



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA
DIPARTIMENTO DI SCIENZE ECONOMICHE ED AZIENDALI
"M. FANNO"

CORSO DI LAUREA IN ECONOMIA

PROVA FINALE

**"BLOCKCHAIN ED ECONOMIA CIRCOLARE:
TRACCIABILITÀ E SOSTENIBILITÀ"**

RELATORE:

CH.MA PROF.SSA DI MARIA ELEONORA

LAUREANDO/A: ENRICO BABETTO

MATRICOLA N. 1231260

ANNO ACCADEMICO 2021-2022

Dichiaro di aver preso visione del “Regolamento antiplagio” approvato dal Consiglio del Dipartimento di Scienze Economiche e Aziendali e, consapevole delle conseguenze derivanti da dichiarazioni mendaci, dichiaro che il presente lavoro non è già stato sottoposto, in tutto o in parte, per il conseguimento di un titolo accademico in altre Università italiane o straniere. Dichiaro inoltre che tutte le fonti utilizzate per la realizzazione del presente lavoro, inclusi i materiali digitali, sono state correttamente citate nel corpo del testo e nella sezione ‘Riferimenti bibliografici’.

I hereby declare that I have read and understood the “Anti-plagiarism rules and regulations” approved by the Council of the Department of Economics and Management and I am aware of the consequences of making false statements. I declare that this piece of work has not been previously submitted – either fully or partially – for fulfilling the requirements of an academic degree, whether in Italy or abroad. Furthermore, I declare that the references used for this work – including the digital materials – have been appropriately cited and acknowledged in the text and in the section ‘References’.

Firma (signature)

Sommario

.....	1
UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA.....	1
CORSO DI LAUREA IN ECONOMIA.....	1
“BLOCKCHAIN ED ECONOMIA CIRCOLARE:	1
TRACCIABILITÀ E SOSTENIBILITÀ”.....	1
Introduzione.....	7
Capitolo 1: Blockchain: evoluzione, funzionamento e casi d'uso	9
1.1 Definizione e evoluzione del concetto di Blockchain.....	9
1.1.1 Prime applicazioni di una Blockchain moderna	9
1.2 Caratteristiche e funzionamento.....	9
1.2.1 Componenti principali di una Blockchain.....	10
1.2.2 Diversi tipi di Blockchain.....	13
1.2.3 Principali caratteristiche della Blockchain.....	13
1.2.4 Il meccanismo di consenso: il problema dei generali bizantini	15
1.2.5 Proof-of-work and Proof-of-stake	16
1.3 Applicazioni più interessanti della Blockchain	17
1.3.1 Tassazione	18
1.3.2 Beneficenza.....	18
1.3.3 Transazioni Peer-to-Peer.....	19
1.3.4 IoT - Internet of things.....	19
1.3.5 Enterprise resource planning (ERP) e Blockchain.....	19
Capitolo 2: Economia Circolare: legami con la blockchain.....	21
2.1 La sostenibilità come pietra miliare dell'economia circolare.....	21
2.2 Dal modello economico dell'economia lineare a quello dell'economia circolare.....	22
2.3 Le materie prime seconde.....	23
2.4 Le limitazioni all'economia circolare.....	26

2.5 Economia circolare, blockchain e tracciabilità.....	28
Capitolo 3 Come l'unione di Blockchain ed Economia Circolare può generare valore: analisi di alcuni casi aziendali.....	30
3.1 L'impatto economico della blockchain.....	30
3.2 Blockchain e filiera del cibo.....	31
3.2.1 Il caso EZ Lab.....	32
3.3 Applicazioni attraverso NFT	35
3.3.1 Il caso Alfa Romeo.....	35
3.4 Blockchain e moda.....	36
3.4.1 Il caso Kering S.A.....	37
3.4.2 Il caso del Consorzio Aura Blockchain.....	38
Conclusione Il futuro della blockchain e dell'economia circolare.....	42
Bibliografia.....	44

Introduzione

L'elaborato nasce innanzitutto dall'idea che la tecnologia blockchain e il concetto di economia circolare possano fornire delle risposte a due delle più importanti questioni dei giorni nostri: come è possibile garantire la trasparenza e veridicità dei dati raccolti? Inoltre, come è possibile ricercare una maggiore sostenibilità nella produzione e nei consumi?

Nel primo capitolo vengono analizzate le caratteristiche fondamentali della blockchain, con particolare attenzione rivolta alla tecnologia, al funzionamento e agli scenari applicativi più promettenti, sia a livello politico che economico.

Successivamente viene analizzato il concetto di economia circolare, seguendo l'approccio delle 3R (ridurre, riusare, riciclare) e comparandolo a quello dell'economia lineare.

Viene inoltre posta particolare enfasi sulla relazione tra economia circolare e blockchain dal punto di vista della tracciabilità dei materiali e trasparenza dei processi all'interno della supply chain.

In ultima istanza si perviene ad un'analisi di questi stessi processi dell'economia circolare all'interno di numerosi casi aziendali di aziende italiane e di multinazionali quotate in borsa.

Capitolo 1: Blockchain: evoluzione, funzionamento e casi d'uso

1.1 Definizione e evoluzione del concetto di Blockchain

Al termine “Blockchain” (in italiano: catena di blocchi) viene attribuito il significato di “registro distribuito”: esso ha il compito di tenere traccia di ogni singola transazione avvenuta al suo interno.

L'unità funzionale della Blockchain è il blocco, che viene finalizzato periodicamente: una volta chiuso e salvato ne viene aggiunto un altro su cui è possibile aggiungere nuove informazioni, e così via.

La catena di blocchi è un database la cui copia è conservata in ogni nodo della rete.

La Blockchain per come la conosciamo noi oggi è:

- 1) custodita e aggiornata in tempo reale su una moltitudine di nodi, distribuiti in tutto il mondo;
- 2) è sempre online;
- 3) è sicura, ovvero non manomettibile, perciò è impossibile modificare informazioni passate;
- 4) è trasparente, ovvero consultabile da tutti in qualsiasi momento. (Boiardi, 2022)

1.1.1 Prime applicazioni di una Blockchain moderna

Nel 1991 la stessa idea di Blockchain venne ripresa e implementata da Stuart Haber e W. Scott Stornetta, tuttavia senza casi d'uso concreti. Nel 2009 Satoshi Nakamoto, una persona o un gruppo di persone, concettualizzarono e crearono *Bitcoin*. (Nakamoto, 2008)

Nakamoto migliorò il design in modo importante usando un metodo simile a *Hashcash* (un sistema *proof-of-work* usato per limitare lo spam e-mail e gli attacchi *denial-of-service*) per timbrare i blocchi senza richiedere che venissero firmati da terze parti e introducendo un parametro di difficoltà per stabilizzare il tasso al quale i blocchi possano essere aggiunti alla catena.

1.2 Caratteristiche e funzionamento

1.2.1 Componenti principali di una Blockchain

I termini fondamentali per la comprensione del funzionamento della Blockchain sono: blocchi, nodi, nodi completi (*miner*), transazioni, *Hash*, Registro.

Blocchi

Il blocco è l'unità elementare della Blockchain, contiene:

- un'intestazione -ID
- un riferimento al blocco precedente
- un contenuto informativo, ovvero le transazioni: se il peso complessivo delle transazioni supera la capacità del blocco quelle in coda vengono poste in un successivo blocco. (Boiardi, 2022)

Ogni blocco, quindi, contiene le informazioni del blocco precedente, in questo modo generando una serie di informazioni, difficilmente falsificabile nel tempo, dato che sarebbe necessario modificare tutti i blocchi successivi a quello inizialmente modificato.

Ogni qualvolta viene validato un nuovo blocco, esso viene propagato a tutti gli altri nodi che detengono una copia della Blockchain.

Oltre alla parte fissa, è presente anche una parte variabile, detta "*nonce*": il termine indica un numero o valore utilizzabile solo una volta. Nel contesto della Blockchain, il *nonce* si riferisce a un numero pseudo-casuale che viene utilizzato come contatore durante il processo di mining. I minatori impiegano un approccio per tentativi ed errori, in cui ogni calcolo prende un nuovo valore di *nonce*, dato che la probabilità di indovinarne accuratamente uno valido è vicina allo zero.

Il primo minatore che individua il corretto *nonce* potrà validare il successivo blocco.

Il miner quindi spende energia elettrica (costo) e riceve BTC se valida un blocco (incentivo). Ecco perché proof of work.

Hash

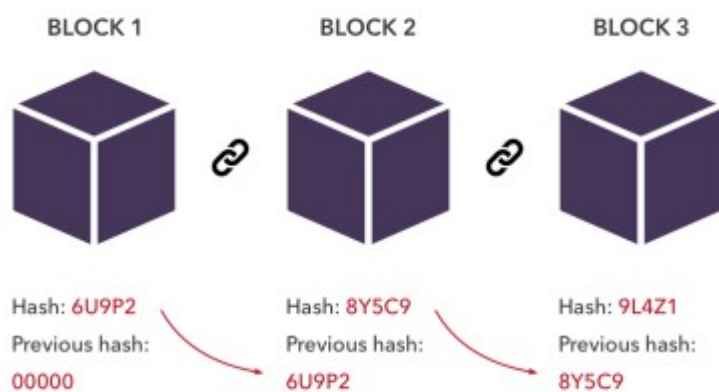


Figura 1 Rappresentazione semplificata della Blockchain e delle informazioni contenute in ciascun blocco

La funzione *hashing* trasforma e genera dei dati di input di qualsiasi lunghezza in una stringa alfanumerica di una dimensione fissa, ovvero l'output, eseguita da un algoritmo specifico. In particolare, l'algoritmo di *hash* di *Bitcoin* è SHA-256 o *Secure Hashing Algorithm* 256 bit. Questo algoritmo è una funzione crittografica a senso unico in quanto i dati originali non possono essere recuperati tramite decrittazione.

Come detto in precedenza, il blocco "t" contiene le transazioni del blocco stesso, oltre che un riferimento alle transazioni del blocco t-1, il quale include le transazioni e un riferimento al blocco t-2 e così retrocedendo.

Se venisse effettuata una qualsiasi modifica del blocco "t-m", l'*hash value*, ovvero l'output, si modificherebbe e quindi sarebbe necessario cambiare anche l'*hash* di tutti i blocchi successivi. (Binance, 2021)

This online tool allows you to generate the SHA256 hash of any string. SHA256 is designed by NSA, it's more reliable than SHA1.

Enter your text below:

Blocco
blocco
Blocco|

Treat each line as a separate string Lowercase hash(es)

SHA256 Hash of your string: [\[Copy to clipboard \]](#)

```
CD8A211FDB66BAA1AE7A265C39140E152F90685C3E32DCE6888EB1D954098541
90FC7331F662A36F8BCFF2C07D6C440BBE4513DD87A9D345AC9270FD9C885A40
2B4B2DBB4A1DAC7900207DE2B4F2B44482BD3BEB40E451583DEB56E9AD12B136
```

Figura 2 Valori hash generati con algoritmo SHA-256 per input simili tra loro. [Online] <https://passwordsgenerator.net/sha256-hash-generator/>

L'*hashrate*, invece, è definito come la potenza di calcolo dei minatori.

L'*hashrate* del *mining* è una metrica chiave per la sicurezza. Maggiore è la potenza di *hashing* (calcolo) nella rete, maggiore è la sua sicurezza e la sua resistenza complessiva agli attacchi. Anche se l'esatta potenza di calcolo di *Bitcoin* è sconosciuta, è possibile stimarla dal numero di blocchi minati e dalla difficoltà attuale del blocco.

Nodi, nodi completi e transazioni

I nodi sono essenziali per mantenere in funzione una rete di criptovalute.

Un nodo è un computer collegato al network che segue delle regole, condivide delle informazioni, ma spesso non valida transazioni. (BitpandaAcademy, s.d.)

Un *full node* o nodo completo, detto anche *miner*, è un soggetto con uno o più hardware, chiamati *Asics* (*Application Specific Integrated Circuit*), progettati esclusivamente per "l'estrazione" delle criptovalute.

Gli hardware *Asics* più potenti sono in grado di testare fino a 110 TH/s, cioè 110.000.000.000.000 Hash al secondo. (Anon., 2020)

Un "nodo completo" è un computer nella rete *peer-to-peer* di *Bitcoin* che ospita e sincronizza una copia dell'intera Blockchain.

Il singolo nodo è in competizione con gli altri per aggiudicarsi la chiusura del blocco successivo e la propagazione di esso in tutta la rete.

Una transazione è costituita dai dati che rappresentano i valori oggetto di "scambio" e che necessitano di essere verificati, approvati e poi archiviati.

Registro distribuito

La tecnologia a libro mastro distribuito (*distributed ledger technology, DLT*) è un sistema digitale per la registrazione di beni in cui le transazioni e i loro dettagli sono registrati in più luoghi allo stesso tempo. A differenza dei database tradizionali, i *distributed ledger* non hanno un archivio centrale di dati o funzionalità di amministrazione.

In un libro mastro distribuito, ogni nodo elabora e verifica ogni transazione, generando così un record e creando una sorta di consenso sulla sua veridicità. Un libro mastro distribuito può essere usato per registrare dati statici, come un registro, o dati dinamici, come le transazioni finanziarie. (Troy, s.d.)

Nel caso della Blockchain, per ogni nuova serie di informazioni viene validato un nuovo blocco digitale con una firma distintiva che contiene il valore di hash del blocco precedente. I nodi controllano le nuove informazioni usando il protocollo di consenso prima che siano incorporate in un blocco all'interno della catena e diventino immutabili da quel momento in poi.

1.2.2 Diversi tipi di Blockchain

Esistono 2 tipi di Blockchain.

1) *Pubblica o permission-less*: è accessibile a tutti, è trasparente e immutabile, non c'è un'autorità centrale che ne regoli il funzionamento. Chiunque voglia dare disponibilità del proprio processore può entrare nel sistema della Blockchain *permission-less*. Tuttavia non è scalabile, dato che all'aumentare dei nodi non aumenta la velocità, semplicemente aumenta la sicurezza.

2) *Privata o permissioned*: basata su dei "permessi" che vengono dati a delle persone specifiche che possono entrare nella Blockchain e utilizzare la tecnologia. Questa è anche detta Blockchain del consorzio, dato che spesso è quella preferita dalle aziende: permette un controllo centrale delle informazioni immagazzinate all'interno. I *miners* sono selezionati e limitati. Inoltre, si tratta di una Blockchain più veloce poiché ha un numero di nodi limitato, un numero di *miners* limitato e un numero di utilizzatori limitato, ma molto meno decentralizzata. (Valsecchi, 2018)

1.2.3 Principali caratteristiche della Blockchain

Le principali caratteristiche della Blockchain sono:

- 1 Decentralizzazione.
- 2 Sicurezza.
- 3 Trasparenza.

1 Decentralizzazione. Una Blockchain è distribuita su una moltitudine di nodi, ognuno dei quali deve contenere tutta la storia della Blockchain stessa.

Non c'è, quindi, la necessità di conoscere o fidarsi di attori terzi. Ogni membro della rete ha una copia degli stessi identici dati sotto forma di un libro mastro distribuito. Se il libro mastro di un membro è alterato o corrotto in qualsiasi modo, verrà rifiutato dalla maggioranza dei membri della rete.

Come si mantiene la decentralizzazione? Un maggior numero di nodi porta ad una maggiore decentralizzazione, tuttavia ci vuole un incentivo affinché ci siano sempre dei nuovi nodi che competano per validare i blocchi. L'incentivo è il “*proof-of-work*”, di cui se ne parlerà successivamente.

2 Sicurezza

La sicurezza è proporzionale alla decentralizzazione e quindi al numero di partecipanti al network.

Un nodo o un gruppo organizzato di nodi non dovrebbe mai essere in grado di manomettere la Blockchain, perché altrimenti ne prenderebbe il controllo e non sarebbe più decentralizzata.

Riuscire in un attacco del genere significherebbe essere in grado di controllare e alterare simultaneamente il 51% o più delle copie (*51% attack*) della Blockchain in modo che la nuova copia diventi la copia di maggioranza e, quindi, la Blockchain corretta. Un attacco di tale portata richiederebbe l'impiego di un'immensa quantità di denaro e di risorse, dato che sarebbe necessario modificare tutti i codici hash dei blocchi.

3 Trasparenza

La particolarità della Blockchain sta nel fatto che sia possibile ripercorrere a ritroso tutte le transazioni, fino ad arrivare all'origine, ovvero al primo blocco, detto blocco genesi.

Esse possono essere visualizzate in modo trasparente utilizzando gli *explorer* (Anon., s.d.) della Blockchain che permettono a chiunque di vedere le transazioni che avvengono in diretta. Ogni nodo ha la propria copia della Blockchain che viene aggiornata quando vengono confermati e aggiunti nuovi blocchi. (Hayes, 2022)

Per esempio, alcuni *exchange* sono stati violati in passato. Mentre l'hacker può essere completamente anonimo, se i *Bitcoin* rubati venissero spesi o spostati sarebbero facilmente rintracciabili.

Unconfirmed Transactions Submitted to network but have not yet been included in a block. ON OFF

Hash	Time	Amount (BTC)	Amount (USD)
d6d45241a17bbe4021ac35c6078c6ac370df4afc633da6c096f811b9c10234d4	14:18	0.00101345 BTC	\$39.06
8af455f59014f21451c67924b3712f03e5ddf0ad7a5ec8de64d606072d524f	14:18	0.06898644 BTC	\$2,658.85
00b5467e6eebbf55c368e40251988e5ec23cc17bbd7b51a0c201a96dfe50af6c	14:18	0.00158000 BTC	\$60.90
c2430c6ed3cf42446e62806b44cb30ee18baaed219fdb7672a9e0118246bbdef	14:18	0.12742700 BTC	\$4,911.25
e63843f370ac08f9cd16a2c66929580520501b57abca2dc7b30dc010104ede96	14:18	0.00016795 BTC	\$6.47
67e40e406c0c258aa1400e93761a429319044327d13725c5b7a05978afcd9e81	14:18	1.48144154 BTC	\$57,097.20
0b279d713c456f49573528bffa97a583d1615170423a40911b7504312c47c2a5	14:18	0.01210476 BTC	\$466.54
2a8bade6d07acfb8aa221b1cfc9bf46cc5b304325714c4c16df5aca8051fe339	14:18	0.00809422 BTC	\$311.96
08289297f517cc980755c1adc323e4741081ec2536e4abae7b6fc39c7bc4ad5	14:18	0.03066720 BTC	\$1,181.96

Figura 3 Esempio di transazioni non confermate utilizzando un explorer al 3/05/2022 orario 14:18 inviate al network ma non ancora incluse nel blocco [online] <https://www.Blockchain.com/btc/unconfirmed-transactions>.

1.2.4 Il meccanismo di consenso: il problema dei generali bizantini

Come detto in precedenza, la tecnologia Blockchain è il mezzo attraverso cui le criptovalute convalidano, elaborano e registrano le transazioni. Affinché una transazione vada a buon fine, un gruppo di nodi deve essere d'accordo sulla sua validità. Ogni rete Blockchain ha un algoritmo di consenso, ovvero delle regole specifiche che i suoi nodi seguono per raggiungere un accordo sulle transazioni.

L'algoritmo di consenso è definito come il modo in cui una Blockchain risolve il problema dei generali bizantini. (Lamport, 2002)

Il problema dei generali bizantini (in inglese “*the Byzantine fault tolerance*”) rappresenta la capacità di un sistema informatico di continuare a funzionare anche se alcuni dei suoi nodi falliscono o agiscono maliziosamente.

Ogni generale ha un esercito e una posizione che circonda una fortezza, ed è necessario decidere come gruppo di attaccare o ritirarsi.

Se tutti prendono la stessa decisione, hanno successo. Ma, se c'è un errore di comunicazione o un tradimento che porta alcuni generali ad attaccare mentre gli altri si ritirano, allora la battaglia è persa.

Con qualsiasi sistema informatico che ha più nodi, ogni nodo potrebbe essere considerato un generale. La tolleranza alle diverse decisioni dei bizantini si riferisce al fatto che il sistema, ovvero la Blockchain, può continuare a funzionare anche quando alcuni nodi non funzionano o cercano intenzionalmente di ingannarlo.

L'algorithmo di consenso è il modo in cui una Blockchain riesce a superare il cosiddetto problema dei generali bizantini. Poiché le criptovalute sono decentralizzate, ognuna di esse affronta una versione su larga scala del Problema dei Generali Bizantini. La Blockchain deve essere in grado di funzionare anche se ha nodi che non funzionano correttamente o forniscono informazioni false.

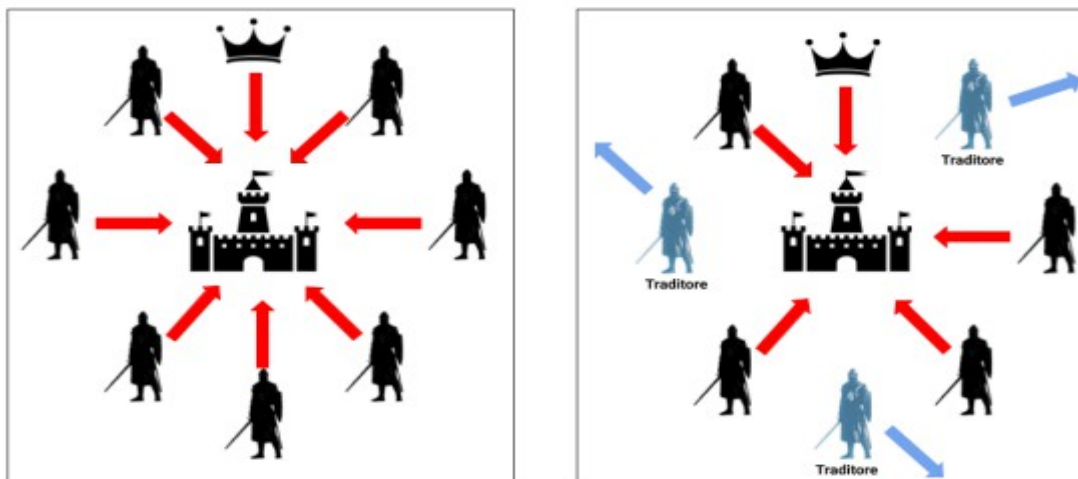


Figura 4 Illustrazione grafica del problema dei generali bizantini

1.2.5 Proof-of-work and *Proof-of-stake*

Gli algoritmi di consenso sono dei meccanismi che permettono ai vari nodi (utenti), che fanno parte di un network, di mantenere sicura una Blockchain, evitando che venga attaccata o manomessa da attori malevoli, superando il problema dei generali bizantini.

È necessario garantire che tutti gli agenti possano concordare su una singola fonte di verità, anche se alcuni di essi falliscono. In altre parole, il sistema deve essere *fault-tolerant*.

Gli algoritmi sono definiti come i fondamenti su cui si basano il funzionamento e la sicurezza di *Bitcoin* e altre cripto.

Esistono numerosi algoritmi di consenso, i due più importanti sono *Proof-of-Work* e *Proof-of-stake*.

Proof-of-Work

Proof-of-Work (PoW) è l'algorithmo di consenso distribuito più importante e longevo in una rete Blockchain.

L'algoritmo viene utilizzato per confermare la transazione, chiudendo l'ultimo blocco, per poi creare un nuovo blocco alla catena. In questo algoritmo, tutti i nodi competono tra loro per completare la transazione sulla rete.

Per poter partecipare come minatore è necessario essere in possesso di un hardware in grado di generare un sufficiente numero di hash per avere la possibilità di chiudere un blocco.

Man mano che il valore di una criptovaluta cresce, più minatori sono incentivati a unirsi alla rete, aumentando così la potenza e la sicurezza, ma anche l'energia richiesta. In questo modo, a causa della sempre maggiore quantità di potenza di elaborazione richiesta, diventa praticamente impossibile per qualsiasi individuo o gruppo riuscire ad interferire con la Blockchain.

Proof-of-stake

Il *Proof-of-stake* è un tipo di meccanismo di consenso utilizzato dalle reti Blockchain per ottenere il consenso distribuito.

In un sistema di questo tipo lo *staking* ha una funzione simile al mining del *Proof-of-Work*, in quanto è il processo attraverso il quale un partecipante alla rete viene selezionato per aggiungere l'ultimo blocco alla Blockchain e ottenere una ricompensa.

I dettagli esatti variano a seconda del progetto, ma in generale le Blockchain di *Proof-of-stake* impiegano una rete di "validatori" che contribuiscono - o "mettono in *stake*" - le proprie cripto in cambio della possibilità di convalidare una nuova transazione, aggiornare la Blockchain e guadagnare una ricompensa.

La rete seleziona un vincitore in base alla quantità di criptovaluta che ogni validatore ha nel "*pool*" e la durata del tempo in cui l'ha avuta - premiando i partecipanti con più monete in *stake*.

Una volta che il vincitore ha convalidato l'ultimo blocco di transazioni, gli altri validatori possono attestare che il blocco è corretto. Quando un numero soglia di attestazioni è stato raggiunto, la rete aggiorna la Blockchain.

Infine il *block producer* riceve la ricompensa di blocco.

1.3 Applicazioni più interessanti della Blockchain

Partendo dalla definizione di Blockchain possiamo considerare altri aspetti interessanti legati a questa tecnologia che vanno al di là del mero utilizzo delle criptovalute. Numerose sono le applicazioni e le potenzialità talvolta ancora inesplorate.

Ci si può chiedere quali siano effettivamente i settori in cui questa tecnologia trova applicabilità e che siano in grado di sfruttare al meglio le proprietà innovative della Blockchain.

Le applicazioni più interessanti a mio parere sono:

1.3.1 Tassazione

Come evidenziato in precedenza, la Blockchain è in grado di rimuovere la necessità di avvalersi di un intermediario per il buon fine delle transazioni, fornendo un “libro mastro” sicuro e distribuito delle transazioni in una rete.

La funzionalità Blockchain emerge in un momento in cui ci si sta chiedendo se l’attuale modello di tassazione di persone fisiche e giuridiche sia ancora adatto nell’era dell’economia digitale e moderna.

Ha ancora senso per le autorità fiscali raccogliere le tasse come hanno sempre fatto in passato? In un mondo basato sulle transazioni, il sistema fiscale dovrebbe adattarsi per seguire l’esempio?

La Blockchain potrebbe giocare un ruolo chiave sotto questo punto di vista: essa infatti potrebbe modificare radicalmente il modo in cui le tasse vengono raccolte. (Schofield, 2016)

In questo modo, infatti, sarebbe molto più facile monitorare se e quando l’imposta sul valore aggiunto sia stata pagata nel modo corretto e, dalla parte del contribuente, invece, ci si troverebbe di fronte ad un enorme passo avanti, dato che grazie alla tecnologia citata, sarebbe possibile anche monitorare e vedere come vengono spesi i soldi dall’amministrazione.

Tuttavia, in questo momento, costruire un sistema fiscale completamente nuovo intorno alla Blockchain non è realistico, si dovrebbe iniziare in piccolo e solamente in seguito applicare il modello su larga scala.

1.3.2 Beneficenza

La Blockchain è progettata principalmente per eliminare la corruzione e l’opacità delle transazioni attraverso la sua tecnologia. Essa è infatti in grado di risolvere uno dei più grandi problemi nella beneficenza, ovvero la fiducia e la trasparenza. Un ulteriore vantaggio dalla parte dei donatori è che potrebbero tracciare il ciclo di vita delle loro donazioni dato che ogni transazione è registrata senza possibilità di frode dei dati. Un ulteriore effetto positivo della beneficenza basata su Blockchain potrebbe essere dato dal fatto che le organizzazioni che gestiscono le donazioni possono evitare la grande quantità di lavoro contabile e conseguentemente aumentare la loro efficienza.

1.3.3 Transazioni Peer-to-Peer

I servizi di pagamento *P2P* come *PayPal* sono comodi, ma hanno dei limiti. Alcuni servizi limitano le transazioni in base alla locazione geografica. Altri richiedono una tassa per il loro uso. Inoltre, molti sono vulnerabili agli hacker, il che non è attraente per i clienti che detengono denaro o informazioni finanziarie personali. La tecnologia Blockchain, con tutti i benefici elencati nel precedente capitolo 2, potrebbe risolvere queste problematiche, aprendo la strada ad un nuovo metodo di pagamenti *peer-to-peer*.

1.3.4 IoT - Internet of things

La Blockchain è pronta a trasformare le attività in numerosi campi dell'IoT, tra cui:
supply chain: tracciare la posizione delle merci mentre vengono spedite, e garantire che rimangano entro le condizioni specificate;

monitoraggio delle risorse: monitoraggio degli asset e dei macchinari per registrare l'attività e l'output come alternativa alle soluzioni *cloud*.

Nonostante queste aree chiave in cui la Blockchain può essere sfruttata, la tecnologia nell'IoT è ancora dipendente dal futuro di alcune *startups*.

1.3.5 Enterprise resource planning (ERP) e Blockchain

L'*Enterprise Resource Planning* (ERP), il sistema integrato innovativo impiegato dalle imprese al fine di ottenere il collegamento tra le diverse fasi della catena del valore mediante un'architettura software che ne facilita il flusso delle informazioni intercorrenti tra le funzioni aziendali. I sistemi ERP mettono in relazione tra loro un insieme di processi di business e consentono lo scambio di dati tra processi stessi. (Merlo, 2014)

Perché integrare il sistema ERP e la Blockchain?

Sono numerosi i motivi per cui ERP e Blockchain dovrebbero essere integrati:

1. La Blockchain aggiunge trasparenza e verificabilità ai registri di un'organizzazione:

Uno dei vantaggi della Blockchain è la capacità di creare "*Smart Contracts*". Essi sono protocolli informatici che possono verificare e applicare i contratti automaticamente utilizzando codici digitali senza la necessità di terze parti.

Questi contratti aggiungono trasparenza e immutabilità alle transazioni, facilitando così l'automazione dei processi.

2. Aumenta la sicurezza nella raccolta di dati:

La Blockchain può convalidare le transazioni e creare un record immutabile di dati che è condiviso tra vari nodi: in questo modo può garantire la privacy dei dati e la sicurezza del sistema.

La Blockchain e l'integrazione *ERP*, in questo modo, potrebbero garantire che qualsiasi transazione sospetta o vulnerabilità dei dati sia rilevata in tempo e le minacce siano evitate.

3. La Blockchain aumenta la visibilità e la tracciabilità del sistema:

La Blockchain dà la possibilità alle aziende di avere vari tipi di informazioni all'interno della stessa catena, la quale è in grado di garantire un facile accesso a informazioni altamente specifiche. Per esempio, la produzione richiede che molte parti interessate coinvolte nel processo della catena di approvvigionamento possano monitorare facilmente il percorso dei prodotti fino alla consegna ai clienti. Un'integrazione con la Blockchain fornirebbe la tracciabilità in tempo reale dei prodotti.

La Blockchain nella supply chain migliorerebbe drasticamente la trasparenza, la qualità, la sicurezza e l'integrità del processo. Allo stesso modo, nel settore manifatturiero, la Blockchain incoraggerebbe l'affidabilità e funzionerebbe come un livello basato sulla fiducia senza l'intervento dell'intermediario. (Rojas, 2019)

Capitolo 2: Economia Circolare: legami con la blockchain

2.1 La sostenibilità come pietra miliare dell'economia circolare

Il concetto di "sostenibilità" per come è conosciuto oggi risale al 1987 e si trova nel Rapporto Brundtland (intitolato anche "*Our Common Future*") prodotto da diversi Paesi per l'ONU.

«Development that comes across with the needs of the present. In the context of finding a balance in regard with the capability of next generations to satisfy their needs », «sviluppo che si incontra con i bisogni del presente. Nel contesto della ricerca di un equilibrio rispetto alla capacità delle prossime generazioni di soddisfare i loro bisogni» (Commissione mondiale su Ambiente e Sviluppo, ONU, 1987).

Da questo assunto si desume l'importanza dei "bisogni" delle generazioni future al fine di bilanciare uno sviluppo umano sostenibile, unitamente alla necessità di attuare alcune restrizioni (normative) da parte degli stati e delle organizzazioni sociali volte a garantire un futuro alle successive generazioni.

Con il tempo però il concetto di sviluppo sostenibile si è ampliato, coinvolgendo altri aspetti importanti.

Ad oggi è accettata un'idea di sostenibilità basata sui seguenti tre "pilastri fondamentali": sviluppo ambientale, equità sociale ed espansione economica.

Sviluppo ambientale

Molte aziende stanno cercando di ridurre la quantità di rifiuti generati, di acqua utilizzata e delle emissioni di carbonio che impattano negativamente sull'ambiente.

Equità sociale

Un'azienda sostenibile dovrebbe incontrare il sostegno e l'approvazione dei suoi dipendenti, degli stakeholders e della comunità in cui opera: l'azienda non porrà particolare attenzione al ritorno economico, quanto piuttosto a generare benessere e benefici per stakeholders e ambiente.

Espansione economica

Si basa sull'assunto che un'azienda per essere sostenibile deve essere redditizia, tuttavia il profitto non può prevalere sugli altri due pilastri. Le attività che rientrano nel pilastro

economico includono la conformità, la governance adeguata e una gestione appropriata del rischio.

Promuovere l'economia circolare significa incentivare nuovi comportamenti, come la produzione e il consumo di risorse sostenibili, il riuso e il riciclaggio dei prodotti e contemporaneamente assicurare che i beni riutilizzati o riciclati non provengano da materiali vergini (Future Learn, s.d.).

2.2 Dal modello economico dell'economia lineare a quello dell'economia circolare

La crescita esponenziale della popolazione mondiale nell'ultimo secolo, il ritmo crescente delle attività economiche e lo sfruttamento sempre più intensivo del nostro Pianeta stanno portando a conseguenze negative di tipo socio-economico e climatico probabilmente irreversibili.

È necessario, quindi, un cambio di rotta nei consumi e soprattutto nel ri-uso dei prodotti, passando dal modello Lineare al modello dell'economia Circolare.

In un'economia lineare, come quella attuale, le materie prime vengono estratte e trasformate in un prodotto che dopo l'uso viene gettato via, seguendo lo schema "make, use, dispose", tuttavia, dato il numero limitato delle risorse che il nostro pianeta può fornire, questo sistema non ha possibilità nel lungo termine.

Il modello attuale di consumo lineare rappresenta una grave minaccia per la sopravvivenza di un grandissimo numero di specie presenti sulla Terra.

La circolarità, invece, è un approccio sistemico allo sviluppo economico, progettato per portare benefici alle imprese, alla società e all'ambiente e che può garantire un futuro.

Su questa base si fonda il concetto dell'economia circolare, inteso come modello di produzione e consumo che implica condivisione, prestito, riutilizzo, riparazione, ricondizionamento e riciclo dei materiali e prodotti esistenti il più a lungo possibile.

In questo modo si estende il ciclo di vita dei prodotti, contribuendo a ridurre i rifiuti al minimo (Europarlamento, 2015).

L'economia circolare segue l'approccio delle 3R: ridurre, riutilizzare e riciclare (*reduce, reuse, recycle*): conseguentemente, l'uso delle risorse è minimizzato (ridurre), il riutilizzo di prodotti e parti è massimizzato (riutilizzare) e infine le materie prime sono riutilizzate (riciclate) ad un alto livello.

Secondo la Ellen MacArthur Foundation, l'economia circolare si basa su 3 principi:

Il primo principio si fonda sull'eliminazione dei rifiuti e la riduzione dell'inquinamento. Attualmente, l'economia funziona come un sistema *"take-make-waste"*: vengono estratte (*take*) le materie prime dalla Terra, vengono creati (*make*) dei prodotti e infine gettati via come rifiuti (*waste*): molti di essi finiscono nelle discariche o negli inceneritori e vanno persi (Ellen MacArthur Foundation, 2013).

Il secondo principio dell'economia circolare consiste nel far circolare prodotti e materiali il più possibile. Ciò significa mantenere i materiali in uso, sia come prodotti (quando non possono più essere utilizzati) che come componenti o materie prime. In questo modo, nulla diventa rifiuto e il valore intrinseco di prodotti e materiali rimane intatto (Ellen MacArthur Foundation, 2013).

Il terzo principio dell'economia circolare si fonda sull'idea di rigenerazione della natura: passando da un'economia lineare *"take-make-waste"* a un'economia circolare, verrebbero sostenuti e incentivati i processi naturali e lasciato più spazio alla natura per prosperare (Ellen MacArthur Foundation, 2013).

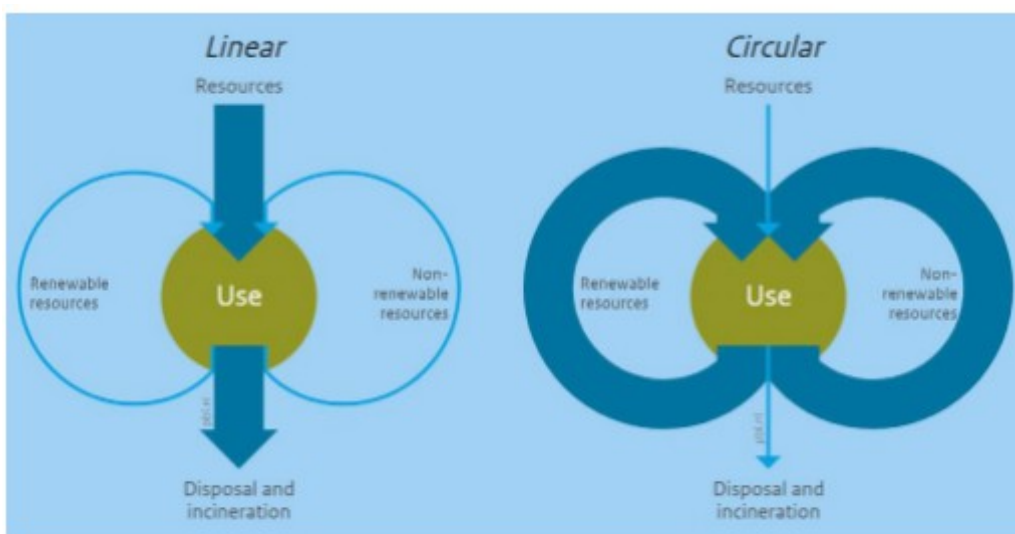


Figura 5 Confronto e funzionamento del modello lineare e circolare. [Online]

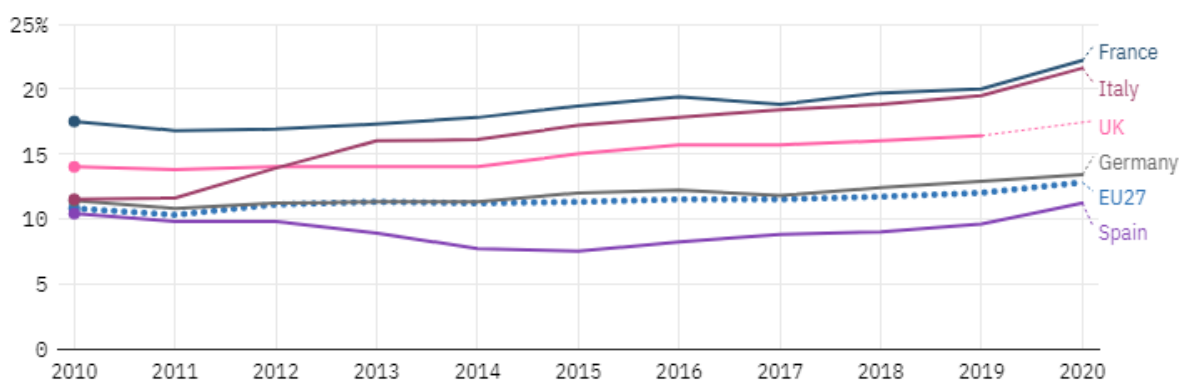
<https://themasites.pbl.nl/o/circular-economy/>

2.3 Le materie prime seconde

Le "materie prime seconde" sono materiali riciclati che possono essere utilizzati nei processi di produzione al posto o insieme alle materie prime vergini (Didier Bourguignon, 2016).

In questo contesto l'Italia fa riferimento alla categoria detta sottoprodotto (art 183 bis del D.lgs. 152/06, Codice dell'ambiente), che permette di escludere tutti i materiali attinenti al sottoprodotto dal campo di applicazione della normativa sui rifiuti (Pierri, s.d.).

Secondo il rapporto di "Municipal Waste Generation" i dati di Eurostat, l'ufficio di statistica europeo, sulla produzione di rifiuti urbani in Europa, ogni cittadino europeo ha prodotto nel 2020, in media, 505 kg di rifiuti, 4kg in più del 2019 e 38 kg in più rispetto al 1995. In totale nel 2020 nell'Ue sono stati prodotti 225,7 mln di tonnellate di rifiuti urbani, +1% rispetto al 2019 e + 27,7% rispetto al 2005. Per l'Italia la produzione pro capite di rifiuti è stata di 505 chili (dato 2019) (Eurostat, 2022).



Source: Eurostat

TECHMONITOR

Figura 6 Quota di materiale riciclato e reimmesso nell'economia dell'uso complessivo dei materiali (2010-2020) [Online]. Fonte: Eurostat

L'UE dispone già da tempo di una legislazione che regola la gestione e la raccolta dei rifiuti, ma è stata concepita per adattarsi a un'economia di tipo lineare.

Per sostenere meglio lo sviluppo di un'economia circolare, è prevista una serie di quadri normativi e revisioni che porterà a grandi cambiamenti nelle modalità di gestione dei rifiuti.

L'UE sta, infatti, attualmente rivedendo il regolamento sulla gestione dei rifiuti (Commissione europea, 2020) per garantire che siano trattati correttamente e non danneggino le persone o l'ambiente, e per evitare che le aziende europee esportino i loro problemi di rifiuti in discariche di Paesi terzi.

Il Piano d'azione per l'economia circolare (European commission, 2020) e l'imminente Iniziativa per i prodotti sostenibili stabiliranno che le aziende dovranno ridurre i rifiuti creati durante l'intero ciclo di vita del prodotto e progettare prodotti durevoli e riparabili che rimarranno in circolazione più a lungo.

Come detto precedentemente, l'economia circolare persegue una crescita armoniosa e uno sviluppo sostenibile del sistema economico e sociale senza danneggiare l'ecosistema naturale.

Migliorando la produttività di materiali e prodotti (come mostrato nel grafico seguente), è possibile ridurre non solo l'estrazione di risorse vergini, ma anche la produzione di rifiuti.

L'aumento della produttività dei materiali si ottiene elaborando varie opportunità di *looping* all'interno del ciclo di vita dei materiali. Questi cicli non sono pensati per essere percorsi una sola volta da materiali e prodotti, ma per essere ripetuti il più spesso possibile: quanto più un materiale viene lavorato lungo la catena di fornitura, tanto più grande può diventare il circuito per il riutilizzo dei materiali. Tuttavia, più il cerchio è stretto, più velocemente i materiali tornano al consumo e meno risorse sono necessarie.

L'aumento dell'uso di materie prime secondarie risolverebbe diversi problemi contemporaneamente.

Il primo problema è quello relativo all'esaurimento delle risorse: con gli attuali ritmi di consumo, semplicemente non rimarranno abbastanza risorse e minerali per sostenere la produzione.

Il riutilizzo dei materiali di scarto nella produzione rende l'industria più sostenibile e meno dipendente dalle risorse limitate. Nel 2021, infatti, l'Earth Overshoot Day è caduto il 29 luglio (Anon., s.d.).

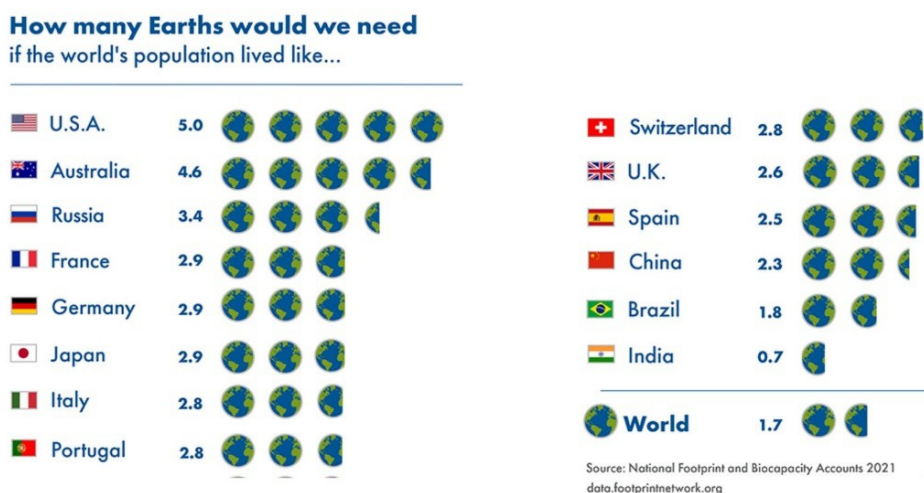


Figura 7 “Quante terre sarebbero necessarie se la popolazione mondiale vivesse come...” [Online] <https://www.overshootday.org/>

Il secondo problema è quello dell'eccesso di rifiuti: attualmente, i modelli di consumo delle aziende e degli individui producono enormi quantità di prodotti di scarto che non possono essere riciclati e finiscono in discarica (OECD, 2022).

Il terzo problema che affronta è quello delle emissioni di anidride carbonica: utilizzando meno risorse e riutilizzandole, sarà possibile tagliare una grossa fetta di emissioni di CO2 dell'impronta di carbonio delle aziende.

Tuttavia, ad oggi, le aziende che cercano di convertire i rifiuti in materie prime seconde devono attualmente affrontare diverse sfide:

a) I materiali riciclati sono attualmente costosi: per le aziende è più conveniente acquistare materie prime vergini che riutilizzare i materiali di scarto. La ricerca e lo sviluppo di nuovi sistemi di riciclaggio sono costosi e richiedono ingenti investimenti iniziali. Inoltre, poiché queste tecnologie sono relativamente nuove, non sono ancora in grado di generare economie di scala per la riduzione dei costi.

b) Molti prodotti non sono progettati pensando a un riciclo di alta qualità dei rifiuti a fine vita: i prodotti e i processi produttivi dovrebbero essere progettati tenendo conto della circolarità, tuttavia spesso ciò non accade. Per superare queste sfide, le aziende dovrebbero ideare prodotti riciclabili, di lunga durata e facilmente riparabili o smontabili per essere riciclati in nuovi materiali, ma questo potrebbe portare ad un incremento dei costi.

c) Gli attuali quadri normativi non incentivano l'uso di materiali riciclati: è fondamentale che i politici spingano per politiche che incentivino maggiormente un modello circolare. Attualmente, le aziende che cercano di riciclare i prodotti di scarto si scontrano con diversi ostacoli normativi legati alle modalità di classificazione e definizione dei rifiuti (Decreto Legislativo 3 settembre 2020, n. 116, s.d.).

2.4 Le limitazioni all'economia circolare

Ad oggi persistono numerose limitazioni all'applicazione dell'economia circolare.

I principali sono:

1. Soddisfare le aspettative di convenienza dei consumatori.

Oggi utilizziamo una quantità di plastica 20 volte superiore a quella di 50 anni fa (Hannah Ritchie, 2019). È possibile aspettarsi che i consumatori cambino il loro modo di operare e i tipi di prodotti che acquistano? Abbandoneranno le comodità più comuni, come le bottiglie e i sacchetti di plastica? Ad oggi questi quesiti non trovano risposte certe.

2. I regolamenti governativi possono creare sprechi.

A volte, leggi e regolamenti incentivano involontariamente comportamenti di spreco da parte di aziende e consumatori. Questo è un problema comune nel settore alimentare e delle bevande. Ad esempio, le etichette con le date di scadenza sono spesso richieste dalla legge per tutelare il consumatore, ma possono non tenere conto delle differenze nelle modalità di

conservazione degli alimenti: ad esempio, conservate in dispensa, le uova avranno una scadenza più breve di quelle che verranno conservate in frigorifero (Barneveld, 2016).

Le date di scadenza sono spesso fraintese e significano che un alimento non è più commestibile; in realtà, il prodotto è ancora commestibile, ma potrebbe non soddisfare gli standard di qualità del produttore.

Quasi un terzo della plastica non viene raccolto da un sistema di gestione dei rifiuti (Ellen MacArthur Foundation, 2016) e finisce come spazzatura nelle terre, nei fiumi e negli oceani del mondo.

Secondo uno studio, nel 2050 potrebbe esserci più plastica che pesci negli oceani (OECD, 2022): il problema è particolarmente grave nei Paesi in via di sviluppo che non dispongono di solide infrastrutture per la gestione dei rifiuti. Più della metà dei rifiuti di plastica è prodotto da Cina, Indonesia, Filippine, Thailandia e Vietnam: migliorare i sistemi di gestione dei rifiuti e di riciclaggio in questi Paesi potrebbe fare una grande differenza nel tenere la plastica lontana dai nostri spazi naturali.

Globally, only 9% of plastic waste is recycled while 22% is mismanaged

Share of plastics treated by waste management category, after disposal of recycling residues and collected litter, 2019

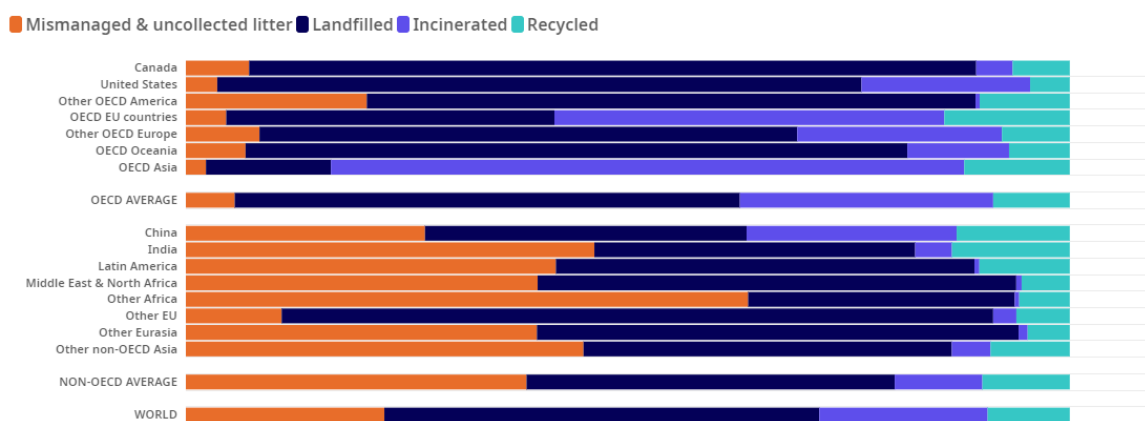


Figura 8 A livello globale solamente il 9% della plastica viene riciclato e il 22% mal gestito. [Online] https://www.oecd-ilibrary.org/environment/data/global-plastic-outlook_c0821f81-en

3. La tecnologia di riciclaggio non è sufficiente.

La maggior parte della plastica riciclata viene tritata e ritrattata per applicazioni di valore inferiore, come la fibra di poliestere per tappeti; solo il 9% viene riciclato in prodotti di qualità uguale o simile (Ellen MacArthur Foundation, 2016). Ciò è dovuto in gran parte alle limitazioni nel modo in cui le plastiche possono essere selezionate in base alla composizione chimica e pulite dagli additivi. Abbiamo bisogno di una migliore tecnologia di riciclaggio in

grado di mantenere la qualità e la purezza in modo che i produttori siano disposti a utilizzare la plastica riciclata. Una volta che questa tecnologia sarà diffusa su larga scala, potremo iniziare a recuperare il valore economico della plastica, incentivandone il recupero e il riciclo.

4. Utilizziamo i modelli di business sbagliati.

Nel 2050, considerando l'attuale trend di crescita demografica, il mondo sarà abitato da oltre 9,5 miliardi di persone (Department of Economic and social affairs, s.d.), con un numero molto inferiore di persone che vivono in povertà rispetto a oggi. Grazie alla rapida industrializzazione di Paesi in via di sviluppo come Cina, Brasile e India, la classe media mondiale sta crescendo in maniera esponenziale, con la conseguenza che molte più persone avranno capacità di spesa e, quindi, vorranno acquistare molti più oggetti.

Si tratta di una vittoria dello sviluppo umano, ma di una grave minaccia per il nostro ambiente, a meno che le aziende che producono e vendono beni di consumo non riescano a reinventare il modo in cui lo fanno. Per esempio, le aziende di abbigliamento possono ridurre il loro impatto ambientale utilizzando tinture non tossiche e riciclando gli scarti dei tessuti.

Ma per "vestire" la classe media in espansione, dovranno stravolgere l'attuale modello commerciale della "fast fashion" a favore di modelli alternativi come il noleggio e la rivendita. Per esempio, Rent the Runway, catena di noleggio di abbigliamento molto famosa negli Stati Uniti, permette ai consumatori di avere a disposizione abiti firmati a una frazione del prezzo di vendita al dettaglio, mettendoli a "noleggio".

2.5 Economia circolare, blockchain e tracciabilità

Il modo migliore per tenere traccia e mantenere trasparente l'intero sistema dell'economia circolare è attraverso la blockchain.

La blockchain può rendere token ("*tokenizzare*") le risorse naturali, dando loro un'identità digitale unica (simile a una moneta digitale) che le persone possono scambiare. (Trofa, 2021)

In questo modo il valore delle risorse risulterebbe più evidente, facilitando un nuovo sistema di prezzi e scambi di risorse naturali e incentivando le persone ad adottare comportamenti circolari.

La blockchain può essere uno strumento per l'economia circolare, tuttavia la principale criticità consiste nel fatto che il registro distribuito non ha valore senza il controllo del dato.

Il problema, in questo momento, consiste esattamente nell'immissione dei dati: come è possibile essere sicuri che quei dati corrispondano effettivamente alla realtà? L'unico modo sarebbe fidarsi degli agenti che inseriscono i dati, ma ciò andrebbe contro il principio di trustless della blockchain: "*don't trust, verify*"

La trasparenza è la chiave.

Quindi come può essere evitato tutto questo?

Sempre più aziende stanno iniziando a muoversi verso una mentalità più trasparente e sostenibile, spesso attraverso la certificazione della catena di approvvigionamento, assicurandosi che tutte le persone coinvolte sottoscrivano la promessa di rispettare determinati parametri o di utilizzare determinati materiali.

NFT o Non-Fungible Token

Il modo più efficace per mettere in pratica delle reali certificazioni sulle caratteristiche del prodotto, sulla sua storia e origine potrebbe essere attraverso l'utilizzo degli NFT, detti *non-fungible token*.

Essi possono essere considerati come dei certificati di autenticità digitale, unici (*non-fungible*) e associati ad una blockchain, spesso quella di Ethereum.

I vantaggi principali sono i seguenti:

- Permettere una perfetta tracciabilità: è possibile tenere traccia di tutti i trasferimenti di proprietà avvenuti e le modifiche attuate dai precedenti possessori del bene.
- Permettere agli utenti di considerare ogni oggetto riciclato come un prodotto di valore, riducendo così la possibilità di smaltire i prodotti. La maggior parte dei prodotti fisici nell'economia lineare non riporta il processo di produzione e la storia che c'è dietro al prodotto. Tuttavia, se venisse abbinato un articolo a un NFT corrispondente, i consumatori potrebbero accedere alle informazioni necessarie, alle qualità e al processo di produzione.
- Permettere ai consumatori di fornire feedback e di collaborare facilmente con i proprietari delle aziende. Sarebbe, quindi, concreta la possibilità per i consumatori di comunicare direttamente con i proprietari delle aziende per fornire feedback e persino suggerimenti per il miglioramento del prodotto stesso. Questo seguirebbe il modello Web3 del mondo decentralizzato in cui tutti possono contribuire all'innovazione di un prodotto specifico (Buynay, 2021).

Tuttavia alcuni degli svantaggi consistono:

- nel dispendio energetico della blockchain: per quanto riguarda quella di Bitcoin, si stima infatti un consumo pari allo 0,59% del consumo totale di elettricità nel mondo, pari a 125,10 terawattora (TWh). (Franceschet, 2022);
- nelle *gas fees*, ovvero delle commissioni da pagare ai validatori, che in alcuni casi, come quello della blockchain Ethereum, possono superare i 100\$ a transazione.

Capitolo 3 Come l'unione di Blockchain ed Economia Circolare può generare valore: analisi di alcuni casi aziendali

3.1 L'impatto economico della blockchain

Dopo aver chiarito cosa sia la blockchain nel primo capitolo e compreso quale sia il ruolo dell'economia circolare nel secondo capitolo, è ora importante comprendere quale sia il loro impatto economico sia nel breve sia nel medio-lungo termine.

La tecnologia blockchain possiede il potenziale per portare profondi cambiamenti in molti settori economici; tuttavia, l'adozione di tale tecnologia dipende soprattutto da come verrà percepita dall'ambiente politico, dalla classe imprenditoriale (pronta a sfruttare le nuove opportunità di investimento offerte dalla tecnologia) e da un mix adeguato politica-imprenditoriale.

Tra tutti i continenti, sarà probabilmente l'Asia a trarre i maggiori benefici economici dalla tecnologia blockchain. Si stima un incremento del PIL in Cina pari a circa 440 miliardi di dollari, mentre negli Stati Uniti l'aumento del PIL dovrebbe attestarsi intorno a 407 miliardi di dollari. Si stima che anche altri cinque Paesi - Germania, Giappone, Regno Unito, India e Francia - beneficeranno di incrementi del PIL superiori a 50 miliardi di dollari (PWC, 2020). Globalmente si prevede che la blockchain abbia il potenziale per far aumentare il Prodotto Interno Lordo a circa 1700 miliardi di dollari entro il 2030 (PWC, 2020).

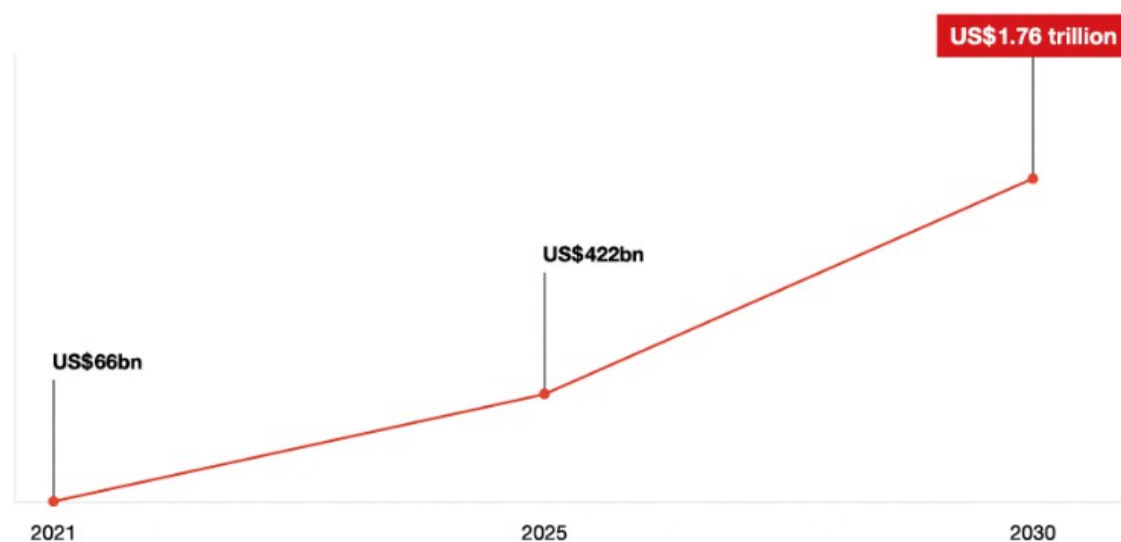


Figura 9 Valore addizionale in termini di PIL dell'adozione della blockchain fino al 2030

I vantaggi per ciascun Paese saranno tuttavia diversi: le economie incentrate sulla produzione, come Cina e Germania, trarrebbero maggiori benefici in termini di tracciabilità dei prodotti, mentre gli Stati Uniti trarrebbero i maggiori vantaggi dalla sua applicazione alla cartolarizzazione e ai pagamenti, nonché all'identità e alle credenziali.

Da questa “rivoluzione digitale” l'economia circolare potrà trarre la maggiore utilità: infatti la creazione, l'estrazione, l'elaborazione e la condivisione dei dati abilitati dalle tecnologie digitali come i sensori, i dispositivi connessi e le piattaforme online porteranno a un uso più intelligente delle risorse.

Fornendo dati sullo stato dei componenti in tempo reale, direttamente su blockchain, i sensori collocati su prodotti forniranno informazioni precise, verificate e in grado di ridurre possibili sprechi di risorse.

A tal proposito, secondo la Ellen MacArthur Foundation, aumentando il riciclo e il riutilizzo in cinque settori - cemento, alluminio, acciaio, plastica e alimenti - si potrebbero ridurre le emissioni in atmosfera di quasi la metà, il che equivarrebbe a eliminare tutto l'inquinamento prodotto dai trasporti.

Affinché il riutilizzo e il riciclaggio siano massimizzati, è fondamentale che le informazioni sui materiali che compongono un prodotto e sul suo utilizzo passino tra i vari partecipanti alla sua catena di fornitura e, dopo la vendita, ai suoi proprietari (MacArthur, s.d.).

3.2 Blockchain e filiera del cibo

La tecnologia blockchain si rivela fondamentale nel settore agroalimentare dato che, grazie ad essa, è possibile “seguire” la materia prima di un prodotto dalla sua nascita, passando ai vari stabilimenti, a come viene trasportata, fino in alcuni casi al magazzino di distribuzione.

La blockchain è contemporaneamente in grado di tracciare, ovvero di seguire il processo e la creazione di un determinato bene, e rintracciare il prodotto, attuando il processo inverso alla tracciabilità, analizzando le informazioni precedentemente acquisite.

Le informazioni vengono associate automaticamente dalla blockchain in codici univoci, applicati ai prodotti, per trasformare le etichette in “etichette intelligenti”, conosciuta meglio con il nome inglese di “*smart label*”.

Come avviene il trasporto delle informazioni al consumatore finale?

Il modo più semplice per inserire il codice unico è attraverso il *QR code* inserito all'interno del packaging di un prodotto, ma non è l'unico.

Oggi, sempre più spesso, vengono usati i *Tag NFC*.

La tecnologia *Near Field Communication (NFC)* può essere utilizzata con la Blockchain come metodo di tracciamento completo dei prodotti. L'*NFC* potrà diventare la “spina dorsale” delle soluzioni anticontraffazione che utilizzano la tecnologia Blockchain nel settore *food and beverage*. Essa, infatti, può fornire un ulteriore livello di sicurezza, garantendo la riservatezza della chiave privata di ogni transazione, necessaria per aggiornare la Blockchain, grazie alla sua memorizzazione su un *tag NFC* crittografato.

Tuttavia, il consumatore di un prodotto deve fidarsi implicitamente del creatore dell’etichetta intelligente e degli altri attori della catena di fornitura che stanno fornendo dati autentici all'interno del tag del prodotto.

3.2.1 Il caso EZ Lab

EZ Lab è una PMI innovativa fondata da Massimo Morbiato, CEO e founder, nel 2014 a Padova.

In 8 anni l’azienda è cresciuta notevolmente realizzando più di 40 progetti e oggi conta 3 sedi: a Padova, in California (US) in Silicon Valley e in Francia a Reims.

Il modello di business è fortemente innovativo: l’intero fatturato proviene esclusivamente da concrete applicazioni della tecnologia blockchain, con progetti gestiti interamente dal team aziendale il quale è spesso a contatto anche con l’Università degli Studi di Padova.

Il fatturato generato si divide dai proventi del settore “*food*”, del settore dell’arte, con il recente sviluppo dell’applicazione ART.CERTO, che permette ad artisti e gallerie d’arte di creare il proprio archivio digitale registrando le opere con la tecnologia blockchain (EZLab, s.d.), dalle certificazioni di passaggi di proprietà, dalla gestione dei pagamenti e dal settore fashion.

L’obiettivo finale di EZ Lab è di poter applicare la tracciabilità e la potenzialità della tecnologia blockchain dapprima nel settore food e successivamente in numerosi altri campi, specialmente in quelli dove è necessario dare “fiducia” alla transazione.

Il progetto “*food*” nasce per considerare l’intera filiera agroalimentare: i dati raccolti iniziano dai fitofarmaci, dall’ubicazione dei terreni coltivati, fino allo stoccaggio, l’imballaggio e la vendita al consumatore finale.

Il potenziale acquirente, infatti, ha la possibilità tramite un codice QR o un *tag NFC* di poter vedere l’intera storia del prodotto, passaggio per passaggio, avendo la certezza che le informazioni fornite sono certificate e rese sicure dalla tecnologia blockchain.

EZ Lab, in collaborazione con E&Y, è stata la prima azienda al mondo a tracciare, attraverso la tecnologia Blockchain, un prodotto agro-alimentare, quello della cantina Volpone: il

potenziale acquirente è in grado di consultare tutte le informazioni raccolte durante il processo di produzione: dal campo di coltivazione allo scaffale del punto di vendita su cui è riposta la merce. La particolarità, ancora una volta, è che tutte le informazioni sono certificate e con la certezza che non siano state manomesse, garantendo così l'origine del prodotto, i valori etici e sociali dell'azienda Placido Volpone.



Figura 10 Applicazione pratica di una etichetta intelligente: Falanghina IGP

EZ Lab è in grado di valorizzare il prodotto in modo tale da renderlo distinguibile all'interno del mercato di riferimento per caratteristiche di trasparenza e tracciabilità.

La tecnologia dell'azienda si chiama *AgriOpenData* ed è interamente basata sulla blockchain e sull'utilizzo di Smart Contracts. Uno "*smart contract*" è semplicemente un programma che opera sulla blockchain di Ethereum. È una raccolta di codice (le sue funzioni) e di dati (il suo stato) che risiede a un indirizzo specifico sulla blockchain di Ethereum.

Gli "*smart contract*" hanno un saldo e possono inviare transazioni sulla rete, con la particolarità che non sono controllati da un utente, ma vengono distribuiti sulla rete ed eseguiti come programmato (Wackerow, 2022). Gli account utente possono quindi interagire con uno *smart contract* inviando transazioni che eseguono una funzione definita in esso. Essi sono in grado di definire regole, come un normale contratto, e applicarle automaticamente tramite il codice. I contratti smart non possono essere cancellati per impostazione predefinita e le interazioni con essi sono irreversibili.

EZ Lab, inoltre, non utilizza solamente una singola blockchain, ma dipende molto dal progetto richiesto: normalmente viene utilizzata quella pubblica di Ethereum (e suoi derivati),

dato che ha una grande diffusione e in questo modo è possibile minimizzare qualsiasi problema legato alla fiducia, tuttavia in alcuni casi risulta più dispendiosa economicamente e più lenta, quindi esiste anche la possibilità che venga usata una blockchain privata.

In aggiunta, l'azienda è proprietaria di una blockchain contenente più di 100 nodi, utilizzata quasi esclusivamente per svolgere esperimenti e ricerca.

Applicazione di *AgriOpenData* in BASF SE

Tra i numerosi progetti conclusi dall'azienda EZ Lab è interessante quello con BASF SE, azienda tedesca leader del settore chimico con un fatturato di oltre €78 mld nel 2021 (BASF, 2022): in collaborazione con EZ Lab e con i produttori di riso Coppo e Garrione, BASF ha lanciato il suo primo progetto blockchain per la produzione di riso in Italia. Il progetto "Riso Chiaro" traccia i dati dal chicco di riso, alla semina e al raccolto, fornendo trasparenza dal coltivatore al consumatore finale.

L'obiettivo principale è quello di contribuire a difendere e promuovere la risicoltura italiana, una vera e propria eccellenza sia in termini di qualità che di quantità, che vede l'Italia come primo produttore europeo con circa il 49% della produzione totale. Gli obiettivi sono il miglioramento della tracciabilità degli alimenti e l'incremento dei ricavi.

Secondo Alberto Ancora - Vicepresidente *Agricultural Solutions South Europe e Head of Division* per l'Italia - questo primo e innovativo progetto di blockchain contribuirà a difendere e valorizzare il riso italiano e chi lo produce. Come parte della filiera, il Paese ha la responsabilità di promuovere nuovi modelli in grado di certificare le buone pratiche di coltivazione, l'origine e la qualità del riso *Made in Italy* (Chicco, 2019).

“Riso Chiaro” raccoglie e trasferisce informazioni sulla coltivazione del riso, compresi i dati associati all'area geografica di produzione, alle varietà piantate, alle estensioni, all'irrigazione, ai programmi di fertilizzazione e di protezione delle colture, tracciando le varie fasi di crescita del cereale.

Ogni fase del processo sarà efficacemente tracciata, introdotta nella rete e conservata in un unico registro condiviso, quello della blockchain di “Riso Chiaro”.

Oltre a incrementare la trasparenza dei processi produttivi, "Riso Chiaro" verifica le fasi critiche della coltivazione e della lavorazione dei cereali e consente di spostare i dati nell'intera filiera, preferibilmente fino al cliente finale.

3.3 Applicazioni attraverso NFT

Le case automobilistiche sono state tra le prime aziende a sperimentare la tecnologia NFT nei loro prodotti, alcune con un obiettivo di marketing, come il caso “*Space Time Memory*” di Lamborghini (Lamborghini, 2022), mentre altre puntando a creare esperienze per i loro fan più fedeli, come il caso Ferrari.

I marchi automobilistici tradizionali si dovrebbero concentrare probabilmente sull'utilità che i certificati NFT potrebbero introdurre nel mercato secondario delle auto.

3.3.1 Il caso Alfa Romeo

Proprio a questo proposito, un chiaro utilizzo della tecnologia appena citata proviene da Alfa Romeo, con l'introduzione del nuovo SUV Tonale.

La novità più importante che riguarda questo modello è stata l'introduzione del concetto di “*blockchain card*”, un registro digitale secretato e non modificabile sul quale vengono riportate le principali informazioni sulla singola vettura. La tecnologia NFT, in base alla selezione del cliente, riporterà i dati sulla vita della vettura a partire dalla manutenzione eseguita, dai chilometri percorsi e dagli eventuali incidenti subiti (Pini, 2022).

Il nuovo SUV Tonale 2023 sarà il primo veicolo del settore a incorporare la tecnologia NFT e blockchain, secondo la casa automobilistica italiana. Ogni SUV Tonale sarà collegato a un “token non rimovibile” in grado di verificare i dati del veicolo sulla blockchain. Francesco Calcara, Responsabile Marketing e Comunicazione Globale di Alfa Romeo, ha spiegato:

“La digitalizzazione è un fattore chiave della nostra metamorfosi. [...] La Tonale è la prima auto in assoluto ad avere un “gettone” non rimovibile basato sulla tecnologia blockchain. Gli NFT si basano sulla stessa logica informativa che protegge il Bitcoin, memorizzando tutti i dati sulla blockchain” (Calcara, 2022)

I vantaggi diventeranno evidenti al momento della rivendita. Questo perché l'NFT genera un certificato che può essere utilizzato per dimostrare che l'auto è stata sottoposta a una manutenzione adeguata. Questo potrebbe avere un effetto positivo sul valore di rivendita.

Come funziona il processo di certificazione?

Quando ha luogo un evento che prevede la registrazione nella blockchain, ad esempio un tagliando di manutenzione, viene generato un blocco di dati per il singolo esemplare dell'auto, che viene trasmesso alla rete dei server, ovvero i nodi che dialogano tra di loro con un protocollo *P2P*.

Il blocco inviato viene codificato con una serie di algoritmi di crittografia e se tutti i nodi concordano sulla correttezza dei dati, esso viene aggiunto alla catena (blockchain) in modo inalterabile e permanente.

A quel punto l’NFT dell’auto viene aggiornato (Bellati, 2022).

Il certificato NFT dell’Alfa Romeo è solo la punta dell’iceberg e la maggior parte degli altri produttori sta probabilmente mantenendo segreti i propri piani.

Le principali case automobilistiche non tarderanno, infatti, a fornire assieme ai nuovi modelli anche un certificato NFT annesso, garantendo ancora una volta maggiore trasparenza e sostenibilità del prodotto, migliorando anche l’esperienza dell’acquirente.

3.4 Blockchain e moda

La sempre più grande attenzione dei consumatori verso un acquisto consapevole e sostenibile di prodotti d’abbigliamento ha portato le grandi imprese della moda, soprattutto del lusso, ad adottare soluzioni innovative.

Una delle più interessanti consiste nell’utilizzo della tecnologia blockchain al fine di comunicare la tracciabilità del prodotto e le modalità di approvvigionamento etico.

Inoltre, la protezione dell’autenticità del marchio assume ogni giorno sempre più importanza all’interno delle aziende: quando i prodotti di un marchio di moda vengono contraffatti, la reputazione costruita sull’artigianato, l’origine e la qualità viene inevitabilmente intaccata.

I marchi leader devono trovare nuovi modi per rassicurare i clienti che stanno acquistando l’articolo autentico.

La nuova tendenza digitale ad utilizzare la blockchain è emersa come un modo per aiutare i marchi di abbigliamento a contrastare le minacce di contraffazione, a dimostrare le loro credenziali sostenibili ed etiche e a differenziarsi in un mercato competitivo: creando un’identità digitale unica per ogni prodotto - un NFT - il suo percorso di vita può essere tracciato sulla blockchain immutabile, dalle materie prime alla progettazione e alla vendita, fino alla rivendita e al riciclaggio, a seconda delle esigenze del marchio, garantendo un doppio vantaggio per l’azienda produttrice e per il consumatore.

La Blockchain è la soluzione al problema espresso, dato che è in grado di collegare la catena di fornitura dell’abbigliamento con un flusso di dati in tempo reale, sostituendo i dati frammentati con un unico registro immutabile, visibile a tutte le parti interessate: in questo modo i rivenditori potranno costruire catene di fornitura più incentrate sul cliente, dando priorità all’autenticazione e alla fiducia.

3.4.1 Il caso Kering S.A.

Tra le numerose aziende che hanno implementato dei sistemi di tracciabilità e trasparenza attraverso la tecnologia blockchain, il caso Kering è il più emblematico.

Kering S.A. è una multinazionale, di origine francese, specializzata in prodotti di lusso. Tra i vari marchi detiene Gucci, Yves Saint Laurent, Bottega Veneta, Balenciaga, Alexander McQueen. Nel 2021 ha generato un fatturato di oltre € 17,5 mld (Kering, 2022).

Da sempre attento alle tematiche ambientali, il gruppo francese ha recentemente lanciato una sua piattaforma blockchain per tracciare l'impatto ambientale delle operazioni di produzione degli occhiali nella propria catena di fornitura e in quella dei suoi partner.

La piattaforma si chiama V.I.R.T.U.S, acronimo di *Verified, Integrated, Reliable, Trustworthy, Unique and Secure data exchange* (scambio di dati verificato, integrato, affidabile, unico e sicuro) e utilizza la tecnologia blockchain per valutare e tracciare l'impatto ambientale della produzione dei suoi prodotti di occhialeria per marchi come Gucci, Balenciaga e Chloé.

La nuova struttura di governance, inserita all'interno del già innovativo modello di business di Kering Eyewear, rappresenta un caso di rilevanza storica nel settore in cui un'azienda del lusso implementa uno strumento proprietario per garantire la mappatura verticale e il controllo della propria catena del valore attraverso un'organizzazione estremamente capillare e articolata; un ecosistema allargato composto da oltre 20 fornitori chiave che, a loro volta, lavorano con un gran numero di appaltatori e subappaltatori distribuiti in Italia e all'estero (Kering, 2021).

Il progetto si allinea ai più ampi obiettivi di sostenibilità del gruppo e promuove una "rete in cui ogni attore sarà parte del cambiamento positivo, lavorando in modo più stretto e trasparente sotto una visione condivisa di fiducia e rispetto", ha dichiarato Kering Eyewear.

I dati saranno caricati sul registro centralizzato e distribuito della blockchain, consentendo di ottenere una panoramica esatta, completa e affidabile del percorso del prodotto attraverso catene di fornitura spesso frammentate, a partire dall'origine delle materie prime e dei componenti, fino alla lavorazione, all'assemblaggio finale e alle relative certificazioni.

Attraverso V.I.R.T.U.S. l'azienda si avvicina all'obiettivo del 2025 di una tracciabilità al 100% dei suoi materiali chiave.

Kering Eyewear ha inoltre utilizzato la piattaforma blockchain come punto di partenza per sviluppare soluzioni avanzate per il flusso di lavoro in tempo reale in tutte le diverse aziende, consentendo a ogni partner coinvolto di avere piena visibilità del proprio contributo. Dal suo lancio pilota nel 2018, il progetto conta ora 16 partner coinvolti e si propone l'espansione lungo l'intera catena di fornitura di Kering Eyewear a partire dal 2022.

I dati forniranno una tracciabilità completa di un bene fabbricato, seguendo il ciclo di vita del prodotto dalle sue origini all'assemblaggio finale e al completamento (Douglass, 2021).

Inoltre, il gruppo francese non solo è interessato a tracciare i prodotti attraverso la tecnologia blockchain, ma è stato uno dei primi investitori in una soluzione che rispettasse i principi dell'economia circolare, in grado di separare i polimeri di poliestere e la cellulosa dai tessuti non riutilizzabili del cotone, per poterli filare nuovamente in nuove fibre.

3.4.2 Il caso del Consorzio Aura Blockchain

L' *Aura Blockchain Consortium*, Consorzio Aura Blockchain, è un'organizzazione senza scopo di lucro con sede in Svizzera, a Ginevra, fondata nell'aprile 2021 da LVMH, Prada Group e Cartier, parte di Richemont, basata sulla tecnologia blockchain Ethereum e che utilizza il software di *cloud computing* Microsoft Azure. Insieme al Gruppo OTB, che ha aderito nell'ottobre 2021, e a Mercedes-Benz nel maggio 2022, ha l'obiettivo di sviluppare le applicazioni della tecnologia blockchain ed elevare gli standard del lusso (AuraBlockchain, s.d.).

Il partner fondamentale per lo sviluppo della blockchain è ConsenSys, azienda blockchain dedicata alla trasformazione trasparente e sostenibile dell'architettura digitale dell'internet.

Il team di ConsenSys ha contribuito alla progettazione e allo sviluppo degli *smart contract* di tracciabilità, basati sugli standard NFT *ERC-721*, ovvero un particolare tipo di *smart contract* in grado di fornire funzionalità come il trasferimento di token da un conto a un altro, l'ottenimento del saldo corrente dei token di un conto, il proprietario di uno specifico token e l'offerta totale del token disponibile sulla rete. Oltre a queste, ha anche altre funzionalità, come quella di approvare che una quantità di token da un conto possa essere spostata da un conto di terzi. La sua particolarità è che, mentre la maggior parte dei token sono fungibili (ogni token è uguale a tutti gli altri), i token *ERC-721* sono tutti unici (Richards, 2022).

Dopo circa un anno, il consorzio Aura Blockchain può contare su più di 15 milioni di token digitali sulla propria piattaforma blockchain privata ma aperta anche ad altre aziende, la quale offre una tracciabilità di tutte le operazioni aziendali quotidiane, tra cui: catena di approvvigionamento, servizio clienti, marketing, produzione, sostenibilità, acquisti, logistica e legale (Cougot, 2022).

Il Consorzio Aura Blockchain è in grado di:

- certificare: la tecnologia blockchain consente ai clienti del lusso di autenticare direttamente i prodotti di lusso, fornendo risposte alle loro nuove aspettative di

informazioni aggiuntive, servizi e trasparenza sull'origine delle materie prime, sul savoir-faire della produzione e sul trasferimento dei certificati di proprietà.

- connettere: essa consente ai marchi del lusso di rafforzare il rapporto personale con i propri clienti in una nuova esperienza digitale sicura in cui questi ultimi possono facilmente utilizzare i loro prodotti virtuali e avere accesso diretto alla migliore qualità del servizio.
- dare sicurezza: la blockchain copre l'intero ciclo di vita della produzione e del consumo del lusso. L'insieme di soluzioni tecnologiche integrate garantisce la circolarità delle informazioni, la proprietà dei dati e la privacy.

Organizzazione o consorzio	Descrizione del progetto e tipo di blockchain	Applicazioni blockchain-economia circolare
1. AgriOpenData	Trattasi della tecnologia blockchain in mano all'azienda EZ Lab. L'obiettivo è di poter applicare la tracciabilità e la potenzialità della tecnologia blockchain dapprima nel settore food e successivamente in numerosi altri campi, specialmente in quelli dove è necessario dare "fiducia" alla transazione. Numerose blockchain a seconda dell'esigenza: Ethereum, Polygon, privata	Potendo certificare l'intera filiera alimentare, sarà possibile ridurre gli sprechi alimentari che avvengono durante il processo dalla materia prima al prodotto nello scaffale e l'eventuale contraffazione dei prodotti dato che sono garantiti dalla blockchain.
2. Alfa Romeo blockchain	Attraverso l'utilizzo di particolari token, NFT, Alfa Romeo è in grado di tracciare l'intero ciclo di vita del modello Tonale, fornendo informazioni veritiere e verificabili in tempo reale su tecnologia blockchain. Blockchain privata/proprietaria	L'effetto positivo si verifica al momento della rivendita: il futuro acquirente, grazie all'NFT, sarà maggiormente incentivato ad acquistare l'auto usata, evitando un ulteriore spreco di risorse e allungando il ciclo di vita del prodotto.

3. V.I.R.T.U.S.	<p>Il gruppo Kering ha creato una piattaforma di scambio dati verificata, integrata, affidabile, unica e sicura, costruita sulla tecnologia blockchain come elemento chiave per la valutazione e la tracciabilità di tutte le operazioni coinvolte nel sistema di produzione. Blockchain privata/proprietaria</p>	<p>Attraverso <i>V.I.R.T.U.S.</i> l'azienda ha l'obiettivo di garantire una tracciabilità al 100% dei suoi materiali chiave. In questo modo è possibile aumentare l'efficienza nell'uso delle materie prime e contemporaneamente vendere il prodotto come un servizio di "fiducia".</p>
4. Aura Blockchain Consortium	<p>LVMH in collaborazione con ConsenSys e Microsoft Azure per formare il consorzio AURA, con l'obiettivo di promuovere l'adozione della tecnologia blockchain nel settore del lusso, per verificare la tracciabilità e autenticità dei prodotti. Blockchain Ethereum con utilizzo di contratti <i>ERC-721</i></p>	<p>AURA mira a dimostrare l'autenticità ai clienti e a tracciare i prodotti certificando i processi dall'origine delle materie prime fino al punto di vendita, riducendo lo spreco delle materie prime e ottenendo un allungamento del ciclo di vita del prodotto.</p>

Tabella 1. Tabella riassuntiva delle applicazioni blockchain di rilievo nel settore food, automobilistico e dell'abbigliamento.

Conclusione Il futuro della blockchain e dell'economia circolare

C'è una crescente consapevolezza che la tecnologia blockchain porterà un cambiamento radicale nella maggior parte dei settori, sia nel privato che nel pubblico: sarà un elemento chiave per la condivisione dei dati tra più aziende e nel prossimo futuro sarà parte integrante dell'infrastruttura IT delle aziende.

La blockchain lavorerà in armonia con i sistemi IT esistenti e sarà collegata alle piattaforme ERP al fine di razionalizzare i processi, automatizzare le transazioni utilizzando contratti intelligenti ed eliminare gli intermediari con gli ulteriori vantaggi di tempi di esecuzione rapidi, maggiore sicurezza e costi ridotti.

L'elemento rivoluzionario di questa tecnologia risiede nella possibilità di fornire il livello di fiducia e trasparenza necessari per consentire numerosi tipi di transazioni, senza necessità di un intermediario.

La blockchain, inoltre, troverà sempre più spazio nell'ambito dell'economia circolare, come ampiamente trattato nel secondo capitolo: il consumatore, infatti, è sempre più spesso alla ricerca di prodotti che oltre ad essere sostenibili siano certificati e abbiano una “storia da raccontare”.

In questo modo la possibilità di abbattere i fenomeni di *greenwashing*, ovvero la pratica di commercializzare un'azienda o un'organizzazione in modo che appaia più rispettosa dell'ambiente o più ecologica di quello che sia realmente, di contraffazione, in particolare per i marchi di lusso, e di “*italian sounding*”, per tutti i prodotti *made in Italy* esportati all'estero, potrà diventare realtà.

Le difficoltà saranno numerose, ma il connubio tra blockchain ed economia circolare sarà in grado di fornire delle soluzioni concrete ai problemi appena descritti.

Bibliografia

Anon., 2020. *Bitmain Antminer S19 Pro (110Th)*. [Online]
Available at: <https://www.asicminervalue.com/miners/bitmain/antminer-s19-pro-110th>
[Consultato il giorno 15 Aprile 2022].

Anon., 2021. *Everything you need to know about the EU's upcoming Sustainable Product Initiative*. [Online]
Available at: <https://www.ohanapublicaffairs.eu/en/2021/04/27/everything-you-need-to-know-about-the-eus-upcoming-sustainable-product-initiative/>
[Consultato il giorno 18 Maggio 2022].

Anon., s.d. *Blockchain explorer*. [Online]
Available at: <https://blockchain.coinmarketcap.com/>

Anon., s.d. *Earth Overshoot Day*. [Online]
Available at: <https://www.footprintnetwork.org/our-work/earth-overshoot-day/>
[Consultato il giorno 20 Maggio 2022].

AuraBlockchain, C., s.d. *Luxury groups and brands together for a greater good*. [Online]
Available at: <https://auraluxuryblockchain.com/about>
[Consultato il giorno 10 Giugno 2022].

Barneveld, J. v., 2016. *Regulatory barriers for the Circular Economy*. [Online]
Available at: <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/19742>
[Consultato il giorno 20 Maggio 2022].

BASF, 2022. *Quarterly Statement Q1 2022*. [Online]
Available at: <https://www.basf.com/global/en/investors.html>
[Consultato il giorno 30 Maggio 2022].

Bellati, C., 2022. *Con il lancio della nuova Alfa Romeo Tonale è salita alla ribalta una nuova sigla che i più non conoscono: NFT (Non Fungible Token)*. [Online]
Available at: <https://www.automoto.it/news/ecco-come-funziona-un-nft-alfa-romeo-tonale-compresa.html>
[Consultato il giorno 16 Maggio 2022].

Binance, 2021. *Cos'è l'Hashing?*. [Online]
Available at: <https://academy.binance.com/it/articles/what-is-hashing>
[Consultato il giorno 5 Aprile 2022].

BitpandaAcademy, s.d. *Che cos'è un nodo Bitcoin?*. [Online]
Available at: <https://www.bitpanda.com/academy/it/lezioni/che-cos-e-un-nodo-bitcoin/>
[Consultato il giorno 2 Aprile 2022].

Boiardi, L., 2022. *BITCOIN e CRIPTOVALUTE: Cosa sono e come funzionano? | Spiegato SEMPLICE | Corso BASE di Crypto Ep.1.* s.l.:s.n.

Boiardi, L., 2022. *BLOCKCHAIN: COS'È E COME FUNZIONA spiegata SEMPLICE con esempi PRATICI | Corso BASE di Crypto Ep. 2.* s.l.:s.n.

Buynay, J. V., 2021. *How Real Items NFTs Contribute Toward a Circular Economy.*
[Online]
Available at: <https://realitems.shop/blogs/news/how-real-items-nfts-contribute-towards-a-circular-economy>

[Consultato il giorno 18 Maggio 2022].

Calcara, F., 2022. *Nuova Alfa Romeo Tonale* [Intervista] (08 Febbraio 2022).

Capaccioli, G., 2019. *Come nasce la Blockchain.* [Online]
Available at: <https://affidaty.io/blog/it/2019/04/come-nasce-la-blockchain/>
[Consultato il giorno 20 Aprile 2022].

Chicco, M., 2019. *Basf investe su internet of things e blockchain per campi più fertili.*
[Online]
[Consultato il giorno 30 Maggio 2022].

Commissione europea, 2020. *Waste shipments – revision of EU rules.* [Online]
Available at: https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/7567584-Waste-shipments-revision-of-EU-rules_en
[Consultato il giorno 16 Maggio 2022].

Commissione mondiale su Ambiente e Sviluppo, ONU, 1987. *Rapporto Bruntland.* s.l., s.n.

Cougot, H., 2022. *LVMH: Aura Blockchain Consortium launches Aura SAAS for luxury brands.* [Online]
Available at: <https://luxus-plus.com/en/lvmh-aura-blockchain-consortium-launches-aura-saas-for-luxury-brands/>
[Consultato il giorno 12 Giugno 2022].

Decreto Legislativo 3 settembre 2020, n. 116 (s.d.).

Department of Economic and social affairs, s.d. *World population projected to reach 9.8 billion in 2050, and 11.2 billion in 2100.* [Online]
Available at: <https://www.un.org/en/desa/world-population-projected-reach-98-billion-2050-and-112-billion-2100#:~:text=COVID%2D19-,World%20population%20projected%20to>

%20reach%209.8%20billion%20in%202050%2C%20and,Nations%20report%20being%20launched%20today.

[Consultato il giorno 18 Maggio 2022].

Didier Bourguignon, M. R. S., 2016. *Strategy for secondary raw materials*. [Online]
Available at: <https://www.europarl.europa.eu/legislative-train/theme-new-boost-for-jobs-growth-and-investment/file-strategy-for-secondary-raw-materials#:~:text=%27Secondary%20raw%20materials%27%20are%20recycled,or%20alongside%20virgin%20raw%20materials>

[Consultato il giorno 20 Maggio 2022].

Douglass, R., 2021. *Kering Eyewear launches sustainability blockchain platform*. [Online]
Available at: <https://fashionunited.uk/news/business/kering-eyewear-launches-sustainability-blockchain-platform/2021112559586>

[Consultato il giorno 2 Giugno 2022].

Ellen MacArthur Foundation, 2013. *Circulate products and material*. [Online]
Available at: <https://ellenmacarthurfoundation.org/circulate-products-and-materials>
[Consultato il giorno 07 Maggio 2022].

Ellen MacArthur Foundation, 2013. *Eliminate waste and pollution*. [Online]
Available at: <https://ellenmacarthurfoundation.org/eliminate-waste-and-pollution>
[Consultato il giorno 07 Maggio 2022].

Ellen MacArthur Foundation, 2013. *Regenerate nature*. [Online]
Available at: <https://ellenmacarthurfoundation.org/regenerate-nature>
[Consultato il giorno 07 Maggio 2022].

Ellen MacArthur Foundation, 2016. *New Plastics Economy - Background to Key Statistics 19-02-2016 v2.pdf*. [Online]
Available at: <https://emf.thirdlight.com/link/f668rdcezflu-oxunnl/@/preview/1?o>
[Consultato il giorno 16 Maggio 2022].

Europarlamento, 2015. *Economia circolare: definizione, importanza e vantaggi*. [Online]
Available at: <https://www.europarl.europa.eu/news/it/headlines/economy/20151201STO05603/economia-circolare-definizione-importanza-e-vantaggi>

[Consultato il giorno 06 Maggio 2022].

European commission, 2020. *Changing how we produce and consume: New Circular Economy Action Plan shows the way to a climate-neutral, competitive economy of*

empowered consumers. [Online]
Available at: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_20_420
[Consultato il giorno 14 Maggio 2022].

Eurostat, 2022. *Produzione rifiuti in aumento nella Ue, meno discarica e più riciclo, dati* Eurostat. [Online]
Available at: <https://www.fondazionevilupposostenibile.org/dati-produzione-di-rifiuti-urbani-in-europa/#:~:text=Ogni%20cittadino%20europeo%20ha%20prodotto,%20C7%25%20rispetto%20al%202005>
[Consultato il giorno 14 Maggio 2022].

EZLab, s.d. *EZ Lab Blockchain Solutions.* [Online]
Available at: <https://www.linkedin.com/company/ezlab-blockchain-solutions/?originalSubdomain=it>
[Consultato il giorno 25 Maggio 2022].

Franceschet, M., 2022. *Blockchain: quanto pesa il consumo di energia.* [Online]
Available at: [https://www.lavoce.info/archives/93103/blockchain-quanto-pesa-il-consumo-di-energia/#:~:text=Secondo%20il%20Cbeci%2C%20oggi%20\(8,terawatt%20Dore%20\(TWh\).](https://www.lavoce.info/archives/93103/blockchain-quanto-pesa-il-consumo-di-energia/#:~:text=Secondo%20il%20Cbeci%2C%20oggi%20(8,terawatt%20Dore%20(TWh).)
[Consultato il giorno 21 Maggio 2022].

Future Learn, s.d. *The three pillars of sustainability.* [Online]
Available at: <https://www.futurelearn.com/info/courses/sustainability-society-and-you/0/steps/4618>
[Consultato il giorno 10 Maggio 2022].

Hannah Ritchie, M. R., 2019. *Plastic Pollution.* [Online]
Available at: <https://ourworldindata.org/plastic-pollution>
[Consultato il giorno 22 Maggio 2022].

Hayes, A., 2022. *Blockchain explained.* [Online]
Available at: <https://www.investopedia.com/terms/b/blockchain.asp#toc-transparency>
[Consultato il giorno 10 Aprile 2022].

Kering, 2022. *2021 Full-year results.* [Online]
Available at: <https://www.kering.com/it/finance/>
[Consultato il giorno 24 Maggio 2022].

Kering, E., 2021. *Kering Eyewear launches the Blockchain-based "V.I.R.T.U.S." Project.* [Online]
Available at: <https://keringeyewear.com/newsroom/news/16065>
[Consultato il giorno 1 Giugno 2022].

Lamborghini, 2022. *SPACE TIME MEMORY: LAMBORGHINI'S FIRST NFT IS HERE*.

[Online]

Available at: <https://www.lamborghini.com/en-en/news/space-time-memory-lamborghinis-first-nft-is-here>

[Consultato il giorno 15 Maggio 2022].

Lamport, L. & S. R. & P. M., 2002. *The Byzantine Generals*. [Online].

MacArthur, E., s.d. *Completing the picture: How the circular economy tackles climate change*. [Online]

[Consultato il giorno 1 Giugno 2022].

Merlo, F., 2014. *Università Ca'Foscari*. [Online]

Available at: <http://dspace.unive.it/bitstream/handle/10579/5269/845475-1184495.pdf?sequence=2>

Nakamoto, S., 2008. *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*. [Online]

Available at: https://www.ussc.gov/sites/default/files/pdf/training/annual-national-training-seminar/2018/Emerging_Tech_Bitcoin_Crypto.pdf

[Consultato il giorno 23 Aprile 2022].

OECD, 2022. *Plastic pollution is growing relentlessly as waste management and recycling fall short, says OECD*. [Online]

Available at: <https://www.oecd.org/environment/plastic-pollution-is-growing-relentlessly-as-waste-management-and-recycling-fall-short.htm>

[Consultato il giorno 18 Maggio 2022].

OECD, 2022. *Plastic pollution is growing relentlessly as waste management and recycling fall short, says OECD*. [Online]

Available at: <https://www.oecd.org/environment/plastic-pollution-is-growing-relentlessly-as-waste-management-and-recycling-fall-short.htm>

[Consultato il giorno 20 Maggio 2022].

Pierri, M. D., s.d. *Materie prime seconde*. [Online]

Available at: <https://economiecircolare.com/glossario/materie-prime-seconde/>

[Consultato il giorno 15 Maggio 2022].

Pini, S., 2022. *Alfa Romeo Tonale, ecco perché NFT aumentano il valore residuo*.

[Online]

Available at: https://www.ilsole24ore.com/art/alfa-romeo-tonale-ecco-perche-nft-aumentano-valore-residuo-AEXPjBEB?refresh_ce=1

[Consultato il giorno 15 Maggio 2022].

PWC, 2020. *Blockchain technologies could boost the global economy US\$1.76 trillion by 2030 through raising levels of tracking, tracing and trust.* [Online]
[Consultato il giorno 2022 Maggio 18].

PWC, 2020. *Time for trust: How blockchain will transform business and the economy.* [Online]
[Consultato il giorno 22 Maggio 2022].

Richards, S., 2022. *ERC-721 NON-FUNGIBLE TOKEN STANDARD.* [Online]
Available at: <https://ethereum.org/en/developers/docs/standards/tokens/erc-721/>
[Consultato il giorno 10 Giugno 2022].

Rojas, L. D., 2019. *Why Integrating ERP Systems into Blockchain Is a Great Idea?* [Online]
Available at: <https://eoscostarica.medium.com/why-integrating-erp-systems-into-blockchain-is-a-great-idea-e384b298a4a8>
[Consultato il giorno 25 Aprile 2022].

Schofield, M., 2016. *How blockchain technology could improve the tax system.* [Online]
Available at: <https://www.pwc.co.uk/issues/futuretax/assets/documents/how-blockchain-could-improve-the-tax-system.pdf>
[Consultato il giorno 21 Aprile 2022].

Trofa, F. L., 2021. *Cos'è la Blockchain, come funziona, gli esempi, le applicazioni e le potenzialità.* [Online]
Available at: <https://tech4future.info/blockchain-cose-esempi-applicazioni/>
[Consultato il giorno 18 Maggio 2022].

Troy, S., s.d. *distributed ledger technology (DLT).* [Online]
Available at: [https://www.techtarget.com/searchcio/definizione/distributed-ledger#:~:text=Distributed%20ledger%20technology%20\(DLT\)%20is,data%20store%20or%20administration%20functionality](https://www.techtarget.com/searchcio/definizione/distributed-ledger#:~:text=Distributed%20ledger%20technology%20(DLT)%20is,data%20store%20or%20administration%20functionality)
[Consultato il giorno 16 Aprile 2022].

Valsecchi, V., 2018. *La classificazione delle Blockchain: pubbliche, autorizzate e private.* [Online]
Available at: <https://www.spindox.it/it/blog/la-classificazione-delle-blockchain/#gref>
[Consultato il giorno 2022 Aprile 8].

Wackerow, P., 2022. *Introduzione agli smart contract.* [Online]
Available at: <https://ethereum.org/it/developers/docs/smart-contracts/>
[Consultato il giorno 28 Maggio 2022].

