



Dipartimento di IMPRESA E MANGEMENT
Cattedra di ORGANIZZAZIONE AZIENDALE

**TECNOLOGIE DIGITALI PER IL SUPPLY CHAIN
MANAGEMENT**

RELATORE

PROF. PAOLO SPAGNOLETTI

CANDIDATO
SIMONE MAIO
MATR.212091

ANNO ACCADEMICO 2018/2019

INDICE

Introduzione	1
Capitolo I - SCM e il suo ruolo nella creazione di valore	3
1.1 Definizione di Supply Chain Management	3
1.2 Modelli di SCM	6
1.3 Evoluzione della Supply Chain Management	9
1.4 SCM come vantaggio competitivo	11
Capitolo II – SCM e l’impatto della tecnologia	12
2.1 La tecnologia nel sistema di Supply Chain	12
2.2 Internet-Based Business	13
2.3 Definizione e dispositivi IoT	15
2.4 IoT nel processo di SCM	16
2.5 Integrazione della tecnologia Blockchain	20
Capitolo III - Blockchain e SCM	22
3.1 Che cos’è la Blockchain	22

3.2 Integrazione della Blockchain e dei dispositivi IoT	23
3.3 I cambiamenti apportati dall'utilizzo di nuove tecnologie	28
3.4 Applicazioni di successo della Blockchain – il caso IBM	29
Conclusioni	36

*Alla mia famiglia tutta,
a chi ha sempre creduto in me.*

Introduzione

Il presente elaborato ha l'obiettivo di offrire una spiegazione e un'analisi della struttura del Supply Chain Management, vista e intesa come l'integrazione dei processi di business, partendo dai consumatori finali fino ai fornitori originari per la materia prima, facendo emergere tre elementi essenziali della moderna idea di Supply Chain: la centralità del cliente finale, la generazione del valore e l'integrazione tra le parti coinvolte lungo tutta la catena di fornitura.

Lo scopo di questo scritto è di analizzare e definire alcuni dei processi del Supply Chain Management e i cambiamenti avvenuti con l'utilizzo dei dispositivi dell'Internet of Things (IoT), fino ad arrivare all'integrazione nel processo della tecnologia Blockchain. La crescita della competizione globale ha stimolato le imprese al cambiamento continuo, in questo contesto lo sviluppo di una struttura flessibile risulta essere uno dei vantaggi competitivi che l'azienda deve avere per poter sopravvivere in questa forma di mercato, un'organizzazione che faciliti l'integrazione tra le imprese e la sincronizzazione del flusso di materiali e di informazioni.

Le scelte di internazionalizzazione rappresentano la risposta delle imprese alle esigenze di consolidamento e allungamento della catena, per l'accesso a nuovi mercati e tecnologie. Fin da subito le imprese di grandi dimensioni si sono rese protagoniste dell'allungamento della propria rete di fornitura con il risultato di una gestione condivisa di alcune aree della Supply Chain, aspetti come gli approvvigionamenti, la gestione del magazzino e della produzione vengono curati attraverso strumenti tecnologici specifici e condivisi che collegano le imprese coinvolte.

Grazie alle tecnologie informatiche e le connessioni in reti internet e intranet è possibile estendere le logiche aziendali all'intera catena di fornitura.

Le produzioni industriali del tutto automatizzate e interconnesse caratterizzate dall'utilizzo di dispositivi di IoT hanno caratterizzato la quarta rivoluzione industriale, indicata come Industria 4.0.

Il fenomeno della digitalizzazione ha creato i presupposti per il superamento dei problemi di cooperazione e di interoperabilità tra le imprese, consentendo alle imprese di collegarsi tra loro in tempo reale e di svolgere in modo coordinato operazioni complesse.

In questo contesto si inserisce la tecnologia Blockchain che, più che una tecnologia, può essere considerata un nuovo paradigma, ovvero un nuovo modo di interpretare il grande tema della decentralizzazione e della partecipazione.

Dunque, accanto alla visione che porta ad associare la Blockchain alle cryptocurrency vi è quella che invita ad alzare lo sguardo a tantissime altre applicazioni senza porsi alcun tipo di limitazione. Ed è proprio all'interno di questo contesto che le imprese ed in termini più ampi le supply chain hanno iniziato a mostrare interesse nei confronti di questo nuovo modello. Difatti la Blockchain è uno strumento che permette di raggiungere il consenso nell'esecuzione di un'attività collettiva che coinvolge entità che necessariamente non si fidano l'una dell'altra, ma che hanno un obiettivo comune. Questo si sposa benissimo con la supply chain: infatti all'interno dei network di fornitura vi sono un certo numero di entità, che hanno un interesse comune, (vendere e servire un determinato prodotto soddisfacendo i bisogni del consumatore) ma che, allo stesso tempo, sono separate e dunque non si fidano necessariamente l'una dell'altra. Proprio a partire da questo matching che ha preso forma questo lavoro di ricerca che si è posto come obiettivo quello di analizzare l'impatto della tecnologia Blockchain all'interno del complesso panorama delle catene di fornitura.

Capitolo I - SCM e il suo ruolo nella creazione di valore

1.1 Definizione di Supply Chain Management

Con il termine Supply Chain Management si intende quella rete di organizzazioni coinvolte, attraverso collegamenti a monte e a valle, nei diversi processi e attività che producono valore per il cliente finale. Un sistema costituito da una rete di entità economiche, fornitori, produttori, distributori e consumatori finali collegati da un flusso comune di prodotti e informazioni che hanno come obiettivo finale la realizzazione di prodotti e servizi in grado di soddisfare le richieste del mercato, e dunque del cliente finale.

L'evoluzione del SCM ha visto nascere due differenti scuole di pensiero. Alcuni considerano la Supply Chain Management come una filosofia di management, viene intesa dunque come la cooperazione strategica ed operativa dei diversi soggetti che la compongono, la collaborazione tra i diversi partner della filiera è in grado di diminuire i tempi complessivi di evasione degli ordini e, al tempo stesso, di ridurre i costi logistici e l'ammontare complessivo delle scorte, con un impatto positivo sull'efficacia e sull'efficienza del processo, con l'obiettivo finale di direzione del valore per i clienti.

La seconda, definisce la gestione della catena come l'integrazione dei processi chiave di business finalizzati alla creazione di valore per il cliente finale, focalizzandosi sulla identificazione e relazione tra le diverse attività coinvolte. In quest'ottica vengono ricompresi tutti i processi di gestione all'interno della filiera: dallo sviluppo dei nuovi prodotti sino all'amministrazione clienti.

Il Council of Logistics Management¹ (CLM) nel 2004 definisce il Supply Chain Management *“la pianificazione e la gestione di tutte le attività attuate nelle fasi di approvvigionamento, reperimento, trasformazione e tutte le attività di Logistics Management. In maniera particolare questo include la coordinazione e la collaborazione con canali partner, i quali possono essere i fornitori gli intermediari e consumatori”*.

¹ Council of Logistic Management - Associazione internazionale di professionisti della logistica.

Il Council evidenzia che l'integrazione tra i flussi fisici ed informativi scambiati in tutta la catena logistica è la base di tale sistema. Le informazioni provenienti dai clienti e dal mercato, in particolare, devono essere trasferite nei piani di produzione ed approvvigionamento, attraverso apposita programmazione nella produzione. L'integrazione riguarda non solo i beni e le informazioni, ma tutti i flussi e processi presenti nella catena di fornitura, dall'approvvigionamento delle materie prime alla consegna del prodotto finito.

Possiamo considerare in questa ottica il SCM come un sistema relazionale complesso, costruito e realizzato dai comportamenti dei diversi attori che la compongono, che danno vita ad un sistema di decisioni e di processi orientati ad integrare le attività di approvvigionamento, produzione, consegna dei prodotti e servizi al cliente.

Oggi l'obiettivo primario della SCM *“consiste nel riuscire ad avere il prodotto giusto, al posto giusto, al prezzo giusto, al momento giusto e alle giuste condizioni”*, una gestione efficiente di questo processo è considerato come un consistente vantaggio competitivo ed è un elemento di differenziazione per le imprese. I bisogni del cliente finale vengono compresi e diventano fattori guida nel processo decisionale dell'impresa, risulta necessario che essa sia in grado di assicurare un adeguato servizio basato sulla qualità, sulla personalizzazione e sulla velocità di consegna.

Alla base del vantaggio competitivo che scaturisce da una gestione integrata della SCM vi è un articolato sistema informativo che consente la trasmissione in tempo reale a tutti gli attori della catena delle informazioni inerenti al proprio business di appartenenza.

Possiamo identificare otto processi chiave all'interno del Supply Chain Management:

- **Customer Relationship Management:** identifica il cliente chiave in funzione dei bisogni e delle loro esigenze. I vari segmenti individuati vengono divisi in gruppi target al fine di comprenderne le esigenze ridurre la variabilità della domanda.
- **Customer Service Management:** vengono definiti l'ordine, la modalità e i tempi di spedizione del prodotto. Questo tipo di processo fornisce le informazioni in tempo

reale e quindi è in stretta correlazione con le funzioni di produzione, logistica e commerciale.

- **Demand Management Process:** vengono bilanciate le richieste del singolo cliente con le capacità e le competenze che l'azienda è in grado di fornire. Voluti tempi e localizzazione della domanda sono coordinate con le attività di approvvigionamento, produzione e distribuzione al fine di rispondere al meglio alle richieste del cliente.
- **Order Fulfillment Process:** gestione completa e coordinata dell'ordine lungo tutto la catena di fornitura. La collaborazione tra i diversi attori della catena assume un ruolo chiave in ottica di collaborazione e integrazione, in modo da rispondere alle attese del cliente.
- **Manufacturing Flow Management Process:** la distribuzione e la produzione seguono le richieste del mercato sia dal punto di vista qualitativo che quantitativo. Le attività a valle della catena seguono quelle a monte, in una logica di pull, così che il processo acquisti maggiore flessibilità, e che la capacità di risposta dell'azienda risponda ad eventuali cambiamenti di mercato.
- **Supplier Relationship Management Process:** sviluppare e definire una rete di relazioni a lungo termine con un numero ristretto e selezionato di fornitori nell'ottica di reciproci vantaggi.
- **Product Development and Commercialization Process:** la creazione di nuovi prodotti e la loro collocazione sul mercato mira ad aumentare la competitività dell'azienda sul mercato, con l'obiettivo di ridurre il time to market, ovvero il tempo che intercorre tra l'ideazione del prodotto e la sua commercializzazione.
- **Returns Management Process:** ultimo processo logistico, ha come obiettivo pianificazione, implementazione e controllo di efficienza dei flussi di materie prime e prodotti, e dei correlati flussi informativi.

1.2 Modelli di SCM

E' possibile elencare quattro modelli di catena di fornitura, sui quali l'azienda può costruire la sua rete di contatti, e trarre da essa il vantaggio competitivo che gli permette di differenziarsi sul mercato. Questi modelli comprendono le linee guida da seguire per il miglioramento delle prestazioni.

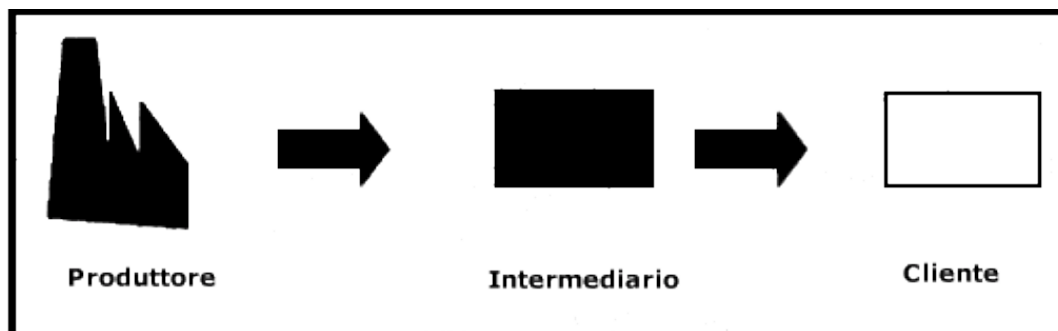
Modello Base

E' il modello di riferimento più semplice, descrive unicamente il rapporto tra il produttore del bene, e l'intermediario che deve commercializzare il prodotto o servizio sul mercato di riferimento.

L'obiettivo che guida questo processo è il "contenimento dei costi", ogni scelta o decisione è valutata per bilanciare gli interessi di tutti gli attori interessati nella catena, col fine ultimo di ridurre i costi e massimizzare i profitti.

Si tratta di un sistema orientato a valutare i risultati in un orizzonte temporale breve, di fatti la pianificazione strategica interessa solo i ricavi di breve termine.

Ogni soggetto interessato procede con azioni volte a soddisfare questa strategia, in questa ottica non si andranno a creare rapporti di fiducia duraturi tra le parti, ma vi sarà soltanto la ricerca della minimizzazione del prezzo da parte di tutti gli attori coinvolti.



[Fonte: Ferrozzi e Shapiro,2001]

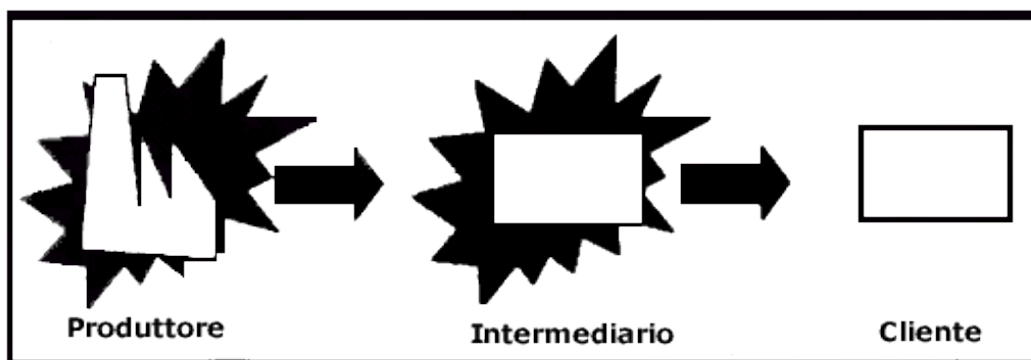
Modello delle Relazioni Intelligenti

All'interno di questo modello produttore e intermediario ricoprono ruoli "forti" e svolgono azioni autonome con obiettivi di crescita e di posizionamento sul mercato ben definiti e diversi tra loro.

Da una parte il produttore punta alla leadership di mercato ed a una fidelizzazione del cliente finale, così da creare un rapporto duraturo di lungo termine, creando un valore aggiunto per il cliente e differenziandosi dalla concorrenza. L'intermediario investe per accrescere la fidelizzazione del cliente finale verso il proprio punto vendita.

I driver di questo processo sono la riduzione dei costi e della comunicazione, con l'obiettivo di creare un rapporto continuativo tra i clienti il brand e il punto vendita.

Si andrà a conseguire, vista la stretta collaborazione e lo scambio continuo di informazioni, la riduzione dei costi di interfaccia, delle scorte, dei controlli qualità e dei costi dovuti alla rottura di stock.



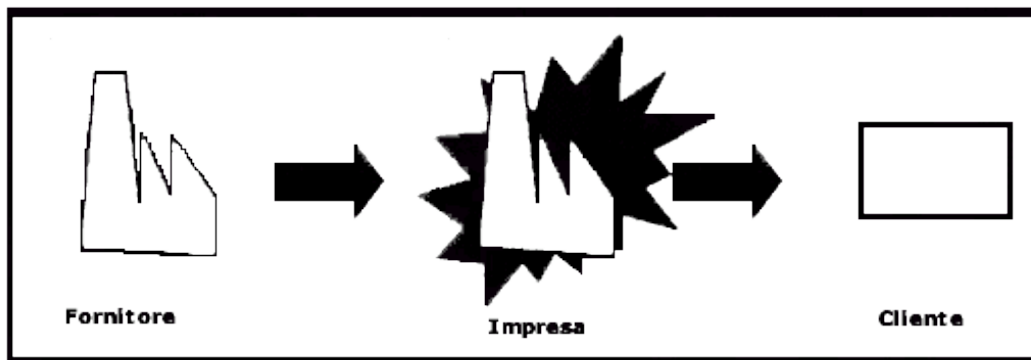
[Fonte: Ferrozzi e Shapiro,2001]

Modello dell'impresa dominante

Dal nome si capisce la centralità dell'impresa all'interno della SC, che andrà a ricoprire un ruolo di guida all'interno dell'intera filiera produttiva. Essa sarà in sincronia con tutti gli attori presenti all'interno della catena, sviluppando un modello di rapporti integrato e verticale, imponendo le proprie operazioni strategiche sia a monte che a valle. Questa dominanza all'interno del modello riduce la conflittualità nella catena, la presenza di un

solo attore centrale implica che le azioni e le decisioni vengano sviluppate solo da quest'ultima, non viene ammessa nessuna soluzione alternativa da quella proposta dalla dominante.

L'obiettivo di questo modello è il bilanciamento tra l'investimento di denaro nelle strategie di innovazione e il corretto sfruttamento delle economie di scala che ne derivano. Le tecnologie utilizzate riescono a sfruttare la possibilità di personalizzazione, così da rispondere al meglio alle richieste del cliente. Si vede in questo modello un forte utilizzo dei sistemi IoT.



[Fonte: Ferrozzi e Shapiro,2001]

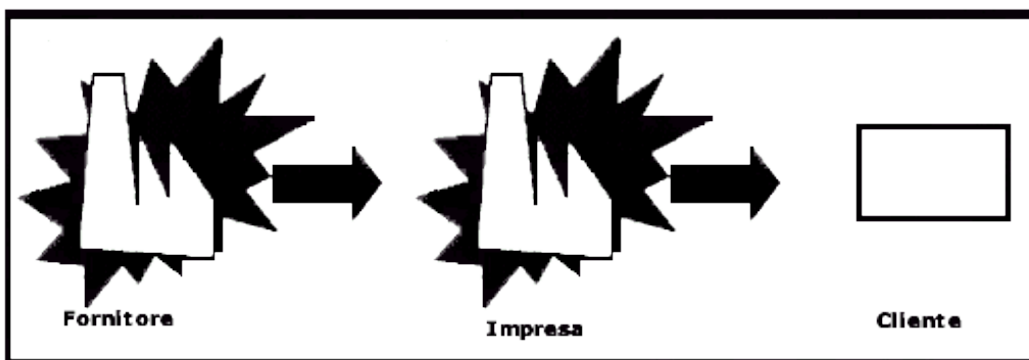
Modello della Partnership

In questo modello non vi è più la presenza di un'impresa leader, si fanno a creare rapporti collaborativi tra essa e i numerosi fornitori presenti all'interno della catena. Si crea una cooperazione e integrazione tra gli attori coinvolti, creando una Supply Chain unica orientata alle dinamiche di mercato e al cliente finale.

Tutti i partners coinvolti condividono gli obiettivi e le strategie operative, così facendo la collaborazione riduce le inefficienze e assume carattere di distinzione competitiva all'interno del mercato. Per raggiungere questo successo è necessario una corretta condivisione delle informazioni, non solo inerenti alle scorte e alla produzione, ma anche dati sugli sviluppi di mercato, sviluppo e innovazione tecnologica. La cooperazione non riguarda solo lo scambio di informazioni ma anche la possibilità di investimenti congiunti che avranno come obiettivo la creazione di rapporti di lungo termine con i clienti finali.

presenti sul mercato, nonché tra i diversi attori lungo tutta la catena. Viene adottata una visione unica e condivisa basata su tre pilastri:

- Orientamento al cliente;
- Fiducia nei soggetti coinvolti;
- Crescita profittevole.



[Fonte: Ferrozzi e Shapiro, 2001]

1.3 Evoluzione della Supply Chain Management

L'affermarsi di un mercato globale ha cambiato radicalmente alcuni degli aspetti più importanti della Supply Chain Management, il crescente sviluppo di nuove reti di trasmissione delle informazioni e di internet, il diffondersi di sistemi informatici e delle telecomunicazioni ha visto le imprese costrette al cambiamento e all'innovazione del proprio assetto organizzativo al fine di poter sfruttare al meglio tutte le opportunità offerte dal nuovo settore tecnologico, dai nuovi mercati di approvvigionamento, e dai paesi dove i processi hanno minor livello di costo, così da poter rimanere competitive su un mercato che sta assumendo nuove caratteristiche in modo così veloce. Le imprese si trovano oggi ad operare in un mercato radicalmente cambiato nel quale la velocità con cui sono trasmesse e acquisite le informazioni e il servizio offerto ai clienti finali sono caratteristiche indispensabili, da qui deriva un continuo adattamento delle strategie e dell'organizzazione al fine di ridurre il time-to-market e restare competitive sul mercato.

Tutti i processi interessati a questi cambiamenti lungo la catena di fornitura sono sottoposti ad analisi con l'obiettivo di semplificarne e modernizzarne gli aspetti, scopo dell'impresa rimane quello di minimizzare il tempo di progettazione del prodotto e di consegna al cliente finale, con il miglior servizio di supporto possibile.

L'avanzamento delle tecnologie è stato uno degli aspetti che ha più impattato sulla nuova Supply Chain, riuscendo a massimizzare la velocità di gestione dei flussi informativi e di conseguenza andando a creare stretti legami tra le varie fasi e gli attori coinvolti lungo tutto il processo.

Le imprese orientano le loro strategie sull'adozione di modelli in grado di aumentare i livelli di efficienza, efficacia, flessibilità e reattività, condividendo le informazioni all'interno di una struttura allargata dell'azienda della quale fanno parte tutti i partners coinvolti all'interno della Supply Chain.

In questo contesto si crea una struttura del tutto automatizzata che prende il nome di Industria 4.0, che si caratterizza per la velocità nel trasferimento delle informazioni, nella potenza di calcolo e per l'interconnessione tra le fasi e i partners, in grado di agire in modo reattivo, alle variazioni della domanda e dell'offerta, e in modo proattivo anticipando il cambiamento.

Con il termine Industria 4.0, si indica la tendenza all'automatizzazione industriale, all'integrazione di nuove tecnologie produttive, con l'obiettivo di creare nuovi modelli di business e aumentare la produttività. Questa nuova tendenza viene contraddistinta dalla crescente integrazione dei sistemi IoT, dalla digitalizzazione e informatizzazione della catena di produzione che porta il prodotto finale nelle mani del cliente. Non è altro che un insieme di unità operative e autonome che agiscono organicamente, integrandosi per raggiungere il massimo risultato ottenibile.

I livelli elevati di efficienza sono raggiunti tramite una corretta organizzazione di tutte le operazioni di progettazione e trasmissione, operazioni di fornitura, produzione e distribuzione e raggiungo il loro termine quando il prodotto viene consegnato nelle mani del consumatore finale. L'adozione dei concetti della Supply Chain Management come strumento di gestione dei servizi all'interno dell'intera catena di fornitura, produzione e commercializzazione risulta al centro delle scelte dei Managers dell'azienda. Si viene così creando un singolo organismo con integrazione sia interna che esterna, l'obiettivo è il miglioramento delle prestazioni aziendali, realizzabile attraverso la ristrutturazione

della catena logistica in ingresso (fase di approvvigionamento e accordi con i fornitori), la ristrutturazione tecnologica, la razionalizzazione della catena logistica in uscita (distribuzione) e soprattutto attraverso la creazione di vere e proprie reti commerciali di vendita.

Il diffondersi della tecnologia permette dunque all'impresa di sviluppare Supply Chain sempre più intelligenti, più automatizzate, eliminando la latenza e aumentando la certezza delle operazioni intraprese. Questo nuovo tipo di SC non è guidata solo dalla riduzione dei costi, ma punta su una collaborazione ad ogni livello della catena con l'obiettivo di creare una strategia sincronizzata con tutti gli attori coinvolti al suo interno.

Per una gestione intelligente della Supply Chain, la tecnologia IT svolge un ruolo importantissimo. L'IT ha la capacità di integrare diversi processi, fornitori e clienti, migliorandone la comunicazione, la raccolta e il trasferimento di dati e informazioni per migliorarne le prestazioni lungo tutta la catena di fornitura.

Uno degli sviluppi più importanti in ambito di gestione integrate ed intelligente della SC si è avuto con l'affermarsi al suo interno dell'Internet of Things (IoT) e della Blockchain.

1.4 SCM come vantaggio competitivo

L'ingresso di nuove tecnologie ha cambiato come detto il modo di interpretare il ruolo della SCM. Tutti gli strumenti e i metodi che puntano a migliorare e automatizzare l'approvvigionamento, riducendo gli stock e i tempi di consegna, devono adattarsi in tempi brevi ad ogni cambiamento imposto dal mercato. In questo contesto andremo ad osservare come le applicazioni di strumenti IoT possano migliorare i processi aziendali e come un sistema di Blockchain porti ad un miglior coordinamento di tutte le fasi della SC, parleremo dunque di Supply Chain 4.0, un ecosistema collaborativo e strategico tra fornitori, funzioni aziendali, produzione, vendite, marketing fino al magazzino e alla distribuzione. La digitalizzazione sta cambiando molto velocemente l'industria in tutti i suoi settori, in tal contesto parleremo di Industria 4.0, si capisce come tale fenomeno abbia coinvolto tutti i processi dalla distribuzione alla velocità di consegna, consentendo di monitorare e trarre informazioni dal comportamento dei consumatori e il modo di trasmettere questi dati con un processo di reverse logistic a tutta catena.

Capitolo II - Supply Chain Management e l'impatto della tecnologia

2.1 La tecnologia nel sistema di Supply Chain

Come già detto in precedenza con l'avvento di Internet si è assistito a un cambiamento radicale nella gestione della Supply Chain, non solo miglioramenti nella produttività, ma innovazioni apportate anche alla struttura dei rapporti che si creano lungo tutta la catena di fornitura, tra fornitori, distributori, produttori e clienti finali, e nelle scelte strategiche che l'impresa deve affrontare.

Le opportunità offerte dalle tecnologie IT, possono essere estese come visto anche alla modalità di pianificazione della Supply Chain, portando così alla creazione di nuovi modelli organizzativi, orientati all'applicazione delle nuove tecnologie presenti sul mercato. Queste nuove tendenze permettono oltre che un miglioramento dei processi, nuove possibilità di riprogettazione dell'intera filiera produttiva dell'impresa.

L'utilizzo di internet si basa sulla possibilità che questo dia alla nascita di una nuova visione manageriale di Supply Chain, con il miglioramento di tutte le attività strategiche quali la previsione della domanda di mercato, a cui l'azienda saprà rispondere in modo più dinamico e flessibile, alla pianificazione integrata della produzione e del processo di approvvigionamento, per evitare sprechi dovuti all'acquisizione di materie prime o per un'errata produzione di stock prodotti, per lo sviluppo di prodotti, sempre più coerenti con le richieste del cliente finale, e infine per quanto riguarda tutte le attività operative di gestione degli ordini, ai trasporti e alle scorte, migliorati dal punto di vista del flusso di informazioni che si riesce a trasmettere, andando a ridurre sia il tempo che le modalità di acquisizione.

Fin da subito è possibile riscontrare miglioramenti in termini di efficienza economica ed operativa e di efficacia organizzativa, dovuti all'utilizzo di strumenti internet-based dal lato della gestione operativa, dall'altro l'utilizzo delle nuove tecnologie per quanto concerne la riprogettazione integrata delle attività di sviluppo prodotto e per la gestione delle attività di marketing, riguardanti la previsione della domanda e il target di riferimento.

Gli strumenti internet-based sono, in via generale, classificati sulla base di due processi:

- > *e-Procurement* definita come “*technology solution that facilitates corporate buying using the internet*”, l’approccio a questa nuova tecnologia vede l’uso di tutte le pratiche di e-business e e-solutions come l’insieme di azioni che supportano l’impresa nel processo di acquisto. L’adozione di questo modello tecnologico prevede che l’intero processo di approvvigionamento venga gestito online dall’impresa, adottando sistemi di B2B (Business to Business), attraverso l’adozione di questi servizi l’azienda riduce i costi e i tempi impiegati per l’approvvigionamento delle materie, e di conseguenza questa riduzione si riflette su un miglioramento di gestione di tutti i processi aziendali coinvolti. Questo tipo di soluzione risulta necessario per le grandi compagnie che vedono una gestione più facile ed efficace in tutti i processi coinvolti, dalla fase di acquisto a quella di fornitura del prodotto, e per le aziende più piccole che si vedono proiettate all’intero di un business globale che presenta numerose possibilità di crescita. Il processo di e-Procurement viene diviso in due fasi:
- *e-sourcing*;
 - *e-Supply Chain Management*.
- > *e-Supply Chain*, è l’insieme di tutti quei processi che coinvolgono un’impresa e tutti i suo partener integrando sia i rapporti che si creano, sia tutte le possibilità date dall’utilizzo delle nuove tecnologie, così da migliorare i processi coinvolti e la velocità e modalità di condivisione delle informazioni.

2.2 Internet-Based Business

L’utilizzo di sistemi internet-based per il supply chain management comporta modifiche strutturali ed operative, le imprese adottano il modello di business più coerente con la natura delle loro attività. Nell’internet economy possono essere distinti tre flussi logistici distinti in base alle aree di competenza, nati per creare il massimo valore per i clienti finali e per minimizzare i costi a cui l’azienda deve sottoporsi

- **Dis-Intermediation**

L'utilizzo di internet all'interno dei processi di supply chain ha permesso di ridurre i costi di transazione dovuti alla presenza di numerosi intermediari all'interno del processo e di conseguenza questo ha aumentata la reattività di risposta da parte dell'azienda alle esigenze dei clienti. Per via della natura di molti prodotti e servizi oggi le aziende offrono ai propri clienti un'offerta personalizzate sulle richieste di quest'ultimi questo grazie ad un processo di Dis-Intermediation. La riduzione del numero di attori coinvolti lungo la catena di fornitura apporta miglioramenti sia per quanto riguarda la riduzione dei prezzi che l'aumento del fatturato proveniente dalle vendite. Il successo di aziende come Amazon.com, e di tutte quelle che hanno deciso di entrare nel segmento Business-to-Business², ha dimostrato i benefici di un processo logistico basato su tecnologie internet.

- **Infomediation**

Nel nuovo mercato globalizzato il flusso di informazioni, derivanti dal numero di fonti e fornitori presenti sul mercato ha subito una crescita esponenziale, i singoli clienti si imbattono quotidianamente in numerosi siti internet dei quali però non possono stimarne né l'accuratezza né il valore reale dell'informazioni date. Il modo in cui i clienti sono colpiti dall'informazioni riguardanti prodotti e servizi offerti dall'aziende ha reso necessario lo sviluppo di nuove capacità da parte degli intermediari per rispondere in modo coerente e corretto alle richieste effettuate dai clienti, così da aumentarne la fidelizzazione verso l'azienda e il brand. Le domande a cui gli intermediari devono avere una risposta riguarda la diffusione delle così dette "meta-information"³, informazioni riguardanti un particolare argomento del prodotto discusso. Maggiori saranno le informazioni che i clienti potranno avere sul prodotto maggiore sarà la loro fidelizzazione verso lo stesso.

² Con l'abbreviazione Business-to-Business (B2B) vengono definite relazioni d'affari tra due o più aziende.

³ Marcatori collegati a un oggetto informatico o a una serie di oggetti informatici, e hanno lo scopo di descriverne il contenuto e/o gli attributi.

- **Meta-Mediation**

La Meta-Mediation supera la semplice relazione esistente tra fornitori e produttori, comprende tutti i servizi aggiuntivi rivolti al cliente nel corso della transazione finale che aiutano a facilitarne la realizzazione. I segmenti del mercato Business-to-Business sono caratterizzati da supply chain frammentate che comportano elevati costi di ricerca, grande numero di informazioni da gestire, comparazione dei prodotti. Sotto questa condizione la meta-mediation aggiunge valore al prodotto e ne agevola l'acquisizione da parte del cliente finale, dalla parte del produttore ne riduce i costi di ricerca e il flusso di informazioni riguardanti il segmento di mercato scelto.

L'adozione dei sistemi internet-based ha cambiato i modelli organizzativi adottati dalle imprese, permettendo loro di comunicare in tempo reale e di gestire meglio e più efficacemente prodotti e flussi di informazioni provenienti dal mercato e dall'intera filiera produttiva. Grazie all'introduzione dei nuovi sistemi IT e IoT è possibile gestire in modo congiunto più operazioni, permettendo così alle imprese di avere maggiore flessibilità ai cambiamenti delle domande di mercato, e di avere una maggiore tracciabilità di tutti i prodotti e dei percorsi dagli stessi compiuti lungo tutta la catena di approvvigionamento.

2.3. Definizione e dispositivi IoT

Con il termine IoT si indicano un insieme di oggetti e tecnologie che possono essere collegate ad internet, con lo scopo di monitorare e trasferire il flusso di informazioni derivanti dagli stessi per poi svolgere azioni coerenti, nei vari processi in cui essi sono utilizzati.

“A set of physical and virtual objects which are connected together via a network for communication and sensing or interaction with internal and external environment.” (Kevin Ashton)⁴.

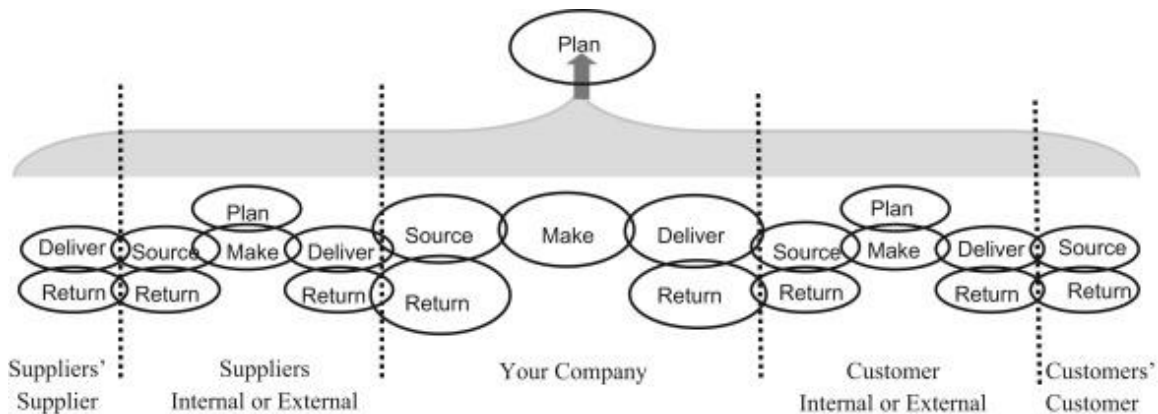
⁴ Inventore del termine “Internet of Things”, il quale descrive un sistema in cui il mondo fisico è connesso ad Internet attraverso dei sensori.

Esistono cinque tipologie di strumenti IoT che possono essere integrati all'interno dei processi di SC (Lee and Lee): Radio-frequency identification (RFID), Wireless sensor networks (WSN), Middleware, Cloud Computing, IoT applications.

2.4 IoT nel processo di SCM

Per capire al meglio le possibili applicazioni degli strumenti IoT nel processo di SCM si può analizzare il modello SCOR che divide il processo in: Plan, Source, Make, Deliver, Return and Enable.

L'applicazione dell'IoT impatta significativamente sulla gestione della SC, riducendone i costi, aumentando l'accuratezza dell'inventario e permettendo la tracciabilità della merce. Da qui procederemo con un'analisi di tutte le possibili applicazioni dell'Internet of Things lungo il processo di SC e su come questi possano semplificare e aumentare le prestazioni dell'intero processo in termini di efficienza operativa e di riduzione dei costi, l'analisi verrà condotta sulla divisione dei processi del modello SCOR⁵.



[Fonte: Supply Chain Council]

⁵ L'idea di fondo di questo modello è che i processi di ogni nodo della catena del valore rientrino in cinque macro-aree (Plan, Source, Make, Deliver, Return) e che la filiera stessa non sia altro che una successione delle funzioni Source, Make e Deliver, con i relativi flussi di beni, materiali, informazioni e documenti.

Plan

Numerosi autori sono d'accordo sul fatto che le tecnologie di IoT possono essere divise su quattro livelli: un primo livello che comprende la raccolta dati che utilizza oggetti e sensori RFID, un secondo livello che prevede la trasmissione dei dati raccolti attraverso una rete networks, il terzo e quarto che prevedono un processo di servizio e di interfaccia, generalmente compresi sullo stesso livello. Alcuni studi hanno dimostrato come sia possibile combinare le varie tecnologie IoT all'interno dei processi di SC, una prima applicazione è data dalla possibilità di combinare i tag RFID per la localizzazione dei prodotti all'interno del processo e la tecnologia GPS per tracciare gli stessi all'esterno così da poter monitorare le merci ovunque e in qualsiasi momento (Yuvaraj e Sangeetha). Per capire al meglio i vantaggi derivanti dall'utilizzo di questa tecnologia si può analizzare la connessione esistente tra questi strumenti e l'Industria 4.0. Sono stati presentati sistemi cyber-fisici per permettere l'interconnessione tra il mondo fisico e quello virtuale attraverso hardware analogico/digitali e l'utilizzo di Cloud, caratterizzati dalla flessibilità di utilizzo, integrazione delle risorse, virtualizzazione e accesso ubiquitario (Cheng et al.)

Tutte queste applicazioni dei sistemi IoT hanno permesso la creazione di un'architettura di sistema in linea con le caratteristiche richieste dall'industria 4.0, consentendo l'integrazione di vari processi produttivi e un utilizzo più flessibile dei dati raccolti.

Source

Il processo di Sourcing è l'attività attraverso la quale le imprese acquisiscono materiali e servizi. Una SC efficiente prevede la pianificazione strategica di tutte le attività di approvvigionamento comprese nel processo. Tra le decisioni strategiche che l'impresa deve affrontare vi sono quelle che riguardano l'In-House o l'Outsourcing, che prevedono la selezione dei fornitori e la gestione delle spese. È possibile esaminare l'impatto che la tecnologia di IoT ha avuto su queste funzioni. L'utilizzo di questi strumenti consente la virtualizzazione della catena di approvvigionamento, un controllo virtuale consente all'acquirente di tracciare e rintracciare le merci mentre si muovono lungo la catena di

fornitura, consentendo di effettuare controlli avanzati di qualità e pianificazione. (Verdouw, Beulens e van de Vorst).

Sono stati proposti alcuni modelli che prevedono l'integrazione dei dati raccolti durante tutto il percorso con la pianificazione strategica degli assortimenti. L'utilizzo di queste tecnologie offre una maggiore flessibilità alle politiche adottate dall'azienda, è stato stimato inoltre che il costo derivante dall'utilizzo di queste tecnologie impatto solo in minima parte sul costo unitario di acquisto (Decker et al.).

Make

Storicamente l'evoluzione della produzione è divisa in quattro fasi note come Industria 1.0 to 4.0. ognuna di queste fasi ha rappresentato un cambiamento importante nel processo di produzione. L'industria 4.0 con l'affermarsi dell'IoT ha messo le basi per un cambiamento senza precedenti che avrà profonde implicazioni per la produzione e per la catena di fornitura. I sistemi di automazione presenti all'interno delle aziende sono organizzati in modo gerarchico, in particolare i sistemi PLC⁶ (programmable logic controller) e i sistemi di controllo di gestione sono scollegati dai sistemi operativi e di IT. Le questioni di sicurezza sono la ragione principale per l'adozione di nuovi strumenti tecnologici, che vadano ad implementare le strutture organizzative delle aziende. La disponibilità di tecnologie di archiviazione quali, sensori, controllers, analytics software, Big Data e cloud computing, offrono la possibilità di creare una struttura più intelligente e efficiente. Una produzione Smart consente di prendere più velocemente decisioni e di operare in modo più efficiente grazie alla visibilità della fabbrica e della SC basata sulla trasmissione dei dati in tempo reale. Le aree che possono essere migliorate dall'applicazione di strumenti IoT comprendono: la visibilità della fabbrica, la SC integrata, la pianificazione e programmazione della produzione e la manutenzione proattiva.

⁶ Il PLC è un sistema elettronico a funzionamento digitale, composto di due elementi fondamentali: l'hardware e il software.

Deliver

La funzione di delivery è uno dei compiti principali della logistica. La logistica comporta la pianificazione e il controllo del flusso e dello stoccaggio di beni e servizi. La funzione di Delivery nella SC riguarda il magazzino, la gestione degli ordini e dell'inventario e il trasporto. Alcuni studi hanno dimostrato la possibilità di utilizzo dei dispositivi di IoT all'interno della gestione, con vantaggio visibile sia dal punto di vista del tempo della consegna che sui costi, dato dall'integrazione tra le nuove tecnologie e la gestione degli ordini. Un'area di interesse è quella della qualità della logistica (QLC – quality controlled logistic), l'utilizzo di nuove tecnologie consente un controllo in istantaneo sulla qualità dei prodotti che si muovono lungo la catena di fornitura (Giannakourou e Taoukis).

Alcuni studi hanno dimostrato come l'applicazione dell'IoT per la visualizzazione end-to-end, consenta un monitoraggio in tempo reale sui prodotti e la possibilità di intervenire in modo tempestivo sulle decisioni da prendere, andando a ridurre i ritardi nelle consegne inoltre\ come l'IoT possa contribuire alla condivisione delle informazioni consentendo la sincronizzazione tra produzione e trasporto (Tadejko).

Return

Prima ancora dell'avvento dell'IoT alcuni studiosi, Thierry et al., avevano elaborato come l'inserimento di sensori all'interno dei prodotti potesse migliorarne la gestione durante tutto il loro ciclo di vita.

Oggi con l'introduzione della tecnologia RFID come questo sia possibile e come posso aiutare anche dal punto di vista della *reverse logistic*⁷. Implementando questo processo con l'utilizzo di strumenti di IoT è possibile acquistare informazioni dall'utilizzo che il consumatore finale fa del prodotto, e trasferendo i dati per implementare la catena di approvvigionamento. È stata proposta la creazione di una piattaforma digitale che monitori e implementi lo scambio di informazioni per una migliore gestione dei rifiuti dovuti ai resi (Zhiduan). Attraverso una gestione Smart di questo processo sarà possibile inoltre come visto anche negli altri processi ridurre sia i costi aziendali che i tempi.

⁷ Reverse Logistic è il processo di pianificazione, implementazione e controllo dell'efficienza dei prodotti e dei correlati flussi informativi con lo scopo di riguadagnare valore al termine del loro ciclo di vita.

2.5 Integrazione della tecnologia Blockchain

L'applicazione degli strumenti di IoT nel processo di SCM oltre agli innumerevoli benefici esposti presenta alcune incertezze dal punto di vista della sicurezza dei dispositivi utilizzati e delle informazioni da essi trasmesse. Un recente studio sull'applicazione di questi dispositivi ha dimostrato come il 70% presentino problemi dal punto di vista della vulnerabilità del sistema per via della mancanza della crittografia, interfacce non protette e software con potenza non sufficiente a gestire la mole di dati prodotta. Alcuni autori sostengono che le attuali soluzioni di sicurezza in abito di SCM per la gestione delle informazioni sono inadeguate per via della scalabilità nell'elaborazione e analisi dei dati trasmessi (Cam-Winget et al.). Gli approcci convenzionali in materia di sicurezza e privacy non sono del tutto applicabili agli ecosistemi che si creano con l'utilizzo dei sistemi di IoT, per via della loro "topologia" dinamica e della loro natura. L'attuale architettura Internet potrebbe non essere in grado di gestire un così grande numero di dispositivi connessi e le grandi quantità di dati. Tutti i partner lungo la catena di approvvigionamento non si sentono sicuri sulla sicurezza fisica e riservatezza delle informazioni dei prodotti lungo la catena di fornitura. Vi sono ancora molte preoccupazioni circa la vulnerabilità di questi dispositivi, per quanto riguarda autenticazioni, accessi non autorizzati, manomissione e manipolazione dei dati. Alcuni esempi possono essere la possibilità di compromettere le etichette RIFID, l'archiviazione delle informazioni provenienti dalle identità uniche dei tag sono gestite all'interno di un database centralizzato, che non presenta un alto livello di sicurezza, ciò può portare alla riproduzione o falsificazione di tali informazioni rendendo difficile l'individuazione dei prodotti contraffatti.

L'utilizzo del Cloud per il monitoraggio delle informazioni può essere soggetto a manipolazioni e possono causare opacità nella gestione aumentando l'asimmetria informativa tra i partner durante lo scambio dei dati e dei prodotti. I partecipanti alla catena di approvvigionamento che utilizzano questo sistema per la gestione dei dati raccolti dagli strumenti di IoT, non sono a conoscenza della gestione delle informazioni e dell'utilizzo che il gestore del Cloud ne possa fare. Una tecnologia che può contribuire alla soluzione di questi problemi è la Blockchain. Questo tipo di tecnologia può essere definito come *"digital, decentralized and distributed ledger"* nel quale tutte le

transazioni vengono registrate e immesse in ordine cronologico con l'obiettivo di creare un sistema di trasmissione e registro dati permanente e a prova di manomissione. È un meccanismo per la memorizzazione, la sicurezza e la condivisione dei dati tra più nodi della rete che può essere facilmente applicato al processo di SCM. Alcune delle caratteristiche più significative che verranno poi esposte nel capitolo successivo sono la tenuta di registri condivisi, in cui ogni partecipante alla catena può accedere, l'immutabilità delle informazioni iscritte senza il consenso dell'intera rete di nodi, il decentramento dei software di gestione, il consenso di più partecipanti per raccolta delle informazioni e infine la convalida indipendente.

Capitolo III - Blockchain e SCM

3.1 Che cos'è la Blockchain

La tecnologia Blockchain viene definita come un libro mastro “ledger” decentralizzato e distribuito su più nodi nel quale tutte le transazioni, che possono comprendere sia pagamenti che trasmissione di dati, vengono registrati in ordine cronologico con l'obiettivo di creare un sistema permanente e crittografato in cui si abbia certezza delle operazioni effettuate. Con questo termine dunque si fa riferimento a una tecnologia che comprende due concetti la partecipazione e la decentralizzazione con l'intento di creare un database di transazioni, economiche o informative, unico.

Essenzialmente questo sistema può essere visto come un nuovo meccanismo per l'archiviazione, la sicurezza e la condivisione dei dati tra più nodi della rete, ovvero gli insiemi di partecipanti alla Blockchain, costituita da server. Le caratteristiche che rendono unica questa nuova tecnologia sono la tenuta di registri condivisi, l'immutabilità dei dati raccolti, il decentramento dei sistemi di controllo, il consenso a più parti, la convalida indipendente. I dati che vengono registrati sul sistema sono da considerarsi come incorruttibili. La diffusione di questo termine ha guadagnato popolarità come strumento di convalida e metodo alla base dell'utilizzo della moneta virtuale “Bitcoin”. L'utilizzo come libro mastro nelle operazioni avvenute con questa nuova moneta è stata la prima operazione di successo basata sull'utilizzo della Blockchain online.

La Blockchain è dunque una tecnologia che permette la creazione e la gestione di un grande database per informazioni e transazioni condivisibili tra più nodi di una rete. Si tratta di un database strutturato in blocchi che sono tra loro collegati in rete in modo che ogni transazione avviata sulla rete debba essere validata dalla rete stessa nell'analisi di ciascun blocco. La Blockchain risulta così costituita da una catena di blocchi che contengono più transazioni ciascuno. Ciascun blocco risulta per l'appunto un archivio unico contenente tutte le trasmissioni di dati avvenute, risultando così immodificabile senza l'approvazione degli altri nodi della rete, da qui il concetto di immutabilità.

Le catene di blocco che si creano lungo tutto il sistema possono essere configurate per crittografare e memorizzare dati e informazioni lungo tutto i processi di utilizzo.

Una piattaforma basata su questa catena di blocchi può supportare la moltitudine di rapporti che si crea lungo una catena di fornitura globale, autenticando con essa le identità dei partecipanti, autorizzando e potenziando l'accesso e la registrazione delle transazioni, che possono comprendere sia trasferimento di denaro virtuale che di informazioni. Questa capacità della Blockchain è possibile grazie a meccanismi crittografati e all'unicità dei blocchi presenti al suo interno. Ogni blocco contiene un'intestazione e un corpo, il primo contiene l'hash del blocco precedente collegando così i singoli blocchi. Qualsiasi tentativo di manomissione di un blocco richiede che le intestazioni dei blocchi precedenti e consecutivi siano modificate così da rendere sempre più difficile la manomissione della catena. L'applicazione della tecnologia di Blockchain all'interno della Supply Chain Management ha il potenziale per affrontare le sfide esposte nell'utilizzo degli strumenti di IoT viste nel precedente capitolo.

3.2 Integrazione della Blockchain e dei dispositivi IoT

La tecnologia Blockchain è apparsa come una tecnologia chiave nella progettazione, organizzazione, e gestione delle moderne Supply Chain. Esse presentano diverse difficoltà per via dello stato di standardizzazione e di condivisione delle informazioni operative. Gli attuali processi di condivisione delle informazioni tra le diverse compagnie risultano difficili sia dal punto di vista della gestione della mole di dati prodotta che per via della loro pianificazione, vista la mancanza di un Cloud capace di raccogliere, autenticare e organizzare tutte le informazioni ricevute (Mittwoch, 2017). Le capacità di garantire l'affidabilità delle informazioni, la loro tracciabilità e l'autenticità hanno creato le basi per l'applicazione della Blockchain nella gestione delle catene di fornitura, integrando quest'ultima con i già utilizzati sistemi di IoT, garantendo benefici lungo tutta la supply chain e per tutti i suoi partecipanti. Da qui in seguito si analizzeranno le principali aree in cui la combinazione tra Blockchain e sistemi di IoT hanno riscontrato i migliori successi: Scalability, Security, Immutability e Auditing, Effectiveness and Efficiency of information flow and Quality.

Scalability

Gli strumenti di IoT utilizzati nelle moderne SC presentano capacità di calcolo limitate, dal punto di vista della loro scalabilità. Questa capacità risulta difficile e costosa da migliorare. Con l'utilizzo dei sistemi di Blockchain sono stati introdotti e sviluppati soluzioni per soddisfare questi requisiti sia nella fase di produzione che di distribuzione. L'applicazione di questa tecnologia permette l'integrazione dei sistemi di IoT con gli Smart contracts e ne aumenta la scalabilità dei sistemi con la possibilità di effettuare decine di migliaia di transazioni al secondo. L'evoluzione dell'architettura della Blockchain ha portato alla creazione delle cosiddette "off-chain", tecnologie con differenti architetture di sistema che permettono applicazioni differenti del sistema. Tra queste abbiamo le "side-chain", catene che corrono parallele alla tecnologia Blockchain e che permettono il trasferimento di valore tra le stesse. La mole sempre crescente di dati prodotti dai sistemi di IoT può essere criptata per aumentarne la sicurezza e memorizzata nelle side-chain applicando un tag di riconoscimento connesso alla Blockchain principale. Questa funzionalità aiuta a ridurre la complessità di scarico delle informazioni ottenute dagli strumenti di IoT e trasferiti all'interno della Blockchain, in termini di transazioni elaborate. Nonostante la poca esperienza di applicazione di questa tecnologia, essa garantisce livelli di scalabilità elevati nella sua applicazione. Esempi di transazioni che possono essere eseguiti attraverso le side-chain sono: sistemi di pagamento veloci, crowd sale e token distribution, trasferimento di attività digitali e generazione di ID. I modelli off-chain ampliano il campo di applicazione degli usi della Blockchain creando reti che operano in determinati settori di attività con funzioni sia all'interno che all'esterno della stessa.

Il flusso di informazioni generato dalle moderne Supply Chain e il gran numero di players coinvolti al loro interno necessitano di una tecnologia in grado di aumentare la scalabilità dei dati, per tale motivo risulta essenziale l'applicazione dei sistemi sopra visti per migliorare l'efficienza della gestione dei dati. Tutt'ora per molti settori non è previsto un database comune in cui al suo interno possano essere condivise le informazioni ottenute lungo la catena di fornitura. I sistemi di side-chain affiancati alla principale tecnologia di Blockchain possono contribuire alla creazione di un database unico e decentralizzato con la possibilità di adesione di tutti i partecipanti alla catena.

Security

Con l'aumento di complessità delle moderne Supply Chain e il sempre maggiore numero di attori coinvolti al suo interno, le imprese pongono sempre maggiore attenzione alla protezione dei dati e delle informazioni scambiati lungo la catena, nonché alla loro integrità. Questa protezione riguarda non solo la possibilità di furto dei dati e delle informazioni da altre compagnie ma anche la possibilità di contraffazione. I sistemi di IoT integrati con la tecnologia Blockchain possono contribuire non solo ad aumentare la produttività ma ad assicurare l'integrità e l'immutabilità delle informazioni scambiate dai partner coinvolti lungo tutta la catena di approvvigionamento. La combinazione tra queste due tecnologie è considerata di notevole importanza per la forza di trasformazione che può avere in diversi settori. In ambito di sicurezza essa può portare alla creazione di un sistema più resiliente, reattivo e distribuito, con la possibilità di creare un sistema peer-to-peer, così che ogni nodo (partner della SC) sia in grado di avviare o completare una transazione, con la massima fiducia, sicurezza e in tempo reale con tutti i players coinvolti.

L'utilizzo del sistema di Blockchain è in grado di aumentare i benefici derivanti dai sistemi di IoT riducendo inoltre il gap di interoperabilità tra i dispositivi mantenendo la sicurezza, la privacy e l'affidabilità del sistema.

L'utilizzo congiunto dei due sistemi facilita la risoluzione di diversi problemi in materia di sicurezza inerenti ai dispositivi di IoT semplificando l'identificazione dei dispositivi e la gestione condivisa degli stessi, il monitoraggio dei dati e delle informazioni, l'autenticazione, e il controllo degli accessi. Come visto dunque la Blockchain aiuta ad eliminare il rischio derivante da errori o collassi della rete o guasti di un nodo del sistema. "Vari studi hanno dimostrato come questa tecnologia possa prevenire attacchi ai sistemi, e come essa possa garantire la sicurezza e l'accuratezza dell'informazioni provenienti dai sistemi di IoT consentendo la comunicazione tra più nodi." (Woodside – Preuveneers)

I sistemi di IoT creano un collegamento diretto tra il mondo fisico e quello digitale, le informazioni derivanti da questi sistemi sono scambiate lungo tutta la SC grazie alla tracciabilità degli oggetti visibile sul network della Blockchain.

Le informazioni condivise risultano uniche e autentiche, aumentando così sia la trasparenza delle operazioni che la fiducia dei players coinvolti, poiché una volta immesse nel sistema le informazioni risultano immutabili e imm modificabili.

Le soluzioni basate su questo tipo di sistema possono aiutare a controllare e verificare l'autenticità dei prodotti, risultato di grande importanza non solo per le imprese che possono contare sulle informazioni certe derivanti dai vari percorsi e utilizzi dei prodotti ma anche per i clienti finali, che posso avere la certezza sul prodotto o servizio acquistato.

Immutability and Auditing

Come visto l'integrazione tra i sistemi di Blockchain e i dispositivi di IoT aumenta l'automazione della SC, andando a creare un ecosistema di transazioni immutabili in grado di migliorare l'audit dell'azienda, ovvero la correttezza dei dati e la certezza delle procedure adottate. Tutte le parti coinvolte all'interno della catena di fornitura beneficiano dell'integrazione tra questi due sistemi, da monte a valle nella catena tutti i players e le fasi coinvolte sono migliorate e ne viene aumentata l'efficienza operativa.

I sistemi di IoT una volta collegati al network della Blockchain creano un archivio di dati in grado di aiutare nella tracciabilità dei prodotti, sulla provenienza e sulla loro autenticazione. la tecnologia Blockchain dunque è in grado di aumentare la capacità di audit dell'azienda aumentando la fiducia delle parti coinvolte e incorporando dati immutabili in tempo reale.

Questa nuova tecnologia può includere al suo interno l'uso degli Smart contract, protocolli computerizzati che eseguono in modo automatico i termini del contratto prestabilito. L'utilizzo di questi tipi di contratto insieme con la tecnologia Blockchain può portare ad una semplificazione dei processi, garantire maggiormente la privacy e consentire a tutti i partner della catena il massimo vantaggio in termini di efficienza e automazione, in quanto appare in grado di elaborare informazioni trasmesse dai dispositivi di IoT senza tempi di inattività o intervento umano.

Questi tipi di contratti vengono memorizzati nel network di Blockchain e garantiscono l'esecuzione dei processi in modo predefinito.

Attualmente le aziende stanno prendendo in considerazione la possibilità delle "mutable Blockchain", nelle quali parti autorizzate possono modificare l'hash dei blocchi

precedenti. Questa possibilità andrebbe in contraddizione con la caratteristica dell'immutabilità che fa delle Blockchain uno dei suoi punti cardine, ma andrebbe incontro alle aziende visti in numerosi errori generati dai dati provenienti dai sistemi di IoT durante le fasi di trasmissione, dovuti a tag o sensori disattivati, danneggiati o difettosi.

Effectiveness and Efficiency of Information Flow

Un altro importante vantaggio derivante dall'utilizzo di questa tecnologia all'interno della SC arriva dalla possibilità di monitoraggio delle risorse fisiche e delle merci all'interno della catena di fornitura condivisa tra più partner. Tutti i players coinvolti saranno informati in tempo reale su tutti i movimenti dei prodotti, dal transito alla permanenza in negozio. Le informazioni derivanti dalla circolazione delle merci aiutano le imprese sull'organizzazione della catena di approvvigionamento, in quanto le aziende possono entrare in possesso di tutte le informazioni riguardanti la qualità del trasporto, la detenzione della merce e sui tempi, migliorandone così anche il controllo.

Alcune aziende stanno facilitando anche l'accesso ai consumatori finali alle informazioni relative ai prodotti quali, il tipo di lavorazione, gli allergeni, gli ingredienti, l'origine, la tracciabilità, il trasporto e il relativo percorso, tutto questo attraverso un codice QR collegato al network della Blockchain, aumentando così la fiducia e di conseguenza la fidelizzazione del cliente verso il brand. La capacità del fornitore di assicurare l'autenticità delle informazioni è una delle proprietà di questa tecnologia.

La combinazione tra questo sistema e i dispositivi di IoT fornisce alle aziende che l'adottano un'affidabile infrastruttura per la gestione delle informazioni, l'organizzazione di contratti legali e garantisce sull'identità dei partner coinvolti durante tutte le fasi.

Un altro importante vantaggio derivante dai dati acquisiti con i dispositivi IoT e memorizzati sulla Blockchain riguarda la gestione delle attrezzature e degli impianti, le informazioni raccolte possono essere utilizzate per prevedere guasti o programmare riparazioni e manutenzioni proattive prima del verificarsi dei guasti. Fornitori di macchinari o di servizi di manutenzione potrebbero avere l'accesso condiviso ai registri riguardanti le attrezzature e i macchinari così da essere pronti per un possibile intervento.

Si capisce come questa tecnologia sia un catalizzatore per la sempre crescente interazione tra uomo e macchina.

Quality

Oltre a fornire un servizio di raccolta e trasmissione dati la tecnologia Blockchain interviene anche sulla qualità dei dati e delle informazioni presenti sulle piattaforme. Il sistema è in grado di dare informazione sulla provenienza dei dati, con la loro origine e come e chi ha apportato modifiche agli stessi. In questo modo i dati pubblicati sulla Blockchain sono protetti da eventuali compromissioni e da accessi non autorizzati. La tecnologia appare dunque adatta per l'archiviazione, cloud. L'uso combinato di questa tecnologia con il cloud computing apre le strade ad una gestione autonoma da parte dell'azienda per quanto riguarda i big data. I Big data hanno presentato alcune sfide nella loro utilizzazione ai quali la Blockchain ha saputo dare una risposta. Esse riguardano il controllo, ovvero la governance e il monitoraggio della struttura quando più parti sono coinvolte, l'autenticità dei dati e infine la memorizzazione, la Blockchain è in grado di intervenire su tutte le problematiche viste garantendo un maggiore controllo, integrità e immutabilità e creare un network in grado di assimilare tutta la mole di dati creata garantendo l'accesso a tutte le parti autorizzate (McConaghy T.)

3.3 I cambiamenti apportati dall'utilizzo di nuove tecnologie

La tecnologia Blockchain in combinazione con i dispositivi di IoT sta guadagnando sempre maggiore importanza all'interno della gestione della Supply Chain, migliorando l'interoperabilità dei dispositivi utilizzati e del Management delle aziende. La creazione di nuovi sistemi di IoT e il loro utilizzo congiunto tramite il network di Blockchain migliora la connettività tra i players della catena di approvvigionamento generando una mole sempre maggiore di dati da utilizzare sia per quanto riguarda l'organizzazione aziendale che per la produzione.

I partner coinvolti traggono sempre maggiore vantaggio dai dati che vengono raccolti e immagazzinati nella piattaforma. Il ledger nei quali questi dati sono conservati garantiscono ai partecipanti una migliore archiviazione e un maggior controllo, nonché

come visto immutabilità e sicurezza. I nuovi strumenti utilizzati garantiscono la raccolta di dati in tempo reale, consentendo all'azienda e a tutti coloro che sono coinvolti nella SC di rispondere più rapidamente alle anomalie della catena di approvvigionamento e ai cambiamenti delle dinamiche di mercato.

Con l'utilizzo della Blockchain si è visto una maggiore interazione del lavoro machine-to-machine, per la quale dispositivi e sensori di IoT sono perfettamente sincronizzati con i macchinari utilizzati, conseguenza di ciò è un'elevata flessibilità del lavoro e degli scambi tra i partner, garantita dalla sicurezza, riservatezza e integrità delle informazioni che il network garantisce.

Altra caratteristica vista è l'utilizzo degli Smart Contracts, che consentono l'incorporazione di logiche automatiche come le condizioni di pagamento, l'accettazione del prodotto, il rifornimento dell'inventario, la manutenzione predittiva.

Dalla combinazione tra queste due tecnologie dunque i partners ottengono informazioni nuove e tempestive sulla loro catena di fornitura, la loro unione può essere la chiave di volta per migliorare la tracciabilità end-to-end e sul richiamo rapido delle merci non sicure.

Le nuove opportunità offerte da questa integrazione implicano anche l'adattarsi di nuove regole e forme di governance modellate specificatamente a queste tecnologie.

Molte di queste problematiche riguardano la responsabilità legale ad eventuali problematiche dei prodotti, lo stesso vale per quanto riguarda l'utilizzo degli Smart Contracts utilizzati in combinazione con la Blockchain e l'IoT.

3.4 Applicazioni di successo della Blockchain

Come descritto nei paragrafi precedenti risultano chiari i diversi problemi che le attuali catene di approvvigionamento presentano. Prima dell'affermarsi dell'industria 4.0 e di una globalizzazione presente in tutti i settori del mercato le Supply Chain erano estremamente semplici, ma oggi risultano molto più complesse. Con la globalizzazione della produzione, gran parte del lavoro che prima avveniva all'interno del territorio, e dunque permetteva un maggiore grado di sorveglianza, è stato trasferito in paesi dove il costo della produzione risulta molto più basso e questo ha portato ad avere gestioni più pesanti delle Supply Chain. Il risultato è stato quello di non essere in grado

di capire il reale valore del prodotto per via di una significativa mancanza di trasparenza nell'intero sistema. Come visto l'applicazione della tecnologia Blockchain va incontro alle necessità delle aziende moderne, riuscendo a superare i limiti e i problemi da essa presentati. La sua applicazione da parte di grandi compagnie ha cambiato radicalmente alcuni dei settori più importanti dell'economia.

IBM Food Trust

Uno dei settori in cui l'applicazione di questa nuova tecnologia sembra avere più successo è quella del cibo. Il cibo proveniente da tutto il mondo è oggi disponibile per i consumatori, indipendentemente dalla stagione, dalla posizione o dall'ambiente. Le maggiori possibilità di accesso sono accompagnate da un corrispettivo aumento della complessità delle Supply Chain alimentari. Con la sempre crescente complessità degli ecosistemi risulta chiaro come la fiducia che il consumatore riponga nel brand sia uno dei fattori chiave. Da valle a monte, dall'agricoltore passando per il produttore e il rivenditore fino arrivare al consumatore finale, IBM Food Trust usa la fiducia per costruire un rapporto di trasparenza con i clienti. La soluzione Blockchain, utilizzata dalla società sta funzionando, garantendo trasparenza e consentendo al sistema alimentare di espandersi. La tecnologia che l'azienda usa permette agli utenti autorizzati accesso immediato ai dati della catena alimentare, riuscendo a fornire informazioni vere e immutabili in pochi secondi.

La Food Trust consente ai partecipanti di inserire e controllare i dati crittografati del Network Blockchain. I partner coinvolti possono solo accedere ai dati a cui sono autorizzati, l'accesso autorizzato è una parte integrante del sistema proposto, in quanto assicura alla società il pieno controllo sulla rete.

La tecnologia Blockchain utilizzata evidenzia come sotto tre punti chiave di ogni Supply Chain può essere migliorata la catena di approvvigionamento alimentare: trasparenza, efficienza e sicurezza. Questo esempio proposto mira a validare alcuni dei vantaggi precedentemente esposti.

Gli obiettivi principali di questo sistema di Blockchain hanno come obiettivo quello di facilitare lo scambio di informazioni lungo la SC, creare una side-chain, come già visto,

monitorando le informazioni e il flusso di lavoro convalidando infine la qualità del cibo mentre percorre la catena. Questi obiettivi vengono raggiunti consentendo a ciascun partecipante di condividere informazioni, prove e valutazioni sui propri prodotti. Il percorso che il cibo fa lungo tutta la catena, insieme alle informazioni raccolte viene immagazzinato nel Network della Blockchain, che si comporta in tal modo da Cloud, facendo in modo che tutti i dati raccolti siano immagazzinati nei così detti “Food Bundle”. Sul Network il “Bundle” appare come la combinazione di tutte le informazioni fornite dagli stakeholder. Queste informazioni possono essere utilizzate per stabilire i profili di provenienza, qualità, sostenibilità e molti altri attributi del cibo.

Il sistema che si crea è un’infrastruttura che consente nuove transazioni tra i players che non si conoscono o con cui ancora non vi è fiducia. L’utilizzo di Smart Contract crea il meccanismo per la valutazione automatica dei vari protocolli previsti e come registro delle transazioni avvenute. In modo simile la società ha dotato la tecnologia delle Smart Libraries, sistemi di archiviazione specializzati all’interno della Blockchain, con accesso privato o condiviso in licenza ai partecipanti del Network.

Come avevamo discusso in precedenza la Blockchain crea token crittografici unici, e di questo ne fa utilizzo anche il portale creato da IBM. Essi sono utilizzati come licenza per pubblicare le informazioni. Una strategia di questo tipo si è visto come vada a incoraggiare gli agricoltori nel pubblicare informazioni riguardo ai propri prodotti, in quanto tutto ciò si riflette nelle scelte del cliente finale, che acquisisce maggiore fiducia nei brand.

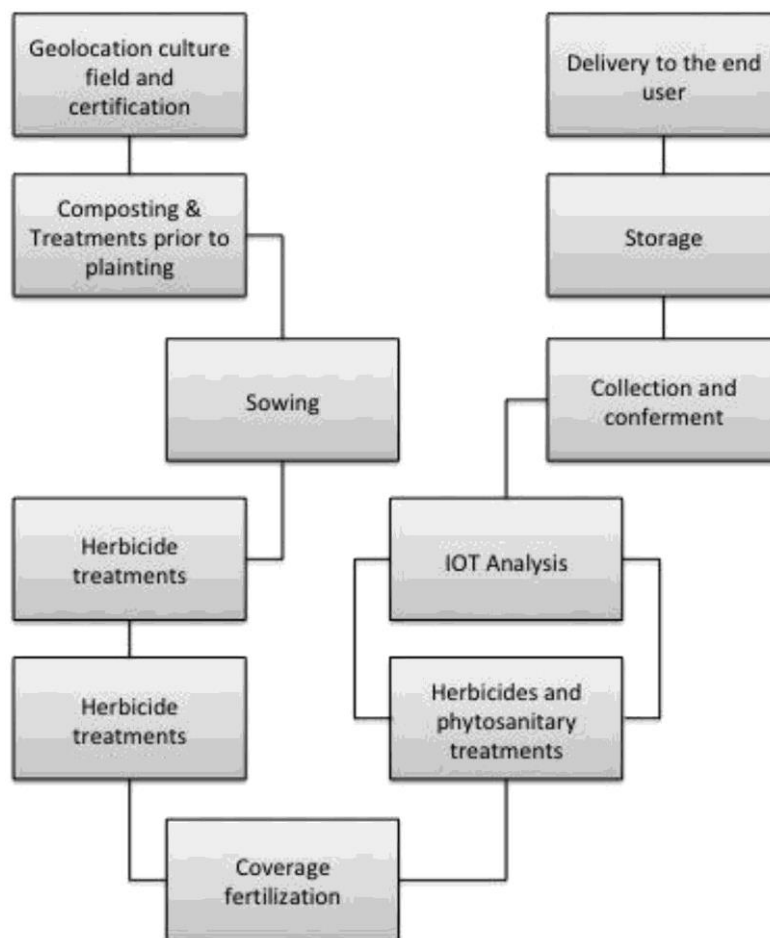
Processi di funzionamento

Come andremo a vedere il sistema Blockchain va a migliorare le fasi della Supply Chain in diversi processi del settore alimentare.

Produzione

I prodotti che vengono impacchettati possono essere forniti di etichette con tag RFID e inseriti nel Network contenenti tutte le informazioni inerenti ai profili del prodotto. Questi tipi di informazioni possono includere l’ambiente (es. qualità del suolo, dell’acqua,

dell'aria), condizioni di raccolta o allevamento (es pratiche di lavoro, varietà, numero di articoli, area di produzione), applicazione di fertilizzanti o pesticidi. In tal modo si è in grado di avviare operazioni in cui ogni parte prima del passaggio del prodotto autentica tutte le informazioni inerenti allo stesso tramite la stipula degli Smart Contracts archiviati all'interno della Blockchain.



[Traceability of agricultural products - J.F. Galvez et al. / Trends in Analytical Chemistry]

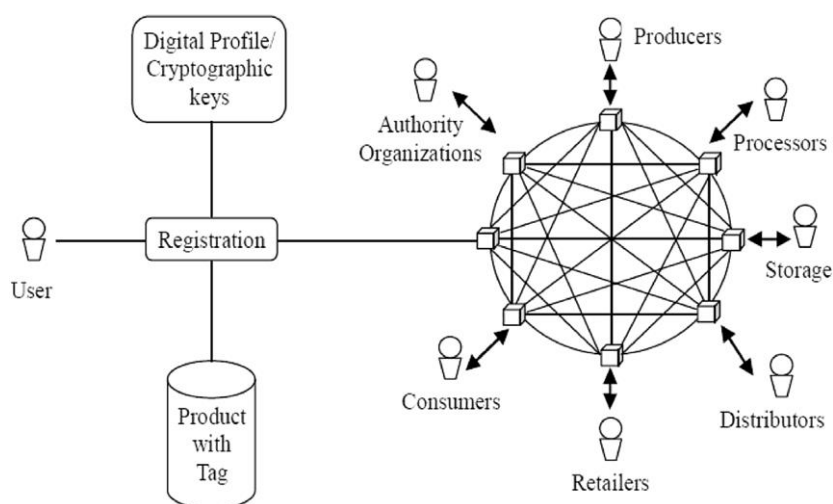
Lavorazione

Le aziende di elaborazione dati possono leggere e inserire nuovi dati nel profilo di un prodotto, tramite la scansione dei tag precedentemente apposti. Queste informazioni

aggiuntive possono includere l'ambiente di detenzione e lavorazione (es. Controllo della temperatura, apparecchiature utilizzate), additivi per la conservazione e personale utilizzato durante la lavorazione. Successivamente è possibile allegare nuovi tag ai pacchetti di prodotto finale.

Storage

L'utilizzo in questa fase di dispositivi IoT consente di ottenere facilmente informazioni sui prodotti ricevuti. Dispositivi wireless, sensori e apparecchiature di monitoraggio consentono di controllare e aggiornare le informazioni di conservazione in tempo reale relative ad uno specifico prodotto (quantità, categoria, temperatura, umidità, tempo di conservazione) trasferendole sia sul profilo del prodotto presente all'interno del sistema Blockchain che sulla sua etichetta. Questo sistema può anche aiutare un'impresa in una gestione più flessibile del prodotto. In questo senso i manager possono, basandosi sulle informazioni raccolte, prendere decisioni relative a specifici prodotti per quanto riguarda la rimozione dal mercato o per ridurre sprechi e perdite.



[Conceptual framework of the traceability system - J.F. Galvez et al. / Trends in Analytical Chemistry]

Distribuzione

Garantire la sicurezza e la qualità degli alimenti nella fase di distribuzione implica l'adesione al principio proposto da IBM di "tempo, temperature e tolleranza". L'impostazione di sensori di temperatura e umidità in diverse aree della produzione, l'utilizzo di reti e computer wireless montati sui veicoli, può stabilire un sistema di monitoraggio sicuro e affidabile. I dati ambientali ottenuti in tempo reale per i prodotti possono essere integrati ai profili già presenti sul Network. Utilizzando inoltre la tecnologia GPS, il centro di distribuzione si è visto come possano implementare la posizione del veicolo per ciascun distributore ottimizzandone il percorso e abbreviandone i tempi di consegna.

Rivenditori

Una volta che i rivenditori ricevono i prodotti, ottengono informazioni complete sull'intera SC. I consumatori finali possono dunque utilizzare un lettore RFID per ottenere tutte le informazioni circa i prodotti in vendita. Grazie alla tecnologia Blockchain tutte i dati prodotti lungo la catena di approvvigionamento sono verificabili, con dettagli sui prodotti, e in tempo reale tramite il sistema di tracciabilità. Il sistema viene anche utilizzato per il monitoraggio, come garanzia per la freschezza dei prodotti in modo tale che i rivenditori possano sostituirli vicino alla data di scadenza. Inoltre, se si viene a verificare un incidente di sicurezza alimentare, i prodotti coinvolti possono essere immediatamente individuati grazie ai sensori opposti e alla loro tracciabilità verificabile sul Network, riducendo perdite e pericoli.

Management

Le aziende di produzione possono effettuare verifiche casuali sui campi di produzione per verificare se le norme e i regolamenti imposti siano stati rispettati o se i dati rilevanti sono stati manomessi prima di essere caricati sulla piattaforma. I risultati dell'ispezione saranno registrati nei profili digitali dei prodotti analizzati.

Considerazioni finali

La proposta di utilizzo di questa nuova tecnologia è stata oggetto di approfondite ricerche, ma non sono state riportate informazioni dettagliate sull'attuazione tecnica di tali progetti. Il settore della vendita al dettaglio, grazie alla proposta fatta da IBM, ha visto il potenziale nell'uso di questa tecnologia per una migliore tracciabilità. Un recente studio condotto da "English&Nezhadian" ha confermato come alcune proprietà della Blockchain potrebbero migliorare notevolmente la gestione della Supply Chain, ma ci sono ancora pochi usi diffusi per poter supportare questa affermazione. Per molte delle parti industriali coinvolte appare difficile capire come esattamente questa nuova tecnologia potrebbe essere utilizzata nella loro specifica attività. Una delle tendenze più promettenti della Blockchain è la sua crescente presenza nell'utilizzo dei dispositivi di Internet of Things (IoT). Molte aziende vista la diffusione di questa applicazione stanno sperimentando nuove soluzioni innovative che utilizzino la tecnologia Blockchain in cooperazione con i dispositivi di IoT per attività come la tracciabilità delle merci, il monitoraggio della posizione e le condizioni dei macchinari in siti di lavoro remoti, tutto questo grazie all'utilizzo congiunto delle due tecnologie.

Lo studio sulla piattaforma creata da IBM evidenzia come la creazione di un Network Blockchain e il suo utilizzo congiunto con i dispositivi di IoT possa vantaggiosamente aiutare a migliorare la Supply Chain alimentare sotto diversi aspetti. Tutte le parti coinvolte lungo la catena di approvvigionamento possono controllare l'intera storia e posizione di un prodotto, e si va a creare un archivio dati che immagazzina le informazioni provenienti dai vari dispositivi di "Internet of Things" (sensori, tag, etichette RFID, wireless) trasparente e con un livello di credibilità che contribuisce a rafforzare con i clienti attuali e attrarne di nuovi, nonché migliora la fiducia lungo tutta la Supply Chain.

Conclusioni

In questa tesi sono stati trattati vari argomenti che hanno messo al centro del lavoro l'evoluzione e le possibili applicazioni dei dispositivi di Internet of Things (IoT) e della tecnologia Blockchain lungo le aree della Supply Chain. Sulla base degli studi affrontati si è visto come il loro utilizzo possa cambiare radicalmente alcune delle Key Activity della catena di approvvigionamento, la loro applicazione consente di aumentare fattori come la trasparenza, la tracciabilità dei prodotti, i sistemi di certificazione e anticontraffazione e portare a una gestione delle attività più efficiente, aumentando la sicurezza dell'intera catena di approvvigionamento.

L'Internet of Things può essere una possibile chiave del miglioramento di diversi processi aziendali. Questo è un fenomeno che sta già cominciando a incidere in maniera strutturale su molti aspetti della nostra vita presente e futura e che ottimizzerà progressivamente i metodi organizzativi e l'utilizzo delle risorse, partendo dal "tempo", risorsa più che preziosa, da utilizzare con maggior attenzione in un mondo sempre più complesso.

La caratteristica fondamentale che delinea invece la tecnologia Blockchain è la creazione di una rete talmente grande e pervasiva che il trasferimento di informazioni attraverso il network non necessita di un intermediario specializzato. Il sistema è trustless, e la fiducia di qualsiasi transazione risiede proprio nella composizione capillare della rete. Tecnicamente la Blockchain è un database distribuito che presenta la fondamentale caratteristica dell'immutabilità. Qualsiasi transazione che avviene nella rete è prima accettata e verificata da tutti i componenti del network e poi è impressa in maniera indelebile in un blocco della Blockchain, che è pubblicamente visibile da chiunque. La sicurezza del sistema è garantita dalla crittografia avanzata e dall'enorme potenza di calcolo necessaria per modificare un singolo elemento in un blocco

Una delle sfide più importanti che l'affermarsi di queste nuove tecnologie dovrà affrontare insieme alle aziende sarà sicuramente quella che prevede l'allontanarsi delle persone dal lavoro, sostituite dall'utilizzo di una gestione più Smart, machine-to-machine. Un gran numero di aziende finanziarie e non, stanno investendo nella creazione di applicazioni basate sulle tecnologie Blockchain e sui dispositivi di IoT cercando di integrarle al meglio con il già affermato ambiente lavorativo al fine di migliorare i diversi processi. L'adozione della tecnologia nella catena di approvvigionamento e nella logistica

al momento è lenta a causa dei rischi associati, ma è probabile che presto guadagnerà presto la fiducia del mercato.

La gestione della catena di approvvigionamento è una delle applicazioni più ovvie e utili della tecnologia, pertanto possiamo aspettarci che cresca a un ritmo molto rapido nel prossimo futuro. Le aziende stanno approfondendo il modo in cui è possibile l'inserimento della tecnologia nelle attuali SC, una delle prime aziende a proporre un'offerta di valore come riportato nel lavoro è stata IBM con una proposta che presto secondo i pareri di molti studiosi cambierà radicalmente il settore alimentare. Sebbene alcune aziende come detto abbiano lanciato progetti pilota che utilizzano la tecnologia non sono ancora disponibili informazioni dettagliate sui reali vantaggi che essa può creare. In uno studio recente *English e Nezhadian* hanno affermato che, mentre alcune proprietà dell'attuazione della Blockchain insieme ai già affermati dispositivi di IoT, potrebbero essere utili per la gestione della catena di approvvigionamento, ci sono ancora pochi usi per supportare questa affermazione. Nonostante le poche ricerche e applicazioni della tecnologia, è evidente come essa abbia le potenzialità per cambiare radicalmente la struttura organizzativa delle attuali SC.

Bibliografia

- *Logistics and Supply Chain Management – Martin Cristopher;*
- *Dalla Logistica al Supply Chain management, Teorie ed Esperienze – Ferrozzi Claudio; Shapiro Roy D;*
- *“Vari aspetti dell’outsourcing logistico in ambito supply chain”, L. Fadda;*
- *Supply chain management in the era of the internet of things – LiZhou Alain Y.L.ChongEric W.T.Nga;i*
- *Internet of Things (IoT) and its impact on supply chain: A framework for building smart, secure and efficient systems – Mohamed Abdel-Basset; Gunasekaran Monogaram; Mai Mohamed;*
- *La quarta rivoluzione industriale – Cos’è l’industria 4.0 e perché bisogna affrontarla (Warrant);*
- *The Procurement Magazine – Procurement 4.0;*
- *La quarta rivoluzione Industriale: Verso la Supply Chain Digitale – Giovanni Atti;*
- *E-procurement and E-supply Chain: Features and Development of E-collaboration – Centobelli Piera, Cerchione Roberto, Converso Giuseppe, Murino Teresa;*
- *Business Models for InternetBased E-Commerce: AN ANATOMY – M. Mahadevan;*
- *E-commerce Logistics in Supply Chain Management: Practice Perspective – YingYuaXinWangaRay.Y; ZhoungbGeorge; Q.Huanga;*

- *Supply-chain operations reference model (SCOR): the first cross-industry framework for integrated supply-chain management – Gordon Stewart*
- *How blockchain is revolutionizing supply chain management - Paul Brody*
- *Adoption of Blockchain Technology in Supply Chain and Logistics - Krystsina Sadouskaya*
- *Blockchain technology and its relationships to sustainable supplychain management - Sara Saberi; Mahtab Kouhizadeh; Josep Sarkis & Lejia Shen;*
- *Leveraging the Internet of Things and Blockchain Technology in Supply Chain Management - Abderahman Rejeb; John G. Keogh and Horst Treiblmaier;*
- *Blockchains for Supply Chain Management: Architectural Elements and Challenges Towards a Global Scale Deployment - Antonios Litke, Dimosthenis Anagnostopoulos and Theodora Varvarigou;*
- *What is Blockchain Technology? - Ameer Rosic*
- <https://www.ibm.com/it-it/blockchain/solutions/food-trust>
- www.SupplychainBrain.com;