acquistare questi prodotti online, dove i prezzi sono generalmente inferiori. Le opportunità, invece, si identificano nella possibilità da parte dei rivenditori di offrire esperienze uniche ed indimenticabili ai consumatori, costruendo ambienti, servizi ed attività engaging, che catturano il consumatore e lo portano alla fidelizzazione con il brand o rivenditore.

4.2.2. Consumatori del settore del lusso

Un altro fondamentale attore facente parte della supply chain del lusso sono i consumatori del lusso. Secondo alcuni studi, è possibile classificarli in categorie, sulla base di alcune variabili che permettono di individuarne un profilo preciso e comune per categoria. Han, Nunes e Dréze (2010), propongono una tassonomia che assegna i consumatori ad una di quattro gruppi sulla base della loro ricchezza e necessità di status, dimostrando come la preferenza di ogni gruppo per i beni di lusso con marchio evidente o poco appariscente corrisponda prevedibilmente al loro desiderio di associarsi o dissociarsi con membri del proprio e di altri gruppi. Queste categorie, come mostrato in figura 38, sono:

- “Patricians”: molto ricchi, preoccupati di associarsi con altri patrizi piuttosto che dissociarsi da altre classi di consumatori;
- “Parvenus”: molto ricchi, sono preoccupati innanzitutto e soprattutto di separarsi o dissociarsi dai non abbienti, mentre contemporaneamente si associano ad altri più vicini al loro status sociale, sia patrizi che parvenus;
- “Poseurs”: fortemente motivati all'acquisto di beni di lusso e per ragioni di affermazione di status. Tuttavia, non possiedono i mezzi finanziari per permettersi prontamente dei beni di lusso autentici, eppure vogliono associarsi

con i parvenus e di associarsi da altri individui meno abbienti. Dunque, sono particolarmente inclini ad acquistare beni di lusso contraffatti.

- “Proletarians”: non acquistano per affermare un particolare status e non possono o non si interessano di beni di lusso che invece tendono a esaltarlo.

Signal Preference and Taxonomy Based on Wealth and Need for Status

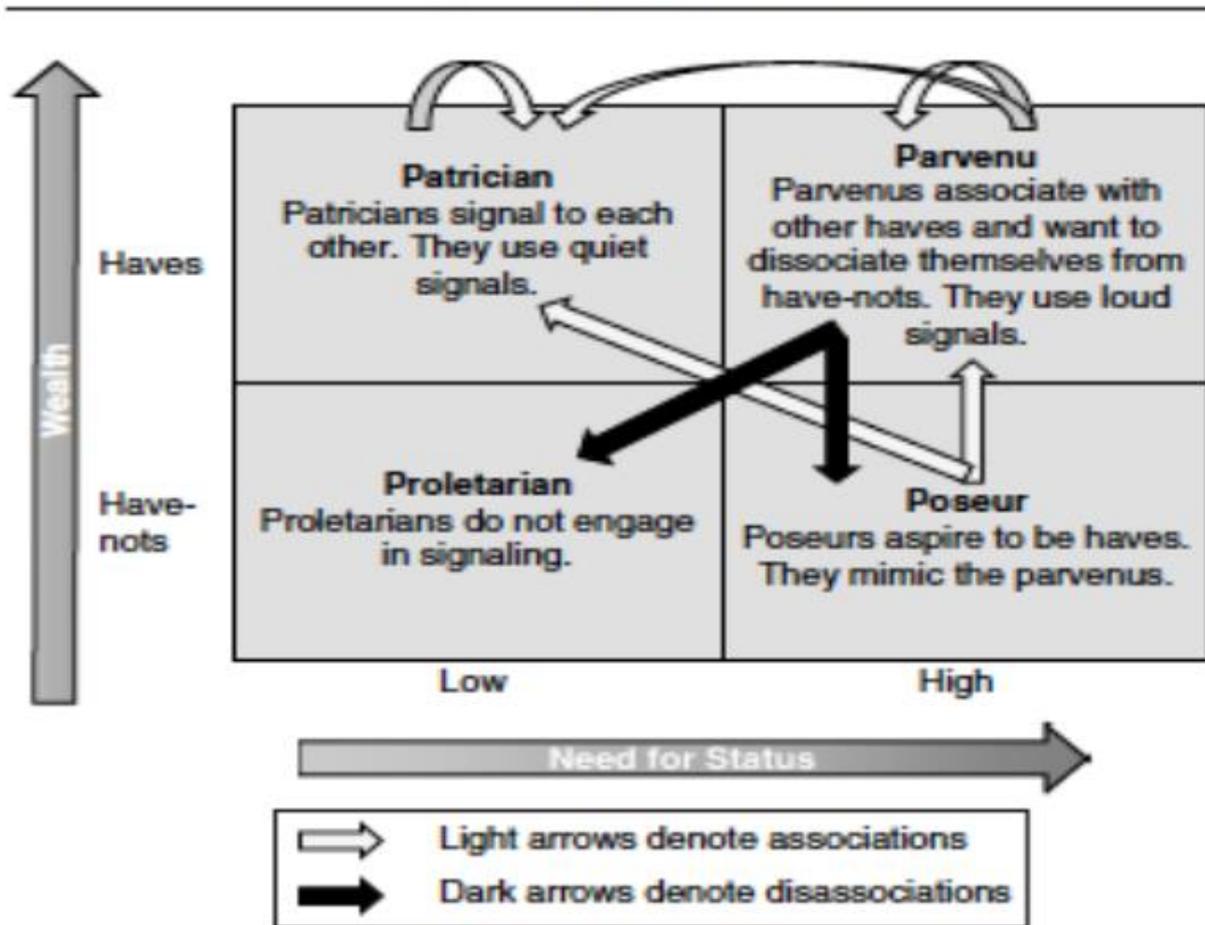


Figura 38: Tassonomia basata sul benessere e il bisogno di status. Fonte: Han, Nunes e Dréze (2010).

Nella figura 38, gli assi riportano sull'ascissa la necessità di esternare il proprio status sociale e sull'ordinata il livello di benessere delle categorie; invece, per quanto riguarda le frecce interne, quelle bianche rappresentano la volontà di associazione con le categorie da esse indicate, le frecce nere, viceversa, la volontà di dissociazione da quella categoria. Amatulli C. e Guido G. (2012), invece, nel loro studio, concettualizzano la dicotomia del consumo di beni di lusso sulla base di sei dimensioni: da un lato ostentazione, materialismo e superficialità (riferiti al lusso come dichiarazione sociale) e, dall'altro lato stile di vita individuale, emozione/edonismo e cultura (riferiti al lusso come stile individuale). Questo studio,

dunque, delinea due principali profili di consumatori che acquistano beni di lusso per motivi sostanzialmente opposti. Il consumo di lusso può essere basato su ragioni che sono legate sia a motivi "esterni", che sono, quindi, "interpersonali", sia a motivazioni "interne" o "personali". Nel primo caso, l'acquisto di prodotti di lusso è stimolato dal desiderio di approvazione sociale; si basa su "fattori sociali" ed è influenzato dall'interazione con gli altri e dall'opinione di altre persone. Nel secondo caso, invece, il loro acquisto è più strettamente correlato alle emozioni, agli stati d'animo e alle sensazioni personali dei clienti. Pertanto, i prodotti di lusso possono essere consumati per il riconoscimento sociale, lo status sociale e il desiderio di elitarismo o per uno scopo personale ed edonistico.

Amatulli C. e Guido G. (2012), esplorano le dimensioni che maggiormente caratterizzano le due tipologie di consumo di lusso, al fine di suggerire due approcci al retail del lusso per le aziende: da un lato si individuano l'ostentazione, il materialismo e la superficialità, dall'altro lato, invece, si parla di stile di vita individuale, emozioni/edonismo e cultura. La figura 39 mostra come questa concettualizzazione definisce due approcci opposti al consumo di lusso, infatti individua strutture dei due paradigmi di consumo di lusso opposte e riassume i principali fattori e stimoli che li caratterizzano e le principali implicazioni manageriali all'interno di un contesto di retail.

Consumption approach	Dimensions/customer's needs	Retail management implications
		<ul style="list-style-type: none"> Prestigious locations in prestigious areas.
	Materialism	<ul style="list-style-type: none"> Cross-selling and up-selling strategies. Visual merchandising emphasising the consistency among the items of the collection Sales force able to point out the big amount of products offered by the brand and to emphasise the necessity to own more than one single item of the same collection
	Superfluosity	<ul style="list-style-type: none"> Understanding of the specific social context of each store, and in particular of the target customer. Assortment and sales force emphasising the non-functional attributes of the product, privileging the aesthetical and symbolical meanings (purchases that go beyond basic needs).
Consumption approach	Dimensions/customer's needs	Retail management implications
Internalised luxury	Individual lifestyle	<ul style="list-style-type: none"> Intimate but highly involved experience (discreet store ambience/architecture, warm and intimate involving store atmospherics based on the brand lifestyle). Sales force able to point out the value of the offer without pushing the purchase. Sales force able to understand the lifestyle of the customers and the corresponding right products for them. Sales force able to greatly follow customers during their shopping experience also leaving them the time to find the best product for themselves. Assortment based on high-quality products. Assortment based on fair price items (value for money). Sales force able to interact with the customers emphasising product quality. Extensive customer service.
	Emotions/hedonism	<ul style="list-style-type: none"> Sales force able to welcome and follow customers in their store visit in the most pleasant way. Merchandise organised within the store with aim to be directly experienced by the clients. Store concepts able to make customers living a pleasant and memorable experience. In-store marketing tools for stimulating all senses of the customers (e.g. scent and music). Specific strategies concerning for example store layout, lighting and architecture. Loyalty programmes, events hosted in the store.
	Culture	<ul style="list-style-type: none"> Necessity to cultivate customers' interest through cultural initiatives. Opportunity to emphasise in the store the culture behind the brand (e.g. presenting videos regarding the handmade productions or the history of the company). Specific retail spaces completely dedicated to cultural events. Co-branding activities and events, in collaboration with brands strongly established in the cultural/artistic field. Choice of the locations also based on the presence in the area of cultural attractions, places, or stores. Development of websites not only as online stores but also as platforms to associate the brand to cultural values.

Figura 39: Implicazioni della dicotomia del lusso nel retail. Fonte: Amatulli C. e Guido G. (2012).

Per quanto riguarda la sfera del consumo “externalised” le dimensioni fortemente correlate sono le seguenti:

- **Ostentazione:** la teoria del consumo lega i beni di lusso all’ostentazione di ricchezza per l’affermazione di uno status. Se i consumatori acquistano beni di lusso come indicatori di ricchezza e per ostentare potere e status sociale, i prodotti rimangono attraenti solo finché i prezzi raggiungono livelli elevati o, addirittura aumentano, mentre al contrario una diminuzione degli stessi, renderebbe tali prodotti meno esclusivi. I consumatori con questa peculiarità, vogliono distinguersi dalle masse e il loro desiderio di prodotti specifici diminuisce all'aumentare del numero di consumatori che acquistano quegli stessi prodotti. Alcuni consumatori, invece, possono acquistare prodotti di lusso semplicemente perché molte altre persone li hanno già acquistati, seguendo dunque il loro gruppo di riferimento e acquistando lo stesso prodotto (effetto "carrozzone"). Di conseguenza, i manager dei punti vendita, devono porre grande attenzione alla selezione della merce (in termini di ampiezza e profondità), tenendo conto del fatto che il loro target obiettivo desidera acquistare merci costose. Le aziende potrebbero anche decidere di selezionare gli articoli da esporre, in base al livello di prominenza del logo sugli stessi. Inoltre, il ruolo del personale di vendita si dimostra cruciale, in quanto la forza vendita deve essere in grado di enfatizzare la visibilità del logo sul prodotto, l'alto posizionamento dei prezzi della collezione e l'alto livello di riconoscibilità.
- **Materialismo:** è una caratteristica che caratterizza gli individui che considerano il possesso di oggetti materiali come essenziali per la loro identità e che sono influenzati dalla quantità di beni acquistati, questi ultimi sono spesso collegati al fenomeno della "democratizzazione" del lusso. Richins (1994) ha scoperto che le persone materialiste sono più propense a valutare prodotti costosi e noti al pubblico, e Wong (1997) ha sottolineato che i consumatori materialisti preferiscono utilizzare i beni in situazioni pubbliche, piuttosto che utilizzarli solo privatamente. Di conseguenza, per soddisfare le esigenze materialistiche di questi clienti, i responsabili delle vendite di società di lusso, devono concentrare le loro strategie di vendita sul ruolo specifico e unico che ciascun prodotto ha all'interno di una collezione di prodotti, migliorando le prestazioni di cross-selling e up-selling. Per cross-selling si intende è una pratica di vendita comune nell'ambito del marketing che prevede la vendita di un prodotto aggiuntivo ad un cliente già acquisito.

L'obiettivo può essere quello di aumentare il fatturato derivante da una specifica commessa e/o fidelizzare meglio un cliente offrendogli un servizio che, in precedenza, non fornivamo. Invece, per up-selling è una tecnica di vendita in cui un venditore invita il cliente ad acquistare articoli più costosi, aggiornamenti o altri componenti aggiuntivi per generare più entrate.

- Superficialità: è un elemento comunemente associato al lusso. Secondo Berry (1994), i clienti tendono ad opporsi al lusso con la nozione di necessità. Un prodotto di lusso non è necessario per la sopravvivenza e non mostra caratteristiche funzionali, ma piuttosto vantaggi aggiuntivi di diversa natura, appare come un insieme di elementi definiti superflui (Thomson 1987). Esso è relativo in quanto assume forme diverse da persona a persona e dipende dall'umore e dall'esperienza del consumatore. Le percezioni sul lusso, inoltre, dipendono anche dal contesto sociale: ciò che è un lusso per una persona può essere un bisogno per un'altra (Berry, 1994). I retailers dovrebbero prendere in considerazione lo specifico contesto sociale in cui si trova ogni store, con l'obiettivo di capire meglio dove sono situati i confini tra necessità e lusso. L'assortimento selezionato per i negozi deve infatti essere coerente con l'idea di enfatizzare prodotti caratterizzati da attributi non funzionali ma più estetici e simbolici.

Le dimensioni del consumo internalizzato sono invece:

- Stile di vita individuale: considerando che un individuo ha due "volti", uno sociale esterno e uno privato interno (Tsai 2005), ogni persona, secondo la propria personalità, può lasciare che uno di questi due lati prevalga sull'altro quando si prendono decisioni d'acquisto. Gli individui orientati al lusso interiorizzato rafforzano il loro sé interiore e mostrano una personalità più attenta al sé "privato" piuttosto che "pubblico", perseguendo la coerenza tra l'immagine del prodotto e il proprio io interiore, cioè tra prodotti e atteggiamenti personali e valori (ad esempio, tra brand di lusso e stili di vita individuali). Il consumo di lusso internalizzato, in realtà, come espressione dello stile di vita dell'individuo, si basa sulla concezione soggettiva della bellezza e, quindi, sulla percezione estetica individuale (cioè la propria personale sensibilità estetica). I manager dei punti vendita, devono quindi raccogliere informazioni e determinare gli attributi di stile di vita del proprio mercato di riferimento (o della base di clienti) e quindi confrontarlo con lo stile di vita rappresentato dai loro brand, con l'obiettivo di analizzare coerenza o contraddizioni.
- Emozioni ed edonismo: come descritto da Hagtvedt e Patrick (2009), i consumatori sono sempre più alla ricerca di prodotti che forniscano loro

benefici di tipo emotivo. Vigneron e Johnson (2004) hanno sottolineato che: "i consumatori del lusso, sono considerati consumatori edonistici quando cercano ricompense personali e soddisfazioni acquisite tramite l'acquisto ed il consumo di prodotti valutati sulla base dei loro benefici emotivi soggettivi e per le loro proprietà intrinsecamente gradevoli, piuttosto che per i loro benefici funzionali". La maggior parte degli acquisti di prodotti di lusso sono spinti da motivi edonistici, ricerca di emozioni e piacere, ciò che Tsai (2005) ha definito "piacere auto-diretto", o un'intensa e autodeterminata esperienza (Snell, Gibbs e Varey, 1995). Di conseguenza, i manager degli store, hanno l'opportunità di offrire grandi esperienze di shopping ai loro clienti. Possono concentrarsi sulla gestione degli stimoli nel punto vendita, con l'obiettivo di fornire il coinvolgimento emotivo previsto.

- **Cultura:** Okonkwo (2009) ha sottolineato che il lusso è una cultura e una filosofia che richiede comprensione dell'adozione delle pratiche commerciali. Inoltre, Beverland (2004) ha incluso la cultura nelle risorse principali di un brand di lusso, che sono: integrità del prodotto, emergere dal valore, cultura, storia, marketing e sponsorizzazioni. Fionda e Moore (2009) includono la cultura nei nove componenti di un brand di moda di lusso (Heritage, esclusività, prezzo premium, firma del design, comunicazioni di marketing dell'integrità del prodotto, chiara identità del marchio, cultura, ambiente e servizio), sottolineando anche la rilevanza della cultura dei brand di lusso, identificata come l'esperienza dietro il brand. Pochi studiosi hanno esaminato le relazioni tra il settore del lusso e la cultura; in particolare, il rapporto tra lusso ed arte è stato trattato da Godey e Lagier (2003), che hanno osservato entrambi l'argomento dal punto di vista dell'esperienza estetica. I responsabili delle vendite di aziende di lusso della moda devono enfatizzare la cultura (ad esempio in termini di patrimonio, arte, artigianato, ricerca e conoscenza manageriale) che sta dietro al brand, ciò è possibile attraverso un personale di vendita addestrato che sottolinei gli aspetti culturali dell'azienda e le sue competenze nello sviluppo di prodotti di lusso, eventi culturali in-store, eventi di co-branding in collaborazione con artisti, musei o altre aziende di alto livello.

4.3. Business model di un retailer del settore del lusso

Il modello di business di un generico retailer del settore del lusso può essere elaborato e analizzato sempre con il business model canvas.

Per quanto riguarda i partner chiave si possono individuare due tipi:

- produttori a monte, che forniscono al retailer i prodotti o servizi finiti;
- retailer di servizi a valle, specialmente di tipo logistico, in modo da raggiungere in un secondo momento i consumatori finali.

Tra le attività chiave, invece, si possono identificare:

- marketing, in modo da individuare i vari segmenti di clientela per differenziare l'offerta nel modo più appropriato;
- vendite e servizi per i clienti, specialmente tutto l'insieme di servizi aggiuntivi al mero prodotto o servizio offerto in modo da estrarre il maggior surplus possibile dai differenti segmenti in cui sono classificati i vari consumatori.

Passando alle risorse chiave si individuano soprattutto le seguenti:

- risorse materiali, di cui principalmente la rete dei punti di vendita o reti di distribuzione, sia fisiche che online.
- risorse intellettuali, soprattutto marchio commerciale (per i brand dei rivenditori più conosciuti, come ad esempio Walmart), le collaborazioni e la banca dati della clientela;
- risorse umane, di cui principalmente gli agenti di vendita certificati;
- risorse finanziarie, come liquidità in cassa e sul conto corrente aziendale bancario, titoli, crediti, prestiti e garanzie in modo da avere sufficiente capacità di investire nel momento di necessità.

Per quanto riguarda la struttura dei costi, prevarrà la categoria che fa riferimento alla struttura focalizzata sulla qualità, dove si presta maggiore attenzione e si concentrano i maggiori investimenti sulla qualità dei prodotti e sull'offerta della migliore esperienza possibile ai consumatori nel momento dell'acquisto in negozio. La struttura dei costi sarà composta da:

- Costi fissi, da sostenere anche quando la produzione è nulla, come quelli sostenuti per le attività mensili, ad esempio le SGA (spese amministrative e generali).
- Costi variabili, che cambiano in proporzione alla quantità di beni prodotti e di servizi forniti, come quelli associati al noleggio di fattori variabili di produzione, per esempio materie prime o lavoro. In particolare, in quest'ultima categoria rientrano, soprattutto:
 - le remunerazioni, comprese di incentivi e premi legati alle prestazioni, degli agenti di vendita;
 - Il personale coinvolto nell'assistenza post-vendita.

Per quanto riguarda le relazioni con i clienti, che in questo caso sono rappresentati dai consumatori del settore del lusso che acquistano direttamente il prodotto o servizio presso il luogo fisico del retailer o di sue sedi, esse sono per lo più di assistenza personalizzata dedicata e continua per l'intero ciclo di vita del prodotto. Ciò in modo da creare una relazione duratura, e dunque di valore, con i clienti ed installare una base solida di flussi di ricavi.

Per quanto riguarda i canali di comunicazione, che rappresentano punti di contatto con il cliente e giocano un ruolo importante nell'esperienza di quest'ultimo, i più adatti sono di tipo diretto con punti di vendita di proprietà e agenti di vendita dedicati. Essi, così, copriranno tutte e cinque le principali fasi del canale: consapevolezza, valutazione, acquisto, consegna, post-vendita. Per la fase di consegna, sarà importante creare una stretta relazione di partnership con un operatore logistico di trasporto, che rappresenta, infatti, uno dei partner chiave. Ciò è reso necessario dal fatto che trattandosi di consumatori del lusso, essi richiedono un'elevata qualità anche nella consegna, rappresentata da caratteristiche come tutela dei beni spediti al cliente e nel massimo rispetto della privacy relativo al trasporto. In particolare, in questa fase si può già intravedere il potenziale dell'innovazione derivante dall'utilizzo della tecnologia blockchain per il tracciamento della logistica relativa a beni di valore. Per quanto riguarda l'ultima fase di post-vendita sarà necessario creare un canale online proprio del retailer, che sia sempre operativo, in modo da offrire sempre un'assistenza personalizzata e tempestiva al cliente nel momento di necessità. Così facendo si riuscirà ad ottenere margini di profitto più alti, propri dei canali di vendita diretti, ma al tempo stesso si riuscirà a garantire un aumento della portata dell'azienda, raggiungendo sempre più consumatori, con i canali online.

Per quanto riguarda i flussi di ricavi, essi, in questo caso, si potranno ottenere tramite:

- Vendita diretta di beni, sui quali applicare un ampio margine di profitto, seguendo la logica della differenziazione del servizio offerto, presso le sedi dei punti di vendita;
- Offerta di servizi accessori e iscrizione a registri di settore;
- Continuo flusso informativo verso il cliente relativo al bene acquistato e nuove opportunità d'investimento;

In ultima analisi, per quanto riguarda la proposta di valore, essa si concentrerà soprattutto di:

- Personalizzazione dei servizi offerti a completamento del bene venduto, tramite la quale si riuscirà a creare un maggiore valore percepito dal cliente e per il quale la sua disponibilità a pagare aumenterà.
- Qualità, tramite la quale il cliente si rassicura dell'affidabilità del prodotto o servizio acquistato e che sia anche duraturo nel tempo, oltre alla qualità

relativa al servizio di assistenza in negozio per offrire la migliore esperienza possibile al consumatore.

- Design innovativo, relativo ai prodotti o servizi offerti al cliente ma anche ai punti di vendita fisici di proprietà, in modo da creare un'esperienza unica al cliente nel momento dell'acquisto.
- Brand o status, ottenuta con una base fissa di consumatori;
- Collaborazioni di partnership con operatori logistici di trasporto per un'accuratezza e veridicità maggiore sui dati relativi al trasporto in modo da offrire una migliore integrazione di tutte le informazioni relative al trasporto sia al cliente che alle aziende stesse partecipanti alla supply chain.
- Punti di vendita fisici con spazio per le scorte ridotto al minimo, possibilmente fino a zero. Tutto ciò in modo da diminuire il più possibile lo spazio a negozio adibito allo stoccaggio del prodotto. Questo perché dal punto di vista di un servizio offerto d'élite si verrebbe a creare una situazione di scarsità del bene tale per cui il cliente avvertirebbe la sensazione di esauribilità. Proprio per questo il consumatore selezionerebbe emotivamente il bene offerto e sarebbe disposto a pagare un price premium, oltre alla qualità delle materie prime e servizio offerto. Inoltre, lo spazio per mettere in esposizione i beni offerti sarebbe massimo e, di conseguenza, il valore generato dallo spazio del negozio diventerebbe massimo. A questo punto il consumatore acquisterebbe solamente su ordinazione sia per il negozio fisico che per il canale online, in questo modo visto, l'attuale pandemia Covid-19, il consumatore del lusso avrebbe la possibilità di vedere i vari beni, offerti dall'azienda, online se c'è la disponibilità a negozio come campione e poi avere una visione concreta e reale del prodotto una volta arrivato in negozio. Una volta deciso di acquistare il prodotto in negozio, lo stesso negozio fa partire l'ordine al produttore e una volta pronto per essere spedito a casa del consumatore entra in gioco il ruolo chiave dell'operatore logistico. Proprio qua, oltre all'interazione tra il produttore a monte e il retailer, entra in gioco l'innovazione offerta dalla tecnologia blockchain per il tracciamento dei beni di valore.

4.4. Business model di un retailer del settore del lusso con blockchain

Seguendo il modello di business descritto nel paragrafo precedente, si può già intuire l'enorme potenziale della tecnologia blockchain soprattutto nel contesto attuale influenzato dalla pandemia Covid-19 attuale. Infatti, si può creare una stretta collaborazione di partnership tra tutti i partecipanti alla supply chain in quanto tramite una piattaforma blockchain si possono trovare soluzioni alla maggior parte dei bisogni degli attori partecipanti, derivanti dall'accesso a un registro sicuro, duplicato e sincronizzato contenente dati sensibili. Infatti, tra i benefici di cui potrà godere l'intera supply chain ci potranno essere la tracciabilità e verificabilità dei dati, oltre che la riduzione della ridondanza degli stessi.

Uno dei punti innovativi del modello potrebbe essere, infatti, avere una rete condivisa di informazioni specialmente con il retailer logistico a valle con tecnologia blockchain e i consumatori finali per il tracciamento di beni di lusso. Di conseguenza il business model potrebbe essere migliorato nel seguente modo.

<u>Key Partners</u>	<u>Key Activities</u>	<u>Value Propositions</u>	<u>Customer Relationships</u>	<u>Customer Segments</u>
<ul style="list-style-type: none"> Operatore di servizi a valle, specialmente di tipo logistico; Produttori a monte, che forniscono i beni finali all'azienda; Fornitori di servizi blockchain. 	<ul style="list-style-type: none"> Marketing, per raggiungere i vari segmenti di clientela; Vendite e servizi aggiuntivi a completamento dei prodotti per i clienti; Implementazione e manutenzione del network blockchain. 	<ul style="list-style-type: none"> Personalizzazione dei servizi offerti a completamento del bene venduto, per generare un price premium; Qualità, che garantisce l'affidabilità e durabilità del bene acquistato; Qualità relativa al servizio di assistenza per offrire la migliore esperienza possibile al consumatore; Design innovativo dei beni offerti al cliente ma anche ai punti di vendita fisici di proprietà per offrire la migliore esperienza d'acquisto possibile; Brand o status, in modo che il consumatore si senta di appartenere ad un'élite per la quale sono disposti a pagare una "quota d'iscrizione" per potervi accedere; Collaborazioni di partnerships con gli operatori logistici di trasporto e i consumatori tramite la condivisione di un network blockchain; Efficientamento di tutte le relazioni con i partners. 	<ul style="list-style-type: none"> Assistenza personalizzata dedicata e continua per l'intero ciclo di vita del prodotto; Maggiore trasparenza; Smart contracts. 	<ul style="list-style-type: none"> Consumatori del settore del lusso; Produttore iniziale dei beni.
	<p><u>Key Resources</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Rete dei punti di vendita o reti di distribuzione, sia fisiche che online; Marchio commerciale; Le collaborazioni e la banca dati della clientela; Agenti di vendita certificati; Risorse finanziarie. 		<p><u>Channels</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Punti di vendita di proprietà e agenti di vendita dedicati; Canali online di visibilità dei prodotti a negozio; Canali online di assistenza dedicata, personalizzata e continua. 	

<u>Cost Structure</u>	<u>Revenue Streams</u>
<ul style="list-style-type: none"> • Struttura focalizzata sulla qualità, con maggiori investimenti sulla qualità dei prodotti e sull'offerta della migliore esperienza possibile ai consumatori nel momento dell'acquisto; • Costi fissi, come le SGA (spese amministrative e generali); • Costi variabili associati ai fattori variabili di produzione, come materie prime o lavoro, in particolare le remunerazioni, comprese di incentivi e premi legati alle prestazioni, degli agenti di vendita e ingegneri software per blockchain; • Aumento dei costi software; • Formazione del personale. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vendita diretta di beni con differenziazione del servizio offerto, in modo da applicare un ampio margine di profitto; • Offerta di servizi accessori e iscrizione a registri di settore; • Continuo flusso informativo verso il cliente relativo al bene acquistato e nuove opportunità d'investimento; • Ricavi provenienti dall'aumento della base clienti derivanti dalla tecnologia blockchain; • Riduzione dei costi di gestione dei clienti; • Riduzione dei costi di intermediazione relativi agli smart contracts; • Riduzione dei costi relativi al mantenimento del network clienti e fornitori.

Figura 40: Business model di un retailer del settore del lusso con blockchain. Fonte: elaborazione personale.

5. SVILUPPO DI UNO USE CASE

5.1. Presentazione di LVMH per lo use case

Per lo sviluppo dello use case, fondamentale per mostrare in questo elaborato i principali vantaggi da un punto di vista quantitativo che un retailer del settore del lusso può beneficiare nell'utilizzo della tecnologia blockchain, viene mostrato il caso di LVMH.

Moët Hennessy Louis Vuitton SE, abitualmente accorciata in LVMH, è una multinazionale e conglomerata francese, leader mondiale nella vendita di beni nel settore del lusso, con sede a Parigi. È proprietaria di oltre settanta marchi divisi nelle seguenti aziende:

- di alta moda come Christian Dior, Bulgari, DKNY, Fendi, Céline, Guerlain, Marc Jacobs, Givenchy, Kenzo, Loro Piana e Louis Vuitton;
- di orologi come TAG Heuer;
- di gioielli come Tiffany & Co.;
- di vini e liquori come Moët & Chandon, Veuve Clicquot e Hennessy;
- di editoria come Les Échos e Le Parisien;
- di distribuzione come Sephora e Le Bon Marché;
- di alberghi di lusso.

È, inoltre, attualmente quotata alla Borsa di Parigi e componente dell'indice CAC 40. Il gruppo LVMH è stato creato nel 1987 con la fusione di due società (da cui l'acronimo, ottenuto dalle iniziali): Louis Vuitton, impresa specializzata negli accessori di moda, fondata nel 1854, e Moët Hennessy, un'impresa specializzata nei vini e alcolici creata nel 1971.

A causa di disaccordi profondi intervenuti tra le due parti, una terza interviene nella negoziazione: Bernard Arnault, già presidente e proprietario del gruppo. Arnault, grazie all'aiuto della banca Lazard, ha implementato una struttura finanziaria sofisticata che gli ha permesso di controllare il gruppo con una partecipazione minoritaria del 4%, suddivisa in 10 holding. Quindici anni dopo, e dopo numerose acquisizioni LVMH diviene leader mondiale del lusso. Oggi il suo portafoglio è composto da più di 60 brands di tradizione e prestigio.

Durante la propria storia, LVMH ha cercato di ampliare la propria internazionalizzazione prendendo il controllo di grandi marchi italiani ed americani della moda. Questa strategia si è tradotta nell'acquisizione recente di marche

principalmente straniera: nel corso degli anni 1999 e 2000 più di 25 marche sono state acquisite.

L'azionista principale è Bernard Arnault che la controlla sia direttamente (5%) che indirettamente tramite la Christian Dior SE (42%). Complessivamente la Arnault Family Group, la holding di Bernard Arnault, ha il controllo del 46,84% delle azioni con il 63,13% dei diritti di voto. Secondo Forbes, la famiglia di Bernard Arnault occupa nel 2021 il terzo posto nella graduatoria delle più ricche del mondo, con un patrimonio di 150 miliardi di dollari.

Inoltre, un aspetto particolarmente importante è che LVMH si è da sempre caratterizzata per scelta di vendere i propri prodotti solo nei propri negozi (circa 2.400 in giro per il mondo) o in alcuni negozi ben determinati (per esempio i magazzini Harrods a Londra) mantenendo così il carattere elitario del marchio e il conseguente prezzo elevato. Dalla holding dipendono una sessantina di società ognuna delle quali gestisce alcuni marchi.

La motivazione che ha fatto ricadere la scelta sull'analisi di questa multinazionale è, principalmente, derivata dal fatto che nel maggio del 2019 LVMH ha deciso di lanciare la prima blockchain che traccia il mercato del lusso. In questo modo sarà possibile analizzare i dati economici, patrimoniali e finanziari a cavallo tra gli anni 2018 e 2019, in modo da verificare da un punto di vista quantitativo i benefici derivanti dall'adozione della tecnologia blockchain, come:

- % di riduzione dei costi;
- aumento della fidelizzazione dei clienti;
- % di aumento dei ricavi.

In particolare, LVMH ha svelato il 18/05/2019, in occasione del salone Viva Technology, la prima blockchain in grado di tracciare e verificare l'autenticità dei prodotti di lusso, a cominciare dai marchi Louis Vuitton e Christian Dior. Essa è stata sviluppata in collaborazione con ConsenSys, società di tecnologia software con sede a New York, e Microsoft. La piattaforma Aura sarà, successivamente, aperta a tutti i brand di lusso. Il sistema è stato sviluppato grazie alla piattaforma Microsoft Azure che sfrutta la blockchain Ethereum per funzionare. L'idea è quella di consentire agli utenti di accedere a una serie di informazioni, tra cui in primis la possibilità di verificare facilmente l'autenticità dei prodotti acquistati (anche di seconda mano) al fine di contrastare il mercato della contraffazione.

Nell'articolo pubblicato da Milano Finanza, il giorno precedente, un portavoce di LVMH ha dichiarato: "I vantaggi per i consumatori sono avere una maggiore trasparenza e prodotti più etici. Inoltre, ogni fase del ciclo di vita dell'articolo viene registrata, consentendo un nuovo e chiaro storytelling", aggiungendo che tutti i prodotti firmati Louis Vuitton saranno certificati nel prossimo futuro.

Ci sarebbe anche la volontà di fornire ai clienti una gamma più ampia di informazioni sui vari prodotti che verranno archiviati su blockchain, al fine di fornire garanzie sull'eticità della filiera di produzione in termini di sostenibilità ambientale e rispetto delle norme a tutela dei lavoratori. Gli utenti potranno, quindi, consultare tutte queste informazioni attraverso l'app ufficiale di un determinato marchio.

5.2. Analisi dei dati relativi alle performance di LVMH

Le performance economiche, finanziarie e patrimoniali del gruppo LVMH sono risultate in crescita tra il 2018 e il 2019, come mostrato nelle seguenti figure 41, 42 e 43.

CONSOLIDATED INCOME STATEMENT

<i>(EUR millions, except for earnings per share)</i>	Notes	2019	2018 ^(a)	2017 ^(a)
Revenue	24	53,670	46,826	42,636
Cost of sales		(18,123)	(15,625)	(14,783)
Gross margin		35,547	31,201	27,853
Marketing and selling expenses		(20,207)	(17,755)	(16,395)
General and administrative expenses		(3,864)	(3,466)	(3,162)
Income/(loss) from joint ventures and associates	8	28	23	(3)
Profit from recurring operations	24	11,504	10,003	8,293
Other operating income and expenses	26	(231)	(126)	(180)
Operating profit		11,273	9,877	8,113
Cost of net financial debt		(107)	(117)	(137)
Interest on lease liabilities		(290)	-	-
Other financial income and expenses		(162)	(271)	78
Net financial income/(expense)	27	(559)	(388)	(59)
Income taxes	28	(2,932)	(2,499)	(2,214)
Net profit before minority interests		7,782	6,990	5,840
Minority interests	18	(611)	(636)	(475)
Net profit, Group share		7,171	6,354	5,365
Basic Group share of net earnings per share (EUR)	29	14.25	12.64	10.68
Number of shares on which the calculation is based		503,218,851	502,825,461	502,412,694
Diluted Group share of net earnings per share (EUR)	29	14.23	12.61	10.64
Number of shares on which the calculation is based		503,839,542	503,918,140	504,010,291

(a) The financial statements as of December 31, 2018 and 2017 have not been restated to reflect the application of IFRS 16 Leases. See Note 1.2 regarding the impact of the application of IFRS 16.

Figura 41: Conto economico consolidato del gruppo LVMH tra il 2018 e il 2019.

Fonte: Report annuale di LVMH.

CONSOLIDATED BALANCE SHEET

ASSETS (EUR millions)	Notes	2019	2018 ^(a)	2017 ^(a)
Brands and other intangible assets	3	17,212	17,254	16,957
Goodwill	4	16,034	13,727	13,837
Property, plant and equipment	6	18,533	15,112	13,862
Right-of-use assets	7	12,409	-	-
Investments in joint ventures and associates	8	1,074	638	639
Non-current available for sale financial assets	9	915	1,100	789
Other non-current assets	10	1,546	986	869
Deferred tax		2,274	1,932	1,741
Non-current assets		69,997	50,749	48,694
Inventories and work in progress	11	13,717	12,485	10,888
Trade accounts receivable	12	3,450	3,222	2,736
Income taxes		406	366	780
Other current assets	13	3,264	2,868	2,919
Cash and cash equivalents	15	5,673	4,610	3,738
Current assets		26,510	23,551	21,061
Total assets		96,507	74,300	69,755
LIABILITIES AND EQUITY (EUR millions)				
Equity, Group share	16	36,586	32,293	28,969
Minority interests	18	1,779	1,664	1,408
Equity		38,365	33,957	30,377
Long-term borrowings	19	5,101	6,005	7,046
Non-current lease liabilities	7	10,373	-	-
Non-current provisions and other liabilities	20	3,812	3,188	3,177
Deferred tax		5,498	5,036	4,989
Purchase commitments for minority interests' shares	21	10,735	9,281	9,177
Non-current liabilities		35,519	23,510	24,389
Short-term borrowings	19	7,610	5,027	4,530
Current lease liabilities	7	2,172	-	-
Trade accounts payable	22	5,814	5,314	4,539
Income taxes		722	538	763
Current provisions and other liabilities	22	6,305	5,954	5,157
Current liabilities		22,623	16,833	14,989
Total liabilities and equity		96,507	74,300	69,755

(a) The financial statements as of December 31, 2018 and 2017 have not been restated to reflect the application of IFRS 16 Leases. See Note 1.2 regarding the impact of the application of IFRS 16.

Figura 42: Stato patrimoniale consolidato del gruppo LVMH tra il 2018 e il 2019.

Fonte: Report annuale di LVMH.

CONSOLIDATED CASH FLOW STATEMENT

(EUR millions)	Notes	2019	2018 ^(a)	2017 ^(a)
I. OPERATING ACTIVITIES				
Operating profit		11,273	9,877	8,113
(Income)/loss and dividends received from joint ventures and associates	8	(10)	5	25
Net increase in depreciation, amortization and provisions		2,700	2,302	2,376
Depreciation of right-of-use assets	7.1	2,408	-	-
Other adjustments and computed expenses		(266)	(219)	(109)
Cash from operations before changes in working capital		16,105	11,965	10,405
Cost of net financial debt: interest paid		(124)	(113)	(129)
Lease liabilities: interest paid		(239)	-	-
Tax paid		(2,940)	(2,275)	(2,790)
Change in working capital	15.2	(1,154)	(1,087)	(514)
Net cash from operating activities		11,648	8,490	6,972
II. INVESTING ACTIVITIES				
Operating investments	15.3	(3,294)	(3,038)	(2,276)
Purchase and proceeds from sale of consolidated investments	2	(2,478)	(17)	(6,306)
Dividends received		8	18	13
Tax paid related to non-current available for sale financial assets and consolidated investments		(1)	(2)	-
Purchase and proceeds from sale of non-current available for sale financial assets	9	(104)	(400)	(38)
Net cash from/(used in) investing activities		(5,869)	(3,439)	(8,607)
III. FINANCING ACTIVITIES				
Interim and final dividends paid	15.4	(3,678)	(3,090)	(1,982)
Purchase and proceeds from sale of minority interests		(21)	(236)	(153)
Other equity-related transactions	15.4	54	(205)	30
Proceeds from borrowings	19	2,837	1,529	5,931
Repayment of borrowings	19	(1,810)	(2,174)	(1,760)
Repayment of lease liabilities	7.2	(2,187)	-	-
Purchase and proceeds from sale of current available for sale financial assets	14	71	(147)	92
Net cash from/(used in) financing activities		(4,734)	(4,323)	2,158
IV. EFFECT OF EXCHANGE RATE CHANGES				
		39	67	(242)
NET INCREASE/(DECREASE) IN CASH AND CASH EQUIVALENTS (I+II+III+IV)		1,084	795	281
CASH AND CASH EQUIVALENTS AT BEGINNING OF PERIOD	15.1	4,413	3,618	3,337
CASH AND CASH EQUIVALENTS AT END OF PERIOD	15.1	5,497	4,413	3,618
TOTAL TAX PAID		(3,070)	(2,314)	(2,402)

(a) The financial statements as of December 31, 2018 and 2017 have not been restated to reflect the application of IFRS 16 Leases. See Note 1.2 regarding the impact of the application of IFRS 16.

Figura 43: Rendiconto finanziario consolidato del gruppo LVMH tra il 2018 e il 2019.
Fonte: Report annuale di LVMH.

Come si può vedere dai dati riportati dalle figure precedenti, tra il 2018 e il 2019 si è registrato un aumento del “gross margin” nel Conto Economico da 31201 milioni di € a 35547 milioni di €, che rappresenta un incremento del 13,93%. La voce del “gross margin” indica la differenza tra i ricavi e il COGS (“cost of goods sold”) e, quindi rappresenta, il profitto derivante dalla semplice vendita dei beni prodotti.

Si è registrato, inoltre, un aumento da 638 milioni di € a 1074 milioni di €, cioè del 68,34%, della voce “investments in joint ventures and associates” nello Stato Patrimoniale consolidato del gruppo. Questa voce indica gli investimenti effettuati dal gruppo nelle joint ventures, ovvero collaborazioni, definite da contratti, con cui due o più imprese si accordano per collaborare al fine del raggiungimento di un

determinato scopo o all'esecuzione di un progetto. In particolare, ritornando al Conto Economico, la voce "income/(loss) from joint ventures and associates" registra, tra il 2018 e il 2019, un aumento di entrate di 5 milioni di €, da 23 milioni di € a 28 milioni di €, ovvero una crescita del 21,74%.

Ciò significa che il gruppo LVMH ha incrementato gli investimenti in joint ventures del 68,34%, ma è riuscita anche ad aumentare i relativi ricavi del 21,74%.

Un'altra voce rilevante ai fini di quest'analisi, è quella relativa al Rendiconto Finanziario di "income/(loss) and dividends received from joint ventures and associates" che passa da -5 milioni di € a +10 milioni di € tra il 2018 e il 2019. Ciò significa che nel 2019, anno del lancio della tecnologia blockchain per i propri marchi, LVMH ha incassato dalle joint ventures 5 milioni di €, come confermato anche tra l'altro dalla relativa voce del Conto Economico.

5.2.1. Miglioramenti derivanti dall'adozione della blockchain

Per approfondire l'analisi, la figura 44 mostra la voce dei ricavi inerente al "selective retailing". Quest'ultima è particolarmente importante perché rappresenta il canale di vendita che vale il 71% nel 2019 (mentre il 67% nel 2018) dei ricavi della voce "fashion and leather goods", che proprio in quell'anno ha visto il lancio della tecnologia blockchain su queste tipologie di prodotti.

6. SELECTIVE RETAILING

	2019	2018	2017
Revenue (EUR millions)	14,791	13,646	13,311
Revenue by geographic region of delivery (%)			
France	11	12	12
Europe (excl. France)	9	9	8
United States	37	38	39
Japan	2	2	1
Asia (excl. Japan)	27	27	28
Other markets	14	12	12
Total	100	100	100
Profit from recurring operations (EUR millions)	1,395	1,382	1,075
Operating margin (%)	9.4	10.1	8.1
Operating investments of the period (EUR millions)	659	537	570
Number of stores			
Sephora	1,957	1,886	1,825
Other	54	54	55

Figura 44: Ricavi inerenti al “selective retailing” del gruppo LVMH tra il 2018 e il 2019. Fonte: Report annuale di LVMH.

La voce ricavi relativa al “selective retailing” è aumentata da 13646 milioni di € nel 2018 a 14791 milioni di € nel 2019, ovvero ha rappresentato una crescita del 8,4%. Un'altra voce di particolare interesse è “operating investments of the period” che incrementa, tra il 2018 e il 2019, da 537 milioni di € a 659 milioni di €, quindi gli investimenti operativi sono aumentati del 22,72%.

Inoltre, anche la sezione del report di LVMH che riguarda le “expenses by nature”, come mostrato nella figura 45, dove incrementano sia le voci relative a “advertising and promotion expenses” che “research and development expenses”. La prima aumenta da 5518 milioni di € nel 2018 a 6265 milioni di € nel 2019, cioè del 13,54%. La seconda voce, invece, cresce in questo periodo da 130 milioni di € a 140 milioni di €, ovvero del 7,7%.

(EUR millions)	2019	2018	2017
Advertising and promotion expenses	6,265	5,518	4,831
Personnel costs	9,419	8,290	7,618
Research and development expenses	140	130	130

Figura 45: Spese “per natura” del gruppo LVMH tra il 2018 e il 2019. Fonte: Report annuale di LVMH.

Quindi, concludendo, tra il 2018 e il 2019 LVMH ha deciso di incrementare gli investimenti relativi al settore retail e ciò ha comportato, ovviamente, un aumento dei costi, ma la crescita dei ricavi che ne è conseguita è stata superiore.

Per quanto riguarda l'aumento della fidelizzazione dei clienti, si può vedere come nella figura 44 aumenta la voce “number of stores”, in particolare di Sephora, da 1886 negozi nel 2018 a 1957 negozi nel 2019, cioè del 3,76%.

Sempre relativamente a questo aspetto di fidelizzazione clienti, l'impresa Certilogo relativamente ai servizi retail, come riportato nel loro sito, sono riusciti ad estrapolare da indagini di mercato che:

- l'85% dei consumatori che spendono di più desiderano uno strumento digitale per confermare che i loro marchi preferiti siano originali;
- il 79% dei consumatori cerca informazioni con il proprio smartphone mentre fa un acquisto su un punto vendita;
- il 91% dei consumatori afferma che avere una “garanzia di autenticità” aumenta la loro propensione all'acquisto.

Inoltre, anche i dati di Statista confermano che l'aspetto della autenticità, specialmente nel settore del lusso, sia un driver importante per l'acquisto dei

consumatori e anche una criticità per i 3PL, ovvero i “third-part logistics”, come mostrato nella figura 46.

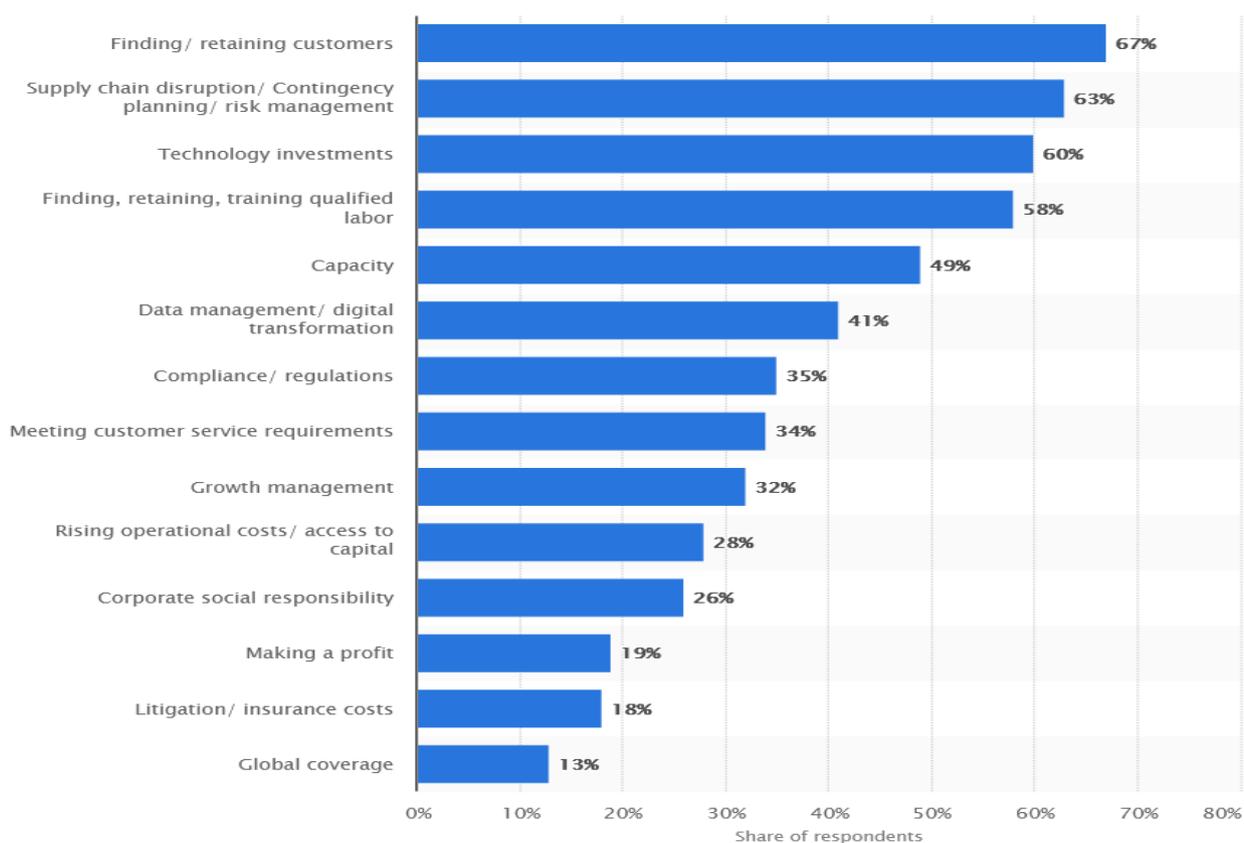


Figura 46: Le principali sfide affrontate dai fornitori di servizi logistici per conto terzi in tutto il mondo nel 2020. Fonte: Statista.

Dunque, riassumendo i vantaggi derivanti dall’implementazione della tecnologia blockchain sono molteplici sia dal punto di vista dei consumatori che dal punto di vista dei retailers del lusso.

Il cliente di LVMH, infatti, in questo modo potrà accedere alla storia del bene di lusso da lui acquistato, ai materiali con i quali è stato fabbricato e seguire tutti i passaggi fino al raggiungimento del punto vendita. Altrettanto importante è la possibilità di offrire una garanzia di autenticità a coloro che acquistano e vendono beni sul mercato dell’usato che, come ampiamente noto, è fortemente invaso da prodotti contraffatti. Ogni prodotto ha una sua personale storia e tramite la tecnologia blockchain tutti i dettagli vengono archiviati su un registro comune, immutabile ed incorruttibile e le informazioni contenute in esso non sono modificabili. Al momento dell’acquisto il cliente potrà utilizzare, in modo semplice, un’applicazione attraverso la quale ottenere il certificato AURA comprendente tutte le informazioni dettagliate sul bene. Grazie alla blockchain, dunque, il consumatore avrà a disposizione una notevole quantità di informazioni: i materiali che compongono il prodotto, l’origine di tali

materiali, informazioni di carattere etico, informazioni relative alla tutela dell'ambiente, istruzioni per la cura del prodotto, garanzia e servizi post-vendita.

Con l'adozione di questa tecnologia non solo sarà possibile offrire un servizio di eccellenza al cliente, ma verrà anche superato un problema molto sentito e diffuso a livello mondiale che è quello della contraffazione, oltre che alla necessità di tracciamento relativamente a beni di lusso.

Infatti, l'Amministratore Delegato di ConsenSys Solutions, Ken Timsit, ha dichiarato: "La prova digitale unica dell'autenticità di ogni articolo viene generata dal marchio di lusso e trasmessa dalla distribuzione, al punto vendita, fino al cliente. Nessuno può creare un certificato di autenticità senza aver ricevuto prima quello della controparte precedente nella filiera. Questo certificato di autenticità si origina a partire da un certificato originale firmato crittograficamente dal marchio di lusso ed in seguito viene firmato crittograficamente da ogni attore della filiera man mano che il bene procede lungo tutto il percorso".

Dal punto di vista dei retailers del lusso i vantaggi sono, appunto, molteplici. Infatti, in base alle particolarità di un bene, esistono al giorno d'oggi diversi modi per identificarlo, come un codice QR, tag NFC, codice a barre, numero di serie inciso, consegna di un certificato cartaceo e molto altro. Certificati e codici tradizionali possono essere contraffatti, ma ciò non può accadere con la blockchain, infatti una volta inserito un certificato di autenticità in questo tipo di network, sarà impossibile mutare o copiare lo stesso.

L'obiettivo di quest'ultima iniziativa AURA è quello di creare una sorta di "consorzio del lusso" dove ogni marchio potrà diventare membro a pieno titolo di tale modello. Ciò renderà la tecnologia accessibile a tutti senza tuttavia imbrigliare le aziende in schemi predefiniti. Al contrario, ogni brand sarà libero di godere della necessaria flessibilità utile a soddisfare le diverse esigenze aziendali e ciò avverrà tramite l'App di ogni marchio di riferimento.

Sarà, inoltre, possibile difendere le aziende dallo spionaggio industriale qualora altri conglomerati del lusso simili a LVMH dovessero entrare a far parte della medesima blockchain. Infatti, i dati aziendali sono protetti da tools che garantiscono la privacy degli stessi ed assicurano che nessuna informazione verrà sottratta e comunicata fra i diversi brand o i loro clienti.

La blockchain AURA è, inoltre, costruita su Quorum, una versione autorizzata della blockchain di Ethereum sviluppata da JPMorgan, che sfrutta Microsoft Azure. La piattaforma è stata progettata appositamente per i marchi del lusso ed offre un'ampia gamma di servizi specifici per l'industria, affinché vengano soddisfatte le esigenze di tutti i marchi che si propongono come obiettivi: il rafforzamento della fedeltà della

clientela, la fornitura di servizi su misura, l'approvvigionamento di materie prime di prima qualità e molto altro.

Facilitando ulteriormente la cooperazione tra le imprese, il progetto è in linea con gli standard del settore dei beni di lusso e in particolare con i recenti sforzi anticontraffazione dell'ufficio europeo per la proprietà intellettuale, oltre che a fornire una soluzione efficace ed efficiente per il tracciamento relativo alla logistica di beni di valore.

5.3. Prioritizzazione delle azioni per implementare la blockchain

La blockchain rappresenta uno strumento molto utile per quanto riguarda la logistica dei beni di lusso, come visto nel paragrafo precedente, in quanto propone vantaggi sia al retailer che al consumatore finale, come una soluzione sia al problema della contraffazione che al tracciamento dei beni di lusso.

Le azioni principali che un team di sviluppo di un retailer del settore del lusso deve seguire per implementare un network blockchain che possa coinvolgere e creare benefici per tutti gli stakeholders interessati sono:

1. Proporre l'idea al top management, evidenziando i numerosi vantaggi del progetto per tutti gli attori che verrebbero coinvolti all'interno del network blockchain;
2. Una volta ottenuta l'approvazione, trovare partners interessati ad adottare la tecnologia, come produttori di beni di lusso, operatori logistici per il trasporto e il segmento di consumatori finali più adatti ad un primo approccio con questa nuova tecnologia ("early adopters");
3. Successivamente, occorre trovare il migliore partner possibile per quanto riguarda la fornitura dei sistemi informativi ausiliari, oltre che alla blockchain stessa;
4. Una volta trovati i partners, occorre individuare la migliore soluzione tra le tipologie di blockchain che possano massimizzare i benefici (al netto dei costi) per tutti gli stakeholders;
5. Una volta trovato il partner di sistemi informativi, occorre implementare il network vero e proprio di blockchain tra tutte le parti coinvolte in causa:
 - L'applicazione per permettere l'accesso al network per i consumatori finali;
 - La quota parte, per ogni stakeholder coinvolto, di investimenti necessari per far funzionare l'intera rete, come ad esempio il sistema informativo

aziendale più adatto, la formazione del personale già presente o nuove assunzioni di personale più qualificato;

- I dispositivi di interconnessione tra la realtà fisica e il network blockchain, grazie anche all'aiuto dell'intelligenza artificiale e dell'internet of things;
6. Una volta implementato tutto il network blockchain, occorrono grandi investimenti in marketing e comunicazione per raggiungere i consumatori finali in modo da convincerli della bontà del progetto blockchain e a scaricare l'applicazione per utilizzare la piattaforma;
 7. Successivamente, ci sarà una fase di valutazione da parte di tutti gli stakeholders per quanto riguarda sia gli investimenti effettuati che per i benefici iniziali del progetto blockchain; nel caso in cui non sia efficiente il partner trovato o la tipologia di blockchain scelta si ritorna rispettivamente alla fase 3 o 4;
 8. Infine, occorreranno investimenti continuativi in manutenzione del network, formazione del personale e marketing per coinvolgere sempre più attori all'interno del network generando effetti di externalità di rete positivi, oltre che investimenti in assistenza pre, durante e post-vendita al consumatore finale.

Per una visione più chiara del processo relativo alla prioritizzazione delle azioni da compiere per implementare la tecnologia blockchain viene mostrata la seguente figura 47.

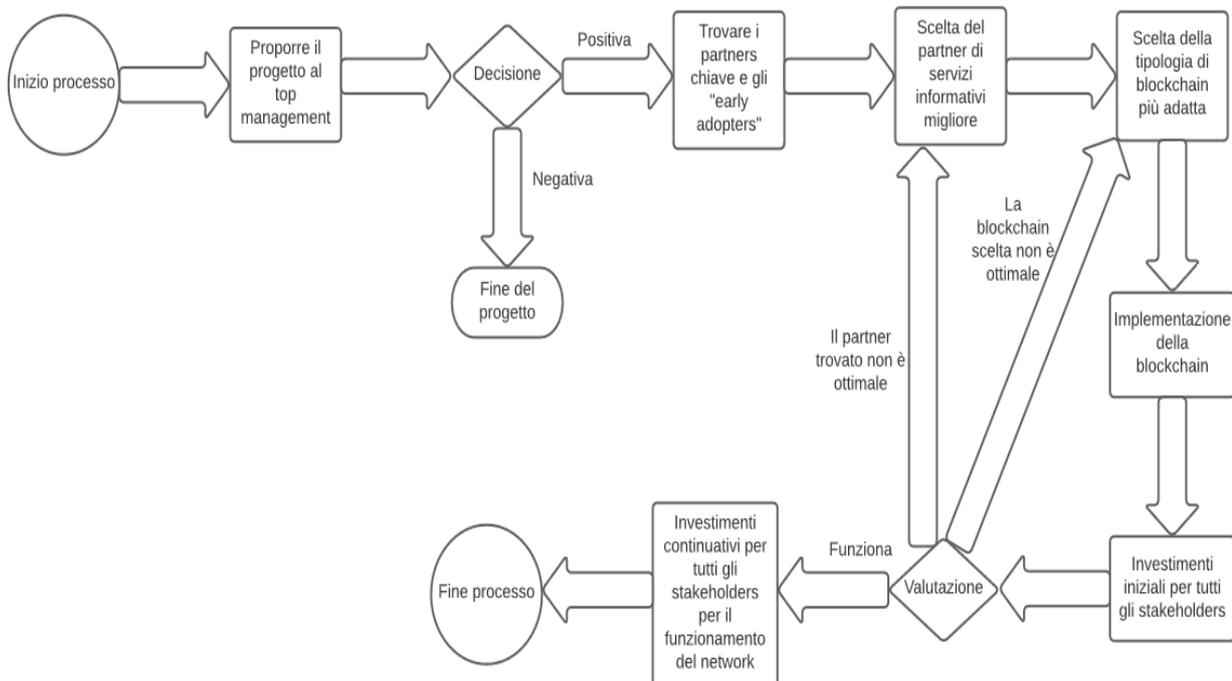


Figura 47: Processo relativo alla prioritizzazione delle azioni da compiere per implementare la tecnologia blockchain. Fonte: elaborazione personale.

CONCLUSIONI:

L'elaborato inizia introducendo, all'interno del primo capitolo, la tecnologia blockchain e in particolare ne viene analizzata l'origine, la diffusione, la definizione, l'architettura e le caratteristiche. Successivamente vengono descritte le tecnologie di supporto all'implementazione della blockchain, come l'Internet of Things e l'intelligenza artificiale. Poi viene posta l'attenzione sui principali ambiti di applicazione di questa nuova tecnologia, come la finanza, l'IoT, servizi pubblici e sociali, sistemi di reputazione e, infine, sicurezza e privacy. Dopo vengono analizzati i principali vantaggi dall'utilizzo della tecnologia blockchain, come l'internet of value e la riduzione dei costi di transazione. Infine, per concludere il primo capitolo viene posta l'attenzione sui limiti attuali e le potenziali soluzioni per il futuro, come la scalabilità, perdita di privacy e il mining egoistico.

Per quanto riguarda il secondo capitolo, invece, il focus viene posto sulla supply chain. In particolare, all'inizio viene analizzata la supply chain management, cioè gli obiettivi, le linee di sviluppo e i modelli di gestione della supply chain. Invece, nei successivi paragrafi vengono descritti i processi chiave della filiera, l'analisi degli attori coinvolti, la struttura e le tipologie di reti e, infine la supply chain del lusso.

Il terzo capitolo, invece, riguarda l'integrazione tra la supply chain e la blockchain. In particolare, viene descritta l'integrazione tra l'IoT e la supply chain e tra quest'ultima con la blockchain, oltre che ai numerosi benefici derivanti dall'implementazione della tecnologia blockchain.

Il quarto capitolo è relativo allo sviluppo di un business model per un retailer che opera nel settore del lusso. In particolare, vengono analizzati prima di tutto la teoria relativa alla definizione, classificazione ed elementi chiave di un generico business model. Successivamente vengono descritti nel dettaglio gli attori principali all'interno del settore del lusso, come i retailers e i consumatori finali. Infine, vengono definiti i business model di un retailer del lusso e come questo possa essere migliorato con l'implementazione della tecnologia blockchain.

Per quanto riguarda il quinto capitolo, invece, viene approfondito uno use case relativo ad un retailer del settore del lusso che ha deciso di implementare la blockchain, come LVMH. In primo luogo, viene presentata l'azienda LVMH e vengono elencate le motivazioni principali per le quali si è deciso di analizzarla come caso d'uso. Successivamente, vengono analizzati nel dettaglio i dati relativi alle performance economiche del gruppo LVMH e come essi siano migliorati dopo l'utilizzo della tecnologia blockchain. Infine, in ultima analisi, vengono descritte le azioni principali per implementare in azienda questa tecnologia.

Quindi, concludendo, si possono riassumere i seguenti principali vantaggi per un retailer operante nel settore del lusso derivanti dall'adozione della tecnologia blockchain. Questi benefici possono essere sia di tipo qualitativo che quantitativo. Tra i primi troviamo sicuramente:

1. Tracciamento completo delle merci. E' possibile, ad esempio, tracciare i diamanti anche dopo che sono stati tagliati e la blockchain registra permanentemente ogni fase del ciclo di vita di una gemma. Ciò include la provenienza geografica, il peso in carati grezzi, la proprietà del cliente, oltre che ad esempio i video o la foto del diamante grezzo stesso. Le informazioni presenti sulla blockchain sono accessibili a tutti, compresi i clienti che sono particolarmente sensibili a certi aspetti quali l'acquisto di prodotti socialmente consapevoli. La garanzia sull'autenticità del prodotto permetterà in futuro l'acquisto sicuro di beni di lusso anche su canali online.
2. Garanzia dell'autenticità dei beni. L'identità digitale è paragonabile ad un passaporto che assicura l'autenticità di beni nuovi, d'epoca e usati, e registra informazioni quali i trasferimenti di proprietà o gli interventi di manutenzione. A dipendenza della marca, il passaporto può essere collegato all'articolo tramite numero di serie, un chip, un tag NFC o altro, accessibili tramite un'applicazione. Con obiettivi simili a quelli di LVMH, Arianee, con sede a Parigi, ha sviluppato un protocollo su blockchain che crea un'identità digitale per beni di lusso quali borse, sneakers ed orologi. Presto o tardi, questi processi diventeranno uno standard e renderanno la vita dei truffatori estremamente difficile.
3. Mantenimento delle relazioni con i clienti anche dopo l'avvenuta vendita del prodotto di lusso. Infatti, grazie alla blockchain, il brand ed il cliente possono comunicare permettendo al proprietario di mantenere l'anonimato, anche quando l'oggetto dovesse cambiare di mano. In questo modo, un marchio può condividere informazioni e novità con il cliente oppure quest'ultimo può effettuare una richiesta al servizio clienti, che verrebbe registrata sulla documentazione dell'articolo.
4. Registrazione e condivisione delle informazioni relative alla supply chain. È fondamentale che le informazioni relative alla filiera produttiva vengano memorizzate e misurate in un modo da creare fiducia su tutti i livelli e l'uso della tecnologia blockchain garantisce di eliminare qualsiasi asimmetria informativa sulla propria supply chain. Infatti, non è un caso che tante aziende oggi hanno già iniziato a sperimentare e competere sulle applicazioni della blockchain nella supply chain.

5. Favorire il benessere dei dipendenti. In passato sono state effettuate indagini pilota via blockchain relative a questo tema e grazie alla blockchain è stato possibile registrare le risposte dei collaboratori in forma anonima. Così facendo è stata superata la criticità dovuta all'esitazione dei dipendenti nel condividere i propri dati sanitari ed è stato possibile incrementarne l'attitudine positiva al proprio lavoro, oltre che il proprio benessere.
6. Trasferimento in totale sicurezza della proprietà. Infatti, la proprietà del bene di lusso, che comprende la descrizione delle sue caratteristiche, viene registrata e trasferita tramite la blockchain. Tale registrazione rende impossibile qualsiasi attività di contraffazione e migliora notevolmente la capacità di tracciamento, garantendo la totale sicurezza su qualsiasi transazione.

Mentre, per quanto riguarda, invece, i vantaggi quantitativi di cui le imprese che decideranno di implementare la blockchain potranno beneficiare, come il caso di LVMH analizzato precedentemente, troviamo sicuramente:

- aumento dei ricavi;
- diminuzione di costi, che insieme al precedente contribuiscono ad aumentare i profitti aziendali;
- % di aumento relativo alla fidelizzazione dei clienti.

Analizzando la voce del "selective retailing" all'interno del report annuale di LVMH tra il 2018 e il 2019, si può osservare un incremento della voce "operating investments of the period" del 22,72%. Inoltre, sono aumentati anche gli investimenti nelle due seguenti voci di "advertising and promotion expenses" del 13,54% e "research and development expenses" del 7,7%. Da tutto ciò ne è conseguita una crescita dei ricavi relativi al "selective retailing" del 8,4%.

Inoltre, il gruppo LVMH ha incrementato gli investimenti in joint ventures del 68,34%, ma è riuscita anche ad aumentare i relativi ricavi del 21,74%.

Dunque, riassumendo, tra il 2018 e il 2019 LVMH ha deciso di aumentare gli investimenti relativi al settore retail e nelle joint ventures e ciò ha comportato, chiaramente, un aumento dei costi, ma la crescita dei ricavi che ne è conseguita è stata superiore.

BIBLIOGRAFIA:

1. Kangaa D.B., Azzouazib M., El Ghoumrarib M.Y., Daifb A., 2020. "Management and Monitoring of Blockchain Systems". *Procedia Computer Science*, vol. 177, 605-612.
2. Yli-Huumo J., Ko D., Choi S., Park S., Smolander K., 2016. "Where Is Current Research on Blockchain Technology?". *A Systematic Review*.
3. Zheng Z., Xie S., Dai H.-N., Chen X., Wang H., 2018. "Blockchain challenges and opportunities: a survey". *Int. J. Web and Grid Services*, Vol. 14, No. 4, 353-371.
4. Konovalenko I., Ludwig A., 2019. "Event processing in supply chain management – The status quo and research outlook". *Computers in Industry*, vol.105, 229-249.
5. Irannezhad E., 2020. "Is blockchain a solution for logistics and freight transportation problems?". *Transportation Research Procedia*, vol. 48, 290-306.
6. Shen B., Minner S., Chan H-L., Brun A., 2020. "Logistics and supply chain management in the luxury industry". *Transportation Research*, part E.
7. Certilogo, 2019. "Making blockchain real – LVMH and the future of authentic luxury".
8. DAVID LEE KUO CHUEN, 2015. "HANDBOOK OF DIGITAL CURRENCY Bitcoin, Innovation, Financial Instruments, and Big Data".
9. Dobrovnik M., Herold D.M., Fürst E., Kummer S., 2018. "Blockchain for and in Logistics: What to Adopt and Where to Start". *Institute for Transport and Logistics Management, WU*.
10. Reyna A., Martín C., Chen J., Soler E., Díaz M., 2018. "On blockchain and its integration with IoT. Challenges and opportunities". *Future Generation Computer Systems*, vol.88, 173-190.
11. Thakore R., Vaghashiya R., Patel C., Doshi N., 2019. "Blockchain - based IoT: A Survey". *Procedia Computer Science*, vol.155, 704-709.
12. Panarello A., Tapas N., Merlino G., Longo F. e Puliafito A, 2018. "Blockchain and IoT Integration: A Systematic Survey", *Sensors*.
13. Al-Talib M., Melhem W.Y., Anosike A.I., Reyes J.A.G., Nadeem S.P., Kumar A., 2020. "Achieving resilience in the supply chain by applying IoT technology". *Procedia CIRP*, vol. 91, 752-757.
14. Ponomarov S.Y. e Holcomb M.C., 2009. "Understanding the concept of supply chain resilience," *Int. J. Logist. Manag.*, vol. 20, 124–143.
15. Scholten K. e Schilder S., 2015. "The role of collaboration in supply chain resilience," *Supply Chain Manag. An Int. J.*, vol. 20, 471–484.
16. Iansiti M., Lakhani K.R., 2017. "The truth about blockchain." *Harvard Business Review*.

17. Dobrovnik M., Harold D. M., Furst E., Kummer S., 2018. "Blockchain for and in Logistics: What to Adopt and Where to Start". *Logistics*, vol.2, 1-14.
18. Rozman N., Vrabic R., Corn M., Pozrl T., Diaci J., 2019. "Distributed logistics platform based on Blockchain and IoT". *Procedia CIRP*, vol.81, 826-831.
19. Shen B., Minner S., Chan H.L., Brun A., 2020. "Logistics and supply chain management in the luxury industry". *Transportation Research Part E*, vol.143.
20. Brun A., Castelli C., Karaosman H., 2016. "See now buy now: A revolution for luxury supply chain management". *Workshop on business models and ICT technologies for the fashion supply chain*, 33-46.
21. Asian A., Wang J., Dickson G., 2020. "Trade disruptions, behavioral biases, and social influences: Can luxury sporting goods supply chains be immunized?". *Transportation Research Part E* 143, 1-31.
22. Morkunas V.J., Paschen J., Boon E., 2018. "How blockchain technologies impact your business model". *Business Horizons*, 1-12.
23. Chowdury K.E., 2019. "Transformation of Business Model through Blockchain Technology". *Research Gate: Accounting and Finance*, 1-7.
24. Harting C.-R., Sprengel A., Wottle K., Rettenmaier J., 2020. "Potential of Blockchain Technologies in Supply Chain Management – A Conceptual Model". *Procedia Computer Science* 176, 1950-1955.
25. Eriksson P. E., 2015. "Partnering in engineering projects: Four dimensions of supply chain integration". *Journal of Purchasing & Supply Management* 21, 38-50.
26. Hernandez V., Pedersen T., 2017. "Global value chain configuration: A review and research agenda". *BRQ Business Research Quarterly* 20, 137-150.
27. Tan A., Ngan T.P., 2020. "A proposed framework model for dairy supply chain traceability". *Sustainable Futures* 2, 1-6.
28. Report Deloitte UK "The internet of value exchange".
29. Report Deloitte USA "When supply chain meets blockchain".
30. Report finanziario Gruppo LVMH anno fiscale 2018.
31. Report finanziario Gruppo LVMH anno fiscale 2019.

SITOGRAFIA:

1. <https://www.blockchain4innovation.it/esperti/blockchain-perche-e-cosi-importante/> (in data 28/05/2021).
2. <https://hbr.org/2017/01/the-truth-about-blockchain> (in data 28/05/2021).
3. <https://www.insidemarketing.it/glossario/definizione/curva-di-rogers/> (in data 28/05/2021).
4. <https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/standard/security/ensuring-data-integrity-with-hash-codes> (in data 28/05/2021).
5. <https://blog.osservatori.net/it-it/blockchain-spiegazione-significato-applicazioni> (in data 20/06/2021).
6. <https://www.forbes.com/sites/gregpetro/2018/01/31/how-see-now-buy-now-is-rewiring-retail/> (in data 20/06/2021).
7. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/uk/Documents/Innovation/deloitte-uk-internet-of-value-exchange.pdf> (in data 20/06/2021).
8. <https://www.intelligenzaartificiale.it/blockchain-e-intelligenza-artificiale> (in data 20/06/2021).
9. <https://discover.certilogo.com/it/servizi-retailer> (in data 20/06/2021).
10. <https://www-statista-com.ezproxy.biblio.polito.it/statistics/896520/top-challenges-faced-by-3pl-providers-worldwide/> (in data 20/06/2021).
11. <https://blog.yourtarget.ch/blockchain-fashion-lvmh> (in data 20/06/2021).
12. <https://www.ilsole24ore.com/art/nasce-aura-gruppo-prada-lvmh-e-richemont-si-uniscono-nome-blockchain-AEJrFLC> (in data 18/07/2021).
13. <https://www.lvmh.it/notizie-documenti/notizie/i-partner-lvmh-con-altre-grandi-compagnie-di-lusso-su-aura-la-prima-grande-blockchain-di-lusso-internazionale/> (in data 18/07/2021).
14. <https://forbes.it/2021/04/21/lvmh-prada-e-cartier-creano-la-prima-blockchain-globale-dedicata-allindustria-del-lusso/> (in data 18/07/2021).
15. <https://www.nytimes.com/2021/04/20/business/lvmh-richemont-prada-blockchain.html> (in data 18/07/2021).
16. <https://auraluxuryblockchain.com/#about> (in data 03/09/2021).
17. <https://azure.microsoft.com/it-it/pricing/details/blockchain-service/> (in data 03/09/2021).
18. <https://azure.microsoft.com/it-it/pricing/details/virtual-machines/linux/> (in data 03/09/2021).