



ECONOMIA, FINANZA, DIRITTO DELL'IMPRESA

Collana diretta da BERNARDINO QUATTROCIOCCI



**Bernardino Quattrociochi - Pietro Boria
Francesco Mercuri - Silvia Sergiacomi**

La *blockchain* applicata alle imprese: un nuovo modello di business

Implicazioni tecniche, fiscali ed economiche



G. Giappichelli Editore

Prefazione

La tecnologia *blockchain* è comunemente connessa alle criptovalute, sebbene la stessa trova applicazione in plurimi contesti di mercato. In termini scientifici, diversi sono gli studi che negli ultimi anni hanno preso a riferimento tale tecnologia, molti dei quali, però, focalizzati in modo prevalente sugli aspetti tecnologici ad essa connessi; meno frequenti sono i contributi che indagano i presupposti e gli effetti legati alla concreta applicazione della stessa nella gestione d'impresa.

L'esame della letteratura scientifica attribuisce un ruolo di estrema rilevanza alla *blockchain*, quale tecnologia in grado di generare, mediante sistemi di tracciabilità certi e non modificabili, elementi di vantaggio competitivo per le imprese basati su una più efficace interpretabilità dei dati e una maggior *customer satisfaction*. Variabili, queste, che devono essere intese quali presupposti fondamentali al fine di compiere fattivamente il processo di *digital transformation* da parte del mondo imprenditoriale. Non di meno, negli ultimi anni sul presupposto delle applicazioni della *blockchain* hanno acquisito rilevanza temi come il Big Data Management, Computer sciences, Intelligenza artificiale, ecc., richiamati anche in ottica predittiva.

In questo scenario, lo studio qui presentato si propone di indagare i fattori (driver) connessi all'adozione della tecnologia *blockchain* nel mondo aziendale, utilizzando una coerente metodologia – *case study* – al fine di fornire valide e concrete risposte ai temi affrontati.

Il lavoro è frutto di ampi studi ed assume valenza in quanto corroborato dal confronto con diverse realtà operative. In tal senso, un ruolo di estrema rilevanza è stato svolto da Sinergica S.r.l., società iscritta all'Anagrafe Nazionale delle Ricerche e Alca S.r.l., impegnate in diversi progetti di sperimentazione della *blockchain*, in collaborazione con le quali gli autori hanno potuto affrontare e studiare plurime realtà di mercato, così ricercando ed evidenziando i diversi *driver* e criticità sottese all'adozione di tale tecnologia, anche in relazione ai differenti modelli di business.

L'analisi sviluppata segue, in conformità al background accademico ed empirico degli autori, un'impostazione prettamente aziendalista e manageriale, la quale non mira, dunque, a fornire al lettore informazioni ed implicazioni di ca-

rattere tecnico-ingegneristico, quanto a comprendere le condizioni – tecniche ed economiche – che sottendono all’adozione della tecnologia *blockchain*, nonché i benefici e le criticità ad essa ascrivibili nell’ambito della gestione d’impresa.

Una peculiare attenzione è altresì riservata al contesto giuridico della disciplina tributaria in quanto considerato un fattore determinante nella crescita dello strumento rispetto al mondo delle imprese. È noto, infatti, che la fiscalità di vantaggio prefigurata dal c.d. impianto normativo “Industria 4.0” costituisce un elemento di accelerazione nell’utilizzo di tecnologie innovative da parte delle imprese italiane.

Gli studi proposti consentono al volume di candidarsi come un valido manuale per accademici e studiosi che vantano peculiare interesse verso la tecnologia *blockchain*, anche in considerazione dell’estesa bibliografia che lo stesso presenta.

A conclusione di queste brevi note, a nome degli Autori vorremmo ringraziare le imprese, grazie alle quali è stato possibile seguire e studiare in ambito industriale le diverse sperimentazioni connesse alla tecnologia *blockchain*, come anche gli studenti che con le loro innumerevoli tesi hanno contribuito allo sviluppo di questo volume.

Infine, rivolgiamo un doveroso quanto sincero ringraziamento alle Colleghe ed ai Colleghi con cui abbiamo collaborato nei diversi progetti di ricerca industriale, i quali, con la loro competenza e passione, hanno contribuito al nostro percorso di crescita professionale.

Bernardino Quattrococchi

Professore ordinario di Management

Sapienza Università degli Studi di Roma – Facoltà di Economia

Pietro Boria

Professore ordinario di Diritto tributario

Sapienza Università degli Studi di Roma – Facoltà di Giurisprudenza

Introduzione

Nell'ambito della produzione industriale, una delle sfide di maggior interesse dell'ultimo periodo è certamente riconducibile alla transizione digitale e, ancor più in dettaglio, alla gestione del dato. Quest'ultimo rappresenta certamente l'aspetto più interessante e sfidante con cui l'impresa è chiamata a confrontarsi, nei suoi più molteplici aspetti. La trasformazione digitale, andando ad incidere in maniera profonda sull'intera catena del valore, si configura come elemento essenziale per la determinazione del vantaggio competitivo aziendale. Questo nuovo paradigma produttivo determina non soltanto riflessi nella organizzazione del lavoro e nei modi della produzione, ma richiede una nuova configurazione dei rapporti tra azienda e stakeholders. Tale processo rientra, come ormai noto, nell'alveo della "Quarta rivoluzione industriale", codificata nella letteratura di settore anche come "Industria 4.0". Viene così a configurarsi un paradigma fondato sull'innovazione, il quale modifica in modo radicale l'approccio dell'impresa alla produzione e al mercato, costringendola ad adattare i propri riferimenti strutturali alle nuove realtà competitive, finanche a ricercare professionalità e competenze eterogenee. Ecco che si trasforma la percezione stessa del valore e delle strategie aziendali, con la tecnologia che diviene *driver* del nuovo scenario qui considerato.

Tra le diverse tecnologie abilitanti, qualificanti il processo di *digital transformation* delle imprese, alcune sono destinate ad incidere in maniera decisiva sulla trasformazione dei processi aziendali, e vanno dall'utilizzo dei cloud ai sistemi di visione della realtà aumentata, alla interconnessione di strumenti e macchinari grazie allo sviluppo del potenziale delle reti internet fino alla *big data analytics* e all'implementazione della tecnologia *blockchain* lungo l'intera *supply chain*.

Il valore di tale tecnologia è stato peraltro riconosciuto anche dalla Commissione Europea, la quale, nel 2020, l'ha definita come uno strumento necessario a rendere l'economia digitale inclusiva, sicura e democratica, tale da avere un impatto sulla concezione delle istituzioni economiche, sociali e politiche (UE, 2020).

Concezione, questa, condivisa anche dalla letteratura scientifica; Treiblmaier (2018), per esempio, definisce la *blockchain* come un sistema di tracciamento digitale, decentralizzato ed equo, secondo cui le transazioni vengono registrate

con l'obiettivo di creare un sistema di tracciamento libero da possibili manomissioni. Ciò ha contribuito a ritenere la *blockchain* tra le prime cinque tecnologie abilitanti più influenti nei sistemi di gestione di dati ed informazioni (Panetta, 2018; Ruzza *et al.*, 2020), in grado di promuovere l'efficienza e la sostenibilità nelle organizzazioni (Vafei *et al.*, 2020).

L'esigenza di realizzare sistemi efficienti di tracciatura delle informazioni muove dal fatto che i processi di globalizzazione ed internazionalizzazione delle imprese, i diversi sistemi regolatori, nonché le diverse culture rendono sempre più ardua l'interpretazione delle informazioni e la gestione dei rischi ad esse connessi, oltre a determinare una riduzione della *customer satisfaction*. Quanto sopra induce a considerare la tracciabilità come un requisito viepiù urgente, come anche un elemento di differenziazione della *supply chain*. Dall'esame della letteratura risulta inoltre dimostrato che la mancanza di trasparenza nell'ambito della catena del valore, dunque l'impossibilità da parte dei diversi attori di verificare e convalidare le informazioni del singolo prodotto, comporta un incremento della complessità di gestione della *supply chain*¹ ed un aumento dei costi di intermediazione e transazione (Mercuri *et al.*, 2021). Da ciò, inoltre, derivano criticità connesse alla performance d'impresa, alla sua competitività strategica e reputazione.

In quest'ottica, si assiste sempre più a progetti di sperimentazione connessi alla *blockchain*, con applicazioni ai più diversi settori; dai servizi finanziari all'assistenza sanitaria, dai pagamenti mobili alla logistica e gestione della filiera, finanche al turismo.

È in questo contesto che si inserisce il presente volume, il quale si propone, mediante un approccio scientifico ed empirico al tempo stesso, di indagare le implicazioni di natura giuridico-manageriale derivanti dall'applicazione della *blockchain* nei diversi contesti aziendali, anche con una significativa rassegna della letteratura italiana e straniera.

Al fine di offrire al lettore una visione completa del fenomeno, l'analisi proposta parte dalla descrizione di quelle che sono le caratteristiche essenziali della ormai diffusa tecnologia *blockchain* oltre che dei relativi ambiti di applicazione, per poi delimitare il perimetro che definisce le principali iniziative ricomprese nel Piano Nazionale Industria 4.0, quale importantissima occasione di crescita per le aziende italiane sotto un profilo di innovazione, competitività e di digitalizzazione dei processi produttivi.

¹M. Montecchi, K. Plangger, D.C. West (2021). Supply chain transparency: A bibliometric review and research agenda, *International Journal of Production Economics*, 238, p. 108152, <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108152>.

D.J. Ghode, R. Jain, G. Soni, S.K. Singh, V. Yadav (2020). Architecture to Enhance Transparency in Supply Chain Management using Blockchain Technology, *Procedia Manufacturing*, 51, pp. 1614-1620, <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.225>.

L'analisi prosegue con una rappresentazione delle nuove opportunità di business che derivano dalla trasformazione digitale delle imprese e dalla connessa implementazione delle tecnologie abilitanti, tra le quali emerge la *blockchain* che ne costituisce il focus.

Al fine di approfondire il tema legato all'implementazione della tecnologia *blockchain* nei principali settori economici, nella fattispecie rappresentati da quello agroalimentare, dalla logistica e trasporti e dal turismo, l'ultimo capitolo riporta alcuni *case studies*, utili ad offrire al lettore una visione d'insieme circa l'emergente fenomeno che vede sorgere nuovi modelli di business grazie alla diffusione – sempre più pervasiva – della *blockchain*.

Capitolo Primo

La tecnologia *blockchain*

SOMMARIO: 1.1. La *blockchain*: origini e prime riflessioni. – 1.2. Il funzionamento della *blockchain*: libro mastro distribuito. – 1.3. Le tipologie di *blockchain*: pubbliche, private, di consorzio. – 1.4. Potenziali benefici e limitazioni connesse all'uso della tecnologia *blockchain*. – 1.5. Prime considerazioni sull'implementazione della *blockchain*: implicazioni aziendali.

1.1. La *blockchain*: origini e prime riflessioni

La tecnologia *blockchain* viene definita come un registro digitale aperto, condiviso, decentralizzato e distribuito nel quale sono registrati in maniera permanente ed inalterabile i dati relativi a specifiche transazioni¹.

La *blockchain* è stata introdotta per la prima volta nel 2008 nell'ambito delle criptovalute da Satoshi Nakamoto, quale sistema di pagamento elettronico di tipo decentralizzato, ovvero senza la necessaria presenza di un'entità terza di fiducia, comunemente identificabile con autorità centrali, agenzie governative o istituzioni finanziarie². La decentralizzazione determina, pertanto, un'automatizzazione delle transazioni, le quali vengono verificate e registrate nell'ambito del net-

¹Y. Lu (2019), The blockchain: state-of-the-art and research challenges, *J. Ind. Inf. Integrat.*, 15, pp. 80-90. D. Leon, A. Stalick, A. Jilepali, M. Haney, F. Sheldon (2017), Blockchain: properties and misconceptions, *Asia Pacific J. Innovation Entrepreneurship*, 11(3), pp. 286-300. Y. Lewenberg, Y. Sompolinsky, A. Zohar (2015), *Inclusive blockchain protocols*, in *International Conference on Financial Cryptography and Data Security*, Springer, Heidelberg, pp. 528-547. M. Marsal-Llacuna (2018), Future living framework: is blockchain the next enabling network?, *Technol. Forecast. Soc. Chang.*, 128 pp. 226-234. G. Zyskind, O. Nathan (2015), Decentralizing privacy: Using blockchain to protect personal data, *Security and Privacy Workshops (SPW) IEEE*, pp. 180-184.

²S. Nakamoto (2008), *Bitcoin. A Peer-to-Peer Electronic Cash System*, Cryptography Mailing list at <https://metzdowd.com>. L. Ferri, G. Ginesti, R. Spanò (2020), Blockchain e trasformazione delle professioni contabili: alcuni spunti di riflessione, in R. Lombardi, M.S. Chiucchi, D. Mancini (a cura di), *Smart Technologies, Digitalizzazione e Capitale Intellettuale. Sinergie e opportunità*, Collana di Ragioneria ed Economia Aziendale, Franco Angeli, Milano, pp. 176-192.

work aperto, mediante codici ed algoritmi crittografati, dove i partecipanti non devono necessariamente essere noti³.

Sebbene tale tecnologia sia divenuta nota – e spesso associata – grazie alla sua applicazione nel settore finanziario⁴, diverse sono le applicazioni industriali che se ne evidenziano, quali, a titolo esemplificativo, la logistica, il settore agro-alimentare, l’assistenza sanitaria ed il comparto dei servizi in genere.

Ormai da qualche anno si riscontrano, pertanto, significativi cambiamenti nelle intere *supply chain*⁵, combinati ad una sostanziale trasformazione di tutti i settori di mercato.

1.2. Il funzionamento della *blockchain*: libro mastro distribuito

La *blockchain* viene definita come un libro mastro distribuito che, in quanto tale, consente a tutti gli operatori che ne possiedono l’accesso di prendere visione e partecipare a tutte le transazioni registrate al suo interno, le quali sono archiviate in una lista di blocchi⁶.

³ Considerato che la tecnologia *blockchain* trae le proprie origini sul campo finanziario, appare doveroso mettere in evidenza le principali differenze tra i bitcoin e la *blockchain*. I bitcoin sono una valuta virtuale che, a differenza delle altre tipologie di valuta, si fonda su alcuni principi cardine quali l’assenza di una banca centrale deputata al controllo delle relative transazioni, la presenza di un meccanismo crittografico che rende sicure le transazioni e l’esistenza di un network di nodi che gestisce le transazioni nella modalità peer-to-peer, cioè mediante una gestione decentralizzata.

In effetti, la differenza tra *blockchain* e bitcoin è molto sottile e consiste, sostanzialmente, nel fatto che la *blockchain* rende possibili le transazioni basate sui bitcoin, configurandosi questi ultimi come una delle tante modalità di applicazione della tecnologia *blockchain*.

Invero, esistono molteplici tipologie di *blockchain* – private, pubbliche, di consorzio ovvero reti *blockchain* con autorizzazioni – di cui si parlerà nel prosieguo; al contrario i bitcoin si basano esclusivamente sulla *blockchain* di tipo pubblico.

⁴ F. Dai, Y. Shi, N. Meng, L. Wei, Z. Ye (2017), *From Bitcoin to cybersecurity: A comparative study of blockchain application and security issues*, 4th International Conference on Systems and Informatics (ICSAI), Hangzhou, pp. 975-979. M. Holub, J. Johnson (2018), Bitcoin research across disciplines, *The Information Society*, 34(2), pp. 114-126.

⁵ K. Korpela, J. Hallikas, T. Dahlberg (2017), *Digital supply chain transformation toward blockchain integration*, Proceedings of the 50th Hawaii international conference on system sciences, pp. 4182-4191. N. Kshetri (2017), Blockchain’s roles in strengthening cybersecurity and protecting privacy, *Telecommunications Policy*, 41(10), pp. 1027-1038. N. Kshetri (2018), Blockchain’s roles in meeting key supply chain management objectives, *International Journal of Information Management*, 39, pp. 80-89. F. Kache, S. Seuring (2017), Challenges and opportunities of digital information at the intersection of Big Data Analytics and supply chain management, *International Journal of Operations & Production Management*, 37(1), pp. 10-36.

⁶ Z. Zheng, S. Xie, H.N. Dai, X. Chen, H. Wang (2017), *An overview of blockchain technology: architecture, consensus, and future trends*, Presented at the 2017 IEEE International Congress on Big Data (BigData Congress).

Come già accennato, la tecnologia *blockchain* si serve di una rete decentralizzata costituita da nodi per proteggere gli elenchi di *record* memorizzati da eventuali modifiche o alterazioni⁷.

Il libro mastro costituisce un'evoluzione del *Distributed Ledger Technology* (DLT) dal quale si differenzia nelle modalità attraverso le quali si ottiene il consenso.

Il criterio del consenso, in generale, assicura l'immodificabilità delle informazioni archiviate mediante l'impiego di codici e di strutture denominate blocchi. Ogni qualvolta viene raggiunto il consenso su specifiche transazioni, si alimenta una solida struttura informatica denominata catena dei blocchi, in quanto i singoli blocchi vengono agganciati ai blocchi precedentemente inseriti nell'archivio⁸.

Al pari della *Distributed Ledger Technology* (DLT), il libro mastro della *blockchain* è classificabile come un *database* sincronizzato, dove gli archivi presenti in tutti i nodi della rete sono tra loro identici e vengono costantemente aggiornati ad ogni nuovo inserimento.

Inoltre, essendo basata sulla *Distributed Ledger Technology*, ogni nodo può acquisire informazioni o eseguire transazioni e, con il consenso della rete, ogni nodo può effettuare l'aggiornamento del libro mastro. In effetti, la fase appena descritta rappresenta l'elemento discriminante tra il libro mastro *Blockchain* e la *Distributed Ledger Technology*. In quest'ultima tecnologia, infatti, ogni nodo raccoglie informazioni, ovvero esegue transazioni per poi verificarne l'autenticità. Dopo che la fase di controllo ha restituito esito positivo, la transazione o l'informazione precedentemente acquisita viene sottoposta all'approvazione dei nodi restanti della rete; nel caso in cui questi ultimi siano concordi, il nodo proponente che ha raggiunto il consenso potrà aggiungere la transazione o l'informazione in questione al libro mastro.

Inoltre, al fine di incrementare il proprio livello di sicurezza⁹, la tecnologia *blockchain* dispone di un'architettura informatica che gestisce esclusivamente stringhe digitali di lunghezza definita e standardizzata denominate, per l'appunto, blocchi. Quando un nodo della *blockchain* riceve un'informazione o esegue una transazione – che costituisce una stringa di lunghezza variabile in virtù dei

⁷D. Guegan (2017), *Public blockchain versus private blockchain*, Document de Travail Du Centre d'Economie de La Sorbonne, pp. 1-6.

⁸G.A. Montes, B. Goertzel, (2019), Distributed, decentralized, and democratized artificial intelligence, *Technological Forecasting & Social Change*, pp. 354-358. L. Bach, B. Mihaljevic, M. Zagar (2018), *Comparative analysis of blockchain consensus algorithms*, 41st International Convention on Information and Communication Technology, *Electronics and Microelectronics (MIPRO)*, IEEE, pp. 1545-1550. D. Mingxiao, M. Xiaofeng, Z. Zhe, W. Xiangwei, C. Qijun (2017), *A review on consensus algorithm of blockchain*, Presented at the IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC), Banff, Canada.

⁹X. Li, P. Jiang, T. Chen, X. Luo, Q. Wen (2020), A survey on the security of blockchain systems, *Future Generation Computer Systems*, 107, pp. 841-853.

suoi contenuti – questa viene posta in condivisione con gli altri nodi. Tale stringa verrà sommata ad altre analoghe stringhe affinché raggiunga la lunghezza standard richiesta, necessaria a costituire un blocco. A questo punto l'intero blocco verrà sottoposto alla contemporanea verifica di tutti i nodi.

Il primo nodo che giunge alla soluzione dell'algoritmo di controllo ottiene la verifica e sottoporrà il suo lavoro all'approvazione degli altri nodi.

Nel caso in cui la soluzione verrà accettata dagli altri nodi, il consenso per quel blocco è raggiunto ed il nodo risolutore dell'algoritmo, dopo la fase di crittografia e dopo aver associato al blocco la marca temporale (indispensabile per determinare la cronologia delle transazioni) e l'*hash*¹⁰, aggiungerà il blocco al libro mastro.

Una volta che il blocco entra a far parte della *blockchain*, tutte le informazioni contenute al suo interno diventano sicure ed immutabili.

Esistono diverse regole che disciplinano i meccanismi di verifica per il raggiungimento del consenso; esse sono definite e condivise da ciascun nodo della rete DTL o *blockchain* e costituiscono vere e proprie regole di *governance*¹¹, che si differenziano anche a seconda della tipologia di *blockchain*.

1.3. Le tipologie di *blockchain*: pubbliche, private, di consorzio

La *blockchain* si differenzia a seconda del livello di autorizzazioni di lettura e modifica delle transazioni da parte dei singoli nodi.

Questa può essere di carattere pubblico, privato e di consorzio; ognuna di queste presenta proprietà e caratteristiche differenti.

L'accesso alle *blockchain* pubbliche (*permissionless*) non richiede specifiche autorizzazioni, essendo queste reti aperte ai diversi utenti, ciascuno dei quali ha la possibilità di inserire nuove transazioni all'interno della catena. La principale caratteristica che contraddistingue la rete pubblica, dunque, consiste nell'assenza di restrizioni o specifiche condizioni di accesso alla stessa. Ciò ne evidenzia la completa decentralizzazione, non essendo presente alcun ente centrale preposto ad autorizzare gli accessi alla rete. Tuttavia, taluni partecipanti alla rete (*miners*) svolgono il ruolo di controllo, verifica e validazione delle singole operazioni (*proof of work*)¹².

¹⁰ L'hash è il codice che contiene la posizione di tutte le informazioni contenute nel blocco ed è funzionale alla identificazione del blocco stesso; l'hash, inoltre, ha la funzione di mettere in collegamento il nuovo blocco con quello precedentemente inserito in archivio.

¹¹ M. Bellini (2018), *Blockchain: cos'è, come funziona e gli ambiti applicativi in Italia*, 22 ottobre, <https://www.blockchain4innovation.it/esperti/blockchain-perche-e-cosiiimportante/Esperti>.

¹² R. Lewis, J. McPartland, R. Ranjan (2017), *Blockchain and financial market innovation*, *Global Commodity Appl. Res. Digest*, 7.

La massima accessibilità da parte dell'utente ne rende utile l'utilizzo come *database*, allo scopo di effettuare archiviazioni di informazioni e dati immutabili nel tempo, garantendo alle stesse un elevato livello di trasparenza.

Le proprietà di flessibilità e trasparenza, comunemente associate alla *blockchain* pubblica, trovano un temperamento nella scalabilità della rete¹³. Il tema legato alla scalabilità per questa tipologia di reti rappresenta un aspetto critico, in quanto non si riscontra una diretta proporzionalità tra il numero di nodi e la velocità delle transazioni. Diversamente detto, all'aumentare del numero di nodi all'interno della rete, la velocità con cui avvengono le transazioni resta invariata; ad essa, tuttavia, è associata una maggiore stabilità dell'intero sistema che conferisce allo stesso maggiore sicurezza.

A differenza delle *blockchain* pubbliche, le reti private (*permissioned*) consentono di accedere alla rete ai soli partecipanti autorizzati¹⁴. Ciò implica che solo un gruppo limitato di nodi ha la possibilità di accedere, controllare e aggiungere transazioni al libro mastro.

È inoltre possibile associare agli utenti autorizzati uno specifico livello di accesso, in virtù del quale è possibile limitare le azioni degli utenti; ad esempio, può essere consentito di visualizzare i dati completi nel libro mastro, ma non anche l'inserimento di nuove transazioni e viceversa.

La struttura delle reti private, pertanto, si caratterizza per un forte sistema di controllo centralizzato, il quale le rende simili ai registri delle transazioni tradizionali nei quali solamente gli utenti autorizzati possono visualizzarne i contenuti.

Le reti *blockchain* private assicurano un elevato livello di privacy e sicurezza, autorizzazioni aziendali, prestazioni elevate, migliore scalabilità, basandosi su meccanismi di consenso più efficienti.

Le *blockchain* di consorzio, infine, vengono definite come soluzioni *blockchain* parzialmente private. Pertanto, esse presentano vantaggi spesso sovrapponibili rispetto alle reti private come l'elevato livello di privacy, efficienza, scalabilità¹⁵.

Come le *blockchain* private, quelle di consorzio possono limitare i partecipanti alla rete in funzione dei diversi livelli di accesso alle informazioni nel libro mastro, nonché ad un diverso set di informazioni consultabili.

Le proprietà che contraddistinguono le *blockchain* di consorzio collocano ta-

¹³ La scalabilità della *blockchain* fa riferimento alla capacità della rete di gestire un numero crescente di transazioni, senza che le prestazioni ne risultino penalizzate.

¹⁴ I. Martinovic, L. Kello, I. Sluganovic (2017), *Blockchains for governmental services: design principles, applications, and case studies*, Centre for Technology and Global Affairs, United Kingdom.

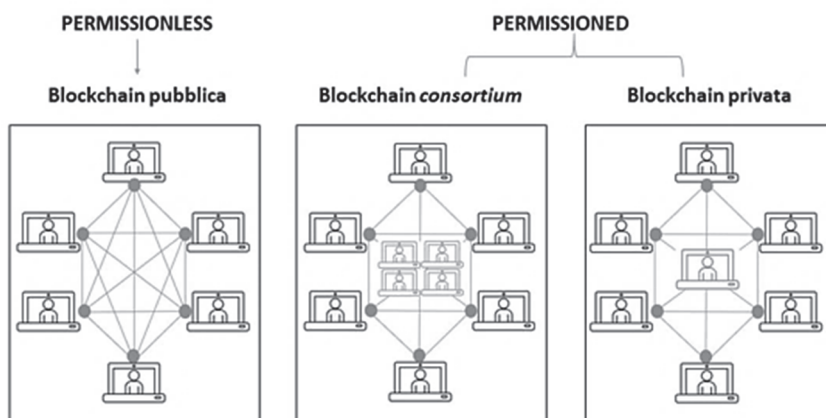
¹⁵ M. Risius, K. Spohrer (2017), *A blockchain research framework*, *Business & Information Systems Engineering*, 59(6), pp. 385-409. P.J. Taylor, T. Dargahi, A. Dehghantanha, R.M. Parizi, K.K.R. Choo (2020), A systematic literature review of blockchain cyber security, *Digital Communications and Networks*, 6(2), pp. 147-156.

le tipologie di rete a metà tra le catene pubbliche e private. La differenza più marcata rispetto alle altre richiamate tipologie di *blockchain* è da rintracciare nel consenso, poiché nelle *blockchain* di consorzio esso è affidato ad un gruppo di operatori, noti anche come validatori, che possono stabilire il livello di accessibilità alle informazioni da parte degli utenti autorizzati.

La struttura di tale tipologia di rete rende la stessa adatta ad un contesto economico in cui numerose e diverse organizzazioni aziendali svolgono la propria attività nel medesimo settore. In tal senso, infatti, l'impiego della *blockchain* di consorzio potrebbe essere particolarmente utile per la condivisione di informazioni di settore per l'accrescimento del proprio vantaggio aziendale.

La figura che segue propone una rappresentazione grafica della struttura delle tipologie di *blockchain* analizzate.

Figura 1. – Tipologie di blockchain a confronto



Fonte: Dicuonzo, Donofrio, Fusco (2020), p. 276.

In sintesi, nelle *blockchain permissionless* ogni nodo è collegato all'altro in forza di una struttura decentralizzata e, dunque, ogni utente ha la possibilità di accedere liberamente alla rete, consultando e aggiungendo transazioni alla catena.

Al contrario, nelle *blockchain permissioned*, in generale, l'accesso alla rete è subordinato alla preventiva convalida del soggetto che intende operare, assicurando un maggior livello di *privacy* rispetto alla *blockchain* di tipo *permissionless*. Inoltre, il consenso è affidato a uno o più soggetti deputati a validare le singole operazioni.

Con specifico riferimento alle *blockchain* private tale ruolo è svolto da un singolo operatore, mentre in quelle di consorzio la validazione delle operazioni è affidata ad un gruppo di soggetti che regolano gli accessi e le autorizzazioni alla rete, definendo altresì la possibilità di aggiungere nuove transazioni, sulla base di specifiche logiche di *governance*.

Rispetto alle *blockchain* pubbliche, quelle private o di consorzio associano a costi inferiori un minor livello di trasparenza e decentralizzazione del consenso, prestandosi particolarmente a contesti aziendali nei quali è richiesta una maggiore *privacy* e una certa velocità nella registrazione delle transazioni¹⁶.

1.4. Potenziali benefici e limitazioni connesse all'uso della tecnologia *blockchain*

L'introduzione della tecnologia *blockchain* nell'ambito dei processi aziendali porta con sé non pochi vantaggi, esprimibili in termini di disintermediazione e conseguente automazione dei processi, contrazione dei costi di transazione o ancora sicurezza del contenuto delle informazioni.

L'automazione dei processi è resa possibile grazie al funzionamento automatico della tecnologia il quale, pertanto, non prevede il necessario intervento di utenti o partecipanti alla catena di blocchi. In tal senso, i meccanismi che sottendono il funzionamento della tecnologia *blockchain* sono tali da sostituire le attività che richiedono un lavoro manuale con interazioni automatiche tra le parti, rendendo i processi più rapidi ed efficienti.

Al contempo, la funzione di verifica e validazione delle transazioni non viene affidata a soggetti terzi, in quanto viene eseguita direttamente dagli utenti che partecipano alla catena, configurando così il fenomeno della disintermediazione. Quest'ultima produce, necessariamente, una sostanziale contrazione dei costi e dei tempi necessari per l'esecuzione delle singole transazioni, rendendo le operazioni più veloci ed economicamente accessibili.

Infine, l'immutabilità dei registri comporta l'immodificabilità delle transazioni grazie al consenso che viene rilasciato tra i vari blocchi della catena.

Sebbene l'implementazione della *blockchain* produca rilevanti benefici, ad essa sono associate altresì talune criticità che devono essere considerate ai fini di un efficace utilizzo di tale tecnologia¹⁷.

¹⁶G. Dicuonzo, A. Fusco, F. Badia, V. Dell'Atti Lombardi (2020), *Blockchain nel settore agro-alimentare: analisi di una best practice*", in R. Lombardi, M.S. Chiuochi, D. Mancini (a cura di), *Smart Technologies, Digitalizzazione e Capitale Intellettuale. Sinergie e opportunità*, Collana di Ragioneria ed Economia Aziendale, Franco Angeli, Milano, pp. 273-288.

¹⁷P. Gomber, R.J. Kauffman, C. Parker, B.W. Weber (2018), *On the fintech revolution: In-*

Tra gli svantaggi comunemente associati alla *blockchain* vi è la mancanza di *privacy*, in quanto ogni nodo della rete può consultare la cronologia completa dei dati delle transazioni intervenute nella rete. Il fatto che la cronologia delle transazioni venga replicata su tutti i nodi comporta allo stesso tempo un incremento dei costi di duplicazione legati all'archiviazione dei dati.

Quanto al modello di sicurezza giova precisare che, ai fini dell'autenticazione ed esecuzione delle transazioni, è prevista una crittografia a chiave pubblica o privata, a seconda delle regole di *governance* prescelte; nell'ipotesi di smarrimento o danneggiamento della chiave, o di duplicazione involontaria della stessa, il sistema non è in grado di tutelare l'utente.

Un'ulteriore criticità riconducibile alla tecnologia *blockchain* consiste in alcune forme di limitazione della flessibilità connesse all'immodificabilità dei blocchi. Sebbene tale aspetto rappresenti un vantaggio ai fini della sicurezza e trasparenza delle informazioni, al tempo stesso rappresenta un aspetto limitante nei casi in cui sia necessario apporre delle modifiche alle transazioni.

La tabella che segue riassume i richiamati vantaggi e criticità riconducibili all'implementazione della tecnologia *blockchain*.

Tabella 1. – Applicazione della blockchain: vantaggi e le limitazioni

Vantaggi	Limitazioni
Disintermediazione	Mancanza di <i>privacy</i>
Automazione dei processi	Costi di duplicazione
Costi di transazione ridotti	Modello di sicurezza
Sicurezza delle informazioni	Scarsa flessibilità

Fonte: Elaborazione propria.

terpreting the forces of innovation, disruption, and transformation in financial services, *Journal of Management Information Systems*, 35(1), pp. 220-265. D. Allesie, M. Sobolewski, L. Vaccari (2018), Identifying the true drivers of costs and benefits of blockchain implementation for public services, *Proc. ACM Int. Conf. Digit. Government Res., Governance Data Age*, Art. no. 118. E.B. Hamida, K.L. Brousmiche, H. Levard, E. Thea (2017), *Blockchain for enterprise: overview, opportunities and challenges*, Presented at the Thirteenth International Conference on Wireless and Mobile Communications (ICWMC 2017), Nice, France (July). A. Alketbi, Q. Nasir, M.A. Talib (2018), Blockchain for government services – Use cases, security benefits and challenges, *Proc. 15th Learn. Technol. Conf. (L&T)*, pp. 112-119. M.C. Lacity (2018), Addressing key challenges to making enterprise blockchain applications a reality, *MIS Quarterly Executive*, 17(3), pp. 201-222. M. Staples, S. Chen, S. Falamaki, A. Ponomarev, P. Rimba, A.B. Tran, L. Zhu (2017), *Risks and opportunities for systems using blockchain and smart contracts*, Data61 (CSIRO), Sydney.

1.5. Prime considerazioni sull'implementazione della *blockchain*: implicazioni aziendali

L'automazione dei processi e la disintermediazione derivanti dall'implementazione della tecnologia *blockchain* sono in grado di determinare significativi cambiamenti ai processi aziendali grazie ad una sostanziale semplificazione dei processi e delle transazioni. In questo senso, infatti, grazie anche al fenomeno di *digital transformation* che sta coinvolgendo le imprese, i processi aziendali sono destinati a diventare sempre più standardizzati, trasparenti e semplificati¹⁸.

Le proprietà di immodificabilità e sicurezza tipiche della *blockchain*, inoltre, sono tali da favorire un elevato livello di fiducia che gli utenti ripongono nella tecnologia e nei protocolli ad essa associati¹⁹.

Tale aspetto costituisce senz'altro un cambiamento aziendale significativo rispetto alle attuali pratiche di lavoro; invero, la fiducia nell'integrità della sicurezza e l'elaborazione dei pagamenti automatizzati potrebbero evolversi in un prodotto sempre più innovativo, in quanto la *blockchain* diventa dirompente in tutti i settori industriali grazie anche ad una graduale riduzione dei costi di implementazione²⁰.

Da ultimo, va considerata la crescente consapevolezza delle organizzazioni aziendali nelle potenzialità che l'automazione dei processi è in grado di determinare ai fini della creazione di valore e del proprio vantaggio competitivo. Tale beneficio rappresenta un effetto collaterale all'implementazione della *blockchain*; difatti, la maggiore consapevolezza delle potenzialità di tale tecnologia associate al suo graduale utilizzo nei contesti aziendali assicureranno lo sviluppo di nuove conoscenze e nuove applicazioni ad essa connesse.

Le considerazioni sin qui proposte consentono di ritenere come la tecnologia *blockchain* possieda il potenziale di generare nuovi sistemi economici e sociali, inclusi nuovi paradigmi aziendali. Basti pensare alla tracciabilità della filiera produttiva, nel settore agroalimentare, alla trasparenza della *supply chain*, nella logistica, o ancora alla tutela dell'identità in ambito legale.

¹⁸T. Narayanaswamy, P. Karthika, K. Balasubramanian (2022), Blockchain Enterprise: Use Cases on Multiple Industries, in H.L. Gururaj, V. Ravi Kumar, S. Goundar, A.A. Elngar, B.H. Swathi (eds.), *Convergence of Internet of Things and Blockchain Technologies*, EAI/Springer Innovations in Communication and Computing, Springer, Cham; S. Tanwar (2022), Adoption of Blockchain in Enterprise Computing, in Id., *Blockchain Technology. Studies in Autonomic, Data-driven and Industrial Computing*, Springer, Singapore.

¹⁹R. Da Rosa Righi et. al. (2020), *Blockchain Technology for Industry 4.0 Secure, Decentralized, Distributed and Trusted Industry Environment*, Springer, Singapore.

²⁰H. Kakavand, N.K. Sévres, B. Chilton (2017), The Blockchain Revolution: An Analysis of Regulation and Technology Related to Distributed Ledger Technologies, *Social Science Research Network*, pp. 1-28.

La crescente consapevolezza dei benefici che l'implementazione della *blockchain* porta con sé, condurrà le aziende a cercare sul mercato nuove competenze professionali e nuovi servizi necessari per la migliore accessibilità della tecnologia.

La portata innovativa della tecnologia *blockchain* è tale da determinare, dunque, significativi cambiamenti non solo nei contesti aziendali ma, adottando un punto di vista più ampio, anche nel settore pubblico e sociale. In tal senso, infatti, la *blockchain* potrebbe permettere di introdurre servizi innovativi in ambito amministrativo e legale, sino alla previsione di una vera e propria regolamentazione *ad hoc* in ambito dei pubblici servizi.

Capitolo Secondo

L'investimento in tecnologia *blockchain* nel Piano Industria 4.0 ai fini fiscali

SOMMARIO: 2.1. Incentivi all'innovazione tecnologica ed il Piano Industria 4.0. – 2.2. La tecnologia *blockchain* come base di un nuovo paradigma dell'attività di impresa connotata da trasparenza e inalterabilità. – 2.3. L'investimento in tecnologia *blockchain* come propulsore del programma di innovazione del sistema di impresa ed il Piano Industria 4.0. – 2.4. La disciplina del diritto tributario internazionale relativa alla promozione fiscale della ricerca industriale e dell'innovazione. – 2.5. I benefici fiscali alla *blockchain* della legislazione italiana nell'ambito del Piano Industria 4.0. – 2.6. La riconducibilità dell'investimento in tecnologia *blockchain* all'ambito della disciplina del credito di imposta per iniziative di ricerca e sviluppo. – 2.7. I progetti di ricerca e sviluppo. – 2.8. I progetti di innovazione tecnologica di prodotti e processi nella forma di transizione ecologica e in chiave di innovazione digitale 4.0. – 2.9. Gli obblighi documentali.

2.1. Incentivi all'innovazione tecnologica ed il Piano Industria 4.0

L'idea di predisporre un piano di interventi legislativi volto a favorire lo sviluppo delle imprese nella direzione della ricerca e della innovazione tecnologica si è diffuso recentemente in Europa quale strumento per accrescere la competitività del sistema produttivo nel confronto con altri operatori economici internazionali.

In particolare, tale piano legislativo a favore dell'innovazione e della ricerca – definito come progetto “Industria 4.0” – è stato elaborato inizialmente in Germania nel 2011 ed è stato successivamente esportato a vari altri paesi membri dell'UE (tra i quali anche l'Italia, che vi ha dedicato parte rilevante degli interventi legislativi ricompresi nella legge di stabilità del periodo 2017/2021).

L'innovazione delle imprese viene considerata come fattore fondamentale per avviare una trasformazione delle relazioni economiche che sia congeniale alla nuova dimensione del mercato globale: per un verso, si modifica l'offerta di prodotti e/o servizi in relazione ai bisogni emergenti nel nuovo contesto socio-economico, facendo emergere la capacità di fornire in larga scala prodotti persona-

lizzati e su misura; per altro verso, si asseconda la propensione dei consumatori a ricercare beni attraverso i canali telematici e digitalizzati con riduzione significativa di sforzi e di costi.

Infatti, l'innovazione permette all'impresa di adeguare la propria attività produttiva e commerciale al nuovo assetto di relazioni economiche, mediante un'opera di implementazione/revisione/modifica del proprio apparato industriale.

In specie, l'innovazione delle attività d'impresa si articola in alcune fasi principali:

i) la progettazione, intesa come capacità di ideare, e poi realizzare, modelli di organizzazione idonei a favorire la trasformazione della propria capacità produttiva e/o commerciale;

ii) la formazione delle risorse umane, in quanto funzionale a sviluppare la capacità operativa nel proprio segmento di mercato, attraverso un adattamento delle conoscenze tradizionali ed esistenti rispetto ai nuovi modelli di organizzazione;

iii) la trasformazione del prodotto in soluzione, e cioè la capacità di rispondere in modo più accurato (personalizzato) ai nuovi bisogni dei consumatori, identificabili essenzialmente nella definizione di un processo idoneo a risolvere un problema della vita reale (rispetto al quale il bene o il servizio prodotto dall'impresa sono soltanto un fattore).

L'effetto materiale dell'innovazione si realizza attraverso la definizione di progetti che contengono il nucleo fondante del valore delle attività d'impresa; le applicazioni di tale progetto – e cioè i prodotti dell'impresa immessi al consumo – costituiscono le merci del nuovo mercato, spesso connotate da un basso valore aggiunto riconducibile alla produzione o alla commercializzazione.

La catena del valore nella nuova dimensione del mercato non risale così alla fase produttiva o alla distribuzione, bensì è da riportare tipicamente alla fase preliminare della ricerca e dello sviluppo, in cui l'impresa procede a caratterizzare i propri prodotti in modo innovativo per conquistare (o comunque difendere) la sua posizione di mercato. In tale prospettiva, la ricerca diventa l'infrastruttura qualificante del processo industriale del mercato globale nell'epoca dell'“Industria 4.0”.

2.2. La tecnologia *blockchain* come base di un nuovo paradigma dell'attività di impresa connotata da trasparenza e inalterabilità

La tecnologia *blockchain* rappresenta lo sviluppo naturale dei sistemi digitali adottati dalle imprese. Si tratta di un sistema di registrazione delle transazioni attraverso un meccanismo telematico che vale ad assicurare l'inalterabilità e quin-

di la totale trasparenza delle attività di impresa. Come tale la *blockchain* costituisce una piattaforma per la gestione delle transazioni degli scambi di informazioni che vale ad esprimere la “catena del valore” prodotto dall’impresa.

Blockchain è una tecnologia che permette la creazione e la gestione di un database strutturato su una pluralità di “blocchi” collegati in rete. Ciascun “blocco” contiene informazioni relative ad una serie di transazioni, avviate sulla rete e validate attraverso un meccanismo automatico di analisi e verifica. In particolare, attraverso alcuni “nodi” presenti sulla rete (sistemi automatici di valutazione) le transazioni si inseriscono sul singolo “blocco” previo controllo ed approvazione dei parametri di validità espressi dalla logica adottata. L’inserimento nel “blocco” non può essere alterato ed è imm modificabile. La pluralità di blocchi si collega in modo seriale e logico andando a costituire una “catena di blocchi” (e cioè la *blockchain*).

Definita la logica dell’inserimento della transazione nell’archivio, il controllo e la verifica sono effettuati in modo automatico attraverso la pluralità di “nodi” collocati sulla rete. Non vi è quindi un sistema centralizzato di controllo (con un unico gestore dell’archivio), bensì una distribuzione su più centri di controllo (i “nodi”), tutti posizionati sul medesimo livello gerarchico, senza prevalenza di alcuno. Non è pertanto possibile un intervento *ab externo* di un unico controllore, ma un sistema delocalizzato nel quale i vari centri riconoscono e condividono la medesima logica di governance. La medesima informazione inserita nel “blocco” è così presente su tutti i “nodi” che diventa imm modificabile (salvo una operazione di segno contrario, accettata e condivisa dalla medesima struttura di “nodi”).

La *blockchain* rappresenta, pertanto, un archivio delle transazioni (o di informazioni ad esse riferibili), di carattere pubblico (in quanto condiviso sulla rete), che viene formato in modo automatico e non è modificabile dopo la sua formazione. Tale archivio (il “ledger”) è costituito sulla rete in modo digitale. L’inalterabilità dell’archivio vale dunque ad esprimere la massima trasparenza dell’attività di impresa, poiché esclude interventi successivi che possono distorcere o manipolare il dato storico. In ragione di questa caratteristica la *blockchain* diventa un nuovo paradigma per la gestione delle informazioni al fine di assicurare la trasparenza dell’impresa.

Per attivare una *blockchain* occorre preliminarmente definire il protocollo di comunicazione. In particolare, va individuato un “hash”, e cioè la funzione algoritmica informatica non invertibile (e quindi unica) che permette di identificare una stringa numerica e/o di testo di lunghezza arbitraria in una stringa univoca di lunghezza predeterminata. Ogni “hash” va definito attraverso un meccanismo di firma crittografica e va sottoposto ad un marcatore temporale (per garantire autenticità della provenienza e certezza del tempo). Tale operazione identifica in modo univoco e sicuro ciascuna informazione presente sul blocco.

Ciascun “hash” si lega ai precedenti “hashes” inseriti nel blocco attraverso

un vincolo unico ed imm modificabile. Ogni operazione effettuata deve essere confermata e autenticata in modo automatico da tutti i singoli “nodi” attraverso un software di gestione che verifica un pacchetto di dati predeterminati (ed in specie, l’autenticità della firma crittografica e la funzionalità del marcatore temporale). In tal modo il “blocco” archivia una serie di informazioni univoche, certe nel tempo e sicure nella provenienza, che sono vincolate tra di loro così da risultare inalterabili. Il “blocco” diventa così il riferimento permanente, immutabile ed imm modificabile di quella specifica transazione.

Le informazioni rilevanti in ordine alla singola transazione che sono espresse dal “hash” possono essere inserite su un apposito strumento digitale (ad es. una chiave crittografica). Tale strumento può diventare così un ausilio per la circolazione delle informazioni relative alla transazione tra un pubblico di soggetti interessati. La consegna dello strumento digitale al destinatario fornisce informazioni, verificabili sulla *blockchain*, che sono dotate di sicurezza della provenienza e certezza temporale, e soprattutto garantite in ordine alla trasparenza ed inalterabilità.

Le transazioni espresse in un “hash” possono essere combinate ad un meccanismo di esecuzione automatico della transazione medesima. Le parti della transazione possono infatti determinare preventivamente le condizioni, facilmente verificabili in modo oggettivo, richieste per assicurare la verifica della corretta esecuzione della prestazione contrattuale. Effettuata siffatta verifica su base oggettiva, si può predeterminare un pagamento attraverso moneta elettronica. Tale regolazione contrattuale (affidata a contratti su base digitale, gli “smart contracts”) garantisce la certezza dei pagamenti dopo la verifica del corretto adempimento della prestazione.

Le informazioni relative ad una o più transazioni inserite nella *blockchain* e supportate da idonei “smart contracts” può costituire un asset digitale. Invero, la definizione contrattuale della transazione può prevedere che il titolare dello strumento digitale (anche definito come “token”) sia legittimato a incassare il corrispettivo al verificarsi del corretto adempimento. La circolazione del “token” potrebbe così consentire al titolare la legittimazione all’incasso del corrispettivo contrattuale. In altre parole, il “token” potrebbe presentarsi come un titolo di credito atipico che si presta ad operazioni di finanziamento dell’impresa.

Le informazioni relative alle transazioni dell’impresa possono essere utilizzate anche per dare sicurezza ad un pubblico di destinatari (ad es. la clientela, anche potenziale) circa la provenienza di un determinato prodotto. Così, la registrazione di tutti i passaggi di una filiera industriale o agricola può esprimere in modo sicuro la “tracciabilità” del prodotto.

Anche nel settore dei servizi, la tracciatura dei vari fattori della produzione (ad es. i dati dei vari fornitori) può garantire il corretto funzionamento amministrativo, legale e fiscale dell’attività di impresa.