



**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA**

**DIPARTIMENTO DI SCIENZE ECONOMICHE ED AZIENDALI  
"M. FANNO"**

**CORSO DI LAUREA IN ECONOMIA**

**PROVA FINALE  
INNOVAZIONE E TECNOLOGIE 4.0: SFIDE E OPPORTUNITÀ PER  
UNO SVILUPPO SOSTENIBILE**

**RELATORE:**

**CH.MO/A PROF./SSA IVAN DE NONI**

**LAUREANDO/A: MARCO BETTIOL**

**MATRICOLA N. 1216467**

**ANNO ACCADEMICO 2022 –2023**

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) .....

## Indice:

• Introduzione	1
• Capitolo 1 – SDG e Innovazioni	3
1.1 SDG	3
1.2 Situazione attuale del nostro pianeta e della nostra società	5
1.3 Innovazioni industriali sostenibili	7
• Capitolo 2 – Industria 4.0	11
2.1. Quarta rivoluzione industriale	11
2.2 Industria 4.0 e sostenibilità	14
2.3 Circular economy-Industria 4.0 e SDGs	16
2.4 Gestione dei rifiuti: caso studio Indonesia	21
• Capitolo 3 – Casi studio	27
3.1 Gasparini Industries S.r.l.	27
3.2 Meneghin S.r.l.	35
• Conclusione	39
• Riferimenti bibliografici	
• Sitografia	



## INTRODUZIONE

Il nostro pianeta sta vivendo una fase critica, caratterizzata dalla presenza di numerosi ostacoli e sfide che coinvolgono tutte le forme di vita presenti sulla Terra.

La popolazione mondiale sta crescendo in maniera senza precedenti, con necessità di energia e cibo che aumentano in modo esponenziale e che sono difficili da prevedere. Tuttavia, le strategie adottate per far fronte a tali necessità sono ormai obsolete e richiedono un ripensamento e un'innovazione sostenibile e rispettosa dell'equilibrio ecologico del nostro pianeta, che è sempre più precario. L'intero processo produttivo consuma risorse a un ritmo tale da pregiudicare la disponibilità di risorse per il futuro e la capacità produttiva a lungo termine. “Per salvaguardare il domani è fondamentale quindi porre attenzione al corretto utilizzo ed impiego di quanto disponiamo oggi.” (Roegen, 1967).<sup>1</sup>

L'innovazione tecnologica è sempre stata una forza trainante per lo sviluppo economico e sociale delle società umane. Tuttavia, negli ultimi anni, si è sviluppata una crescente consapevolezza dell'impatto ambientale delle attività umane e della necessità di una transizione verso uno sviluppo sostenibile. In questo contesto, il rapporto tra innovazione e sostenibilità è diventato sempre più importante, poiché l'innovazione tecnologica può essere un mezzo per raggiungere gli obiettivi di sostenibilità.

Il presente elaborato si concentra sull'analisi del rapporto tra innovazione e sostenibilità. L'obiettivo principale è quello di esaminare come l'innovazione tecnologica può contribuire a promuovere uno sviluppo sostenibile in questi settori, identificando le principali sfide e opportunità.

Nella prima parte della tesi, verranno analizzati i principali concetti di innovazione e degli obiettivi di sviluppo sostenibili, fornendo una panoramica delle definizioni e dei principali approcci teorici. Verranno inoltre esaminate le principali sfide ambientali e sociali attuali.

Nella seconda parte, verrà esaminata la principale opportunità di innovazione presa in considerazione, ossia Industria 4.0 e come questa rivoluzione può avere un impatto così importante sulla sostenibilità aziendale, introducendo degli esempi e delle specifiche tecniche.

Nella terza e ultima parte della tesi, verranno analizzati due casi studio di due aziende trevigiane molto importanti nei propri settori di appartenenza: Gasparini Industries S.r.l., azienda metalmeccanica che produce pressa piegatrici idrauliche e cesoie e Meneghin S.r.l., azienda leader nel mercato mondiale per la progettazione, la costruzione e il montaggio di impianti completi per l'allevamento intensivo e professionale di conigli.

In conclusione, la presente tesi rappresenta un contributo alla comprensione del rapporto tra innovazione e sostenibilità, offrendo una visione critica delle opportunità e delle sfide per promuovere uno sviluppo sostenibile.

Offre inoltre raccomandazioni pratiche per promuovere l'innovazione sostenibile e raggiungere gli obiettivi di sostenibilità a livello globale.



## CAPITOLO 1 – SDGs E INNOVAZIONI

### 1.1 SDG

Gli SDG (Sustainable Development Goals) sono una serie di 17 obiettivi e 169 traguardi stabiliti dalle Nazioni Unite nel 2015 con l'obiettivo di creare un futuro più sostenibile per tutti. Questi obiettivi sono comunemente chiamati Agenda 2030, nome derivante dal titolo del documento ufficiale "Trasformare il nostro mondo".

La finalità degli SDG è quella di fornire una guida globale per affrontare le sfide più pressanti del nostro tempo e raggiungere uno sviluppo sostenibile economicamente, socialmente ed ecologicamente, migliorando la qualità della vita delle persone e la salute del pianeta.

L'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile sottolinea l'importanza della relazione tra il benessere dell'umanità, la salute dei sistemi naturali e le sfide globali che ogni paese deve affrontare. Gli obiettivi di sviluppo sostenibile affrontano una vasta gamma di problemi economici e sociali, come la povertà, la fame, il diritto alla salute e all'istruzione, l'accesso all'acqua e all'energia, l'occupazione, una crescita economica inclusiva e sostenibile, il cambiamento climatico e la protezione dell'ambiente, l'urbanizzazione, i modelli di produzione e di consumo, l'uguaglianza sociale e di genere, la giustizia e la pace.



Focalizzeremo la nostra attenzione sugli obiettivi d'impresa, che saranno raggiunti grazie a rivoluzionarie innovazioni in diverse aree. Queste innovazioni dirompenti sono indispensabili per affrontare le grandi sfide del nostro tempo, le quali hanno un impatto significativo sulla popolazione, l'economia, il pianeta e la pace, come descritto nei Global Goals delle Nazioni Unite.

La pubblicazione di una tabella di marcia completa ed estesa di obiettivi e indicatori alla base degli obiettivi di sviluppo sostenibile (SDG) nel 2015 è stata una pietra miliare per allineare non solo i paesi in via di sviluppo ma anche quelli sviluppati sulla via dello sviluppo sostenibile. (Assemblea generale delle Nazioni Unite, 2015).<sup>2</sup>

Gli SDGs hanno fissato l'agenda 2030 per trasformare il mondo garantendo, contemporaneamente, il benessere umano, la prosperità economica e la protezione dell'ambiente.

Questa direttiva fornisce le istruzioni per affrontare il problema dello sviluppo insostenibile, che è stato oggetto di attenzione per lungo tempo (ad esempio, durante le conferenze ONU di Stoccolma nel 1972, Rio de Janeiro nel 1992 e Johannesburg nel 2002), ma per il quale non erano ancora state fornite indicazioni chiare e scadenze precise per la loro attuazione.

L'obiettivo dell'agenda delle Nazioni Unite per lo sviluppo sostenibile, come anticipato prima, è quello di “trasformare il mondo”, è un piano d'azione per le persone, il pianeta e la prosperità. Per quanto concerne le persone, l'organizzazione si impegna con determinazione a porre fine alla povertà e alla fame, in tutte le loro forme e dimensioni, e a garantire che ciascun individuo possa realizzare le proprie potenzialità in un contesto di dignità e uguaglianza, all'interno di un ambiente salubre.

Per quanto riguarda il pianeta, l'obiettivo è quello di proteggerlo dal degrado, attraverso un consumo e una produzione sostenibile, la gestione razionale delle risorse naturali, nonché l'assunzione di immediate misure per affrontare il cambiamento climatico, al fine di assicurare che ogni essere umano possa godere di una vita felice e soddisfacente, mentre il progresso economico, sociale e tecnologico procede in armonia con la natura.

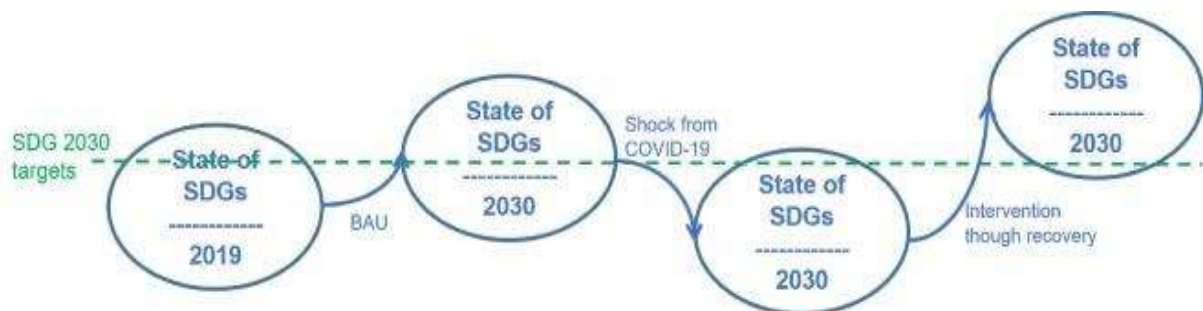
Di conseguenza, l'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile richiede che tutti i paesi adottino misure ambiziose per migliorare la giustizia sociale, lo stato dell'ambiente e la sostenibilità economica – nazionale e internazionale: propone 17 obiettivi con lo scopo di assicurare che la generazione futura abbia opportunità per una vita sostenibile.



## 1.2 LA SITUAZIONE ATTUALE DEL NOSTRO PIANETA E DELLA NOSTRA SOCIETÀ.

Il nostro Paese ha un punteggio inferiore alla media in diversi obiettivi di sviluppo sostenibile, come la lotta alla povertà (goal 1), secondo i dati ISTAT l'indice di povertà assoluta è cresciuto di ben 6 punti percentuali in 17 anni, nel 2004 3.3% nel 2021 9.4%; siamo inoltre sotto la media nei seguenti goals: l'accesso all'acqua pulita (goal 6), l'istruzione di qualità (goal 4), le città sostenibili (goal 11), le infrastrutture e le imprese (goal 9) e la collaborazione per gli obiettivi (goal 17). Tuttavia, i dati sulle questioni di salute, parità di genere, energia pulita, cambiamenti climatici e vita sulla Terra sono in linea con la media europea. Inoltre, l'Italia eccelle nei settori dell'agricoltura e dell'alimentazione responsabile. Queste informazioni provengono dal rapporto di Asvis, pubblicato a giugno 2022.

“Non abbiamo ancora abbracciato il tasso di cambiamento necessario per essere in linea con l’Agenda 2030 – ha affermato Elizabeth Maruma Mrema, segretaria esecutiva della CBD (United Nations Convention on Biological Diversity) - il rapporto chiarisce che stiamo fallendo e, in alcuni casi, che stiamo in effetti retrocedendo. Il mondo non può sostenere per sempre il nostro livello di utilizzo e abuso ed è necessario assumere cambiamenti negli stili di vita e nei mezzi di sussistenza necessari, se si vuole raggiungere gli obiettivi del 2030”.



*Progresso dello stato degli SDGs (Fonte: ASVIS)*

Un caso interessante è quello della Finlandia, uno dei paesi leader nello sviluppo sostenibile. Come mostra il rapporto dell'Agenda 2030 della Finlandia, il paese ha già una solida reputazione come leader nello sviluppo sostenibile e i suoi indicatori parlano da soli: il sito web dell'economia globale afferma che il paese investe lo 0,5% del suo PIL per la distribuzione degli aiuti netti allo sviluppo, definiti come stanziamenti di aiuti geografici.

Ma che misure ha adottato questo paese per essere uno dei leader dello sviluppo sostenibile?

Il governo finlandese ha sempre mostrato una sincera e vigile preoccupazione su uno sviluppo sostenibile per l'economia e la società; non senza ragioni per cui occupa la prima posizione nella classifica pubblicata da UNDP in merito al livello di attuazione della sostenibilità e degli obiettivi di sviluppo.

Fin dalla metà degli anni '90 ha implementato vari programmi sullo sviluppo sostenibile e nel 2006 ha adottato una nazionale completa Strategia per lo sviluppo sostenibile dal titolo "Verso scelte sostenibili. Una Finlandia nazionalmente e globalmente sostenibile".

Dal 2018, la Finlandia ha compiuto notevoli passi avanti nel bilancio dello sviluppo sostenibile. Il governo e il Parlamento si impegnano in dialoghi regolari sulla l'attuazione dell'Agenda 2030 e l'ufficio nazionale di controllo ha integrato Agenda 2030 nei suoi programmi di audit. L'impegno dei giovani, del settore privato e delle città è ulteriormente aumentato.

Tre città hanno preparato volontariato locale mentre la regione di Åland ha integrato gli SDG nel suo nucleo strategie.

Attraverso l'applicazione dei piani di attuazione nazionali finlandesi il governo ha dato vita a una serie di istituzioni pertinenti specificamente incaricate di lavorare all'adozione di misure di sostenibilità come la Commissione nazionale finlandese per lo sviluppo sostenibile.



Attestato prima posizione Finlandia nel ranking Sustainable Development Report 2022

### 1.3

### INNOVAZIONI SOSTENIBILI

Le imprese hanno sempre più bisogno di innovare modificando il proprio modello di business avviando cambiamenti, miglioramenti e sostituzioni in vari elementi organizzativi (Mitchell & Coles, 2003).<sup>4</sup>

Fichter e Clausen (2016) definiscono l'innovazione come il processo di sviluppo e implementazione di una soluzione radicalmente nuova o significativamente migliorata.<sup>5</sup>

Questa prima fase di innovazione si rivela una sfida per i professionisti aziendali e gli innovatori, in gran parte a causa della natura intangibile e qualitativa del concetto e della mancanza di dati.

Sebbene non esista una definizione universalmente accettata, le innovazioni sostenibili sono solitamente associate al sostegno allo sviluppo sostenibile basato su principi di sostenibilità economica, sociale e ambientale.

Poiché l'innovazione è necessaria per raggiungere la maggior parte, se non tutti, degli obiettivi SDG, le multinazionali non si affidano più solo alle loro strategie chiuse e alle risorse superiori manifestate nei grandi laboratori di ricerca e sviluppo per le innovazioni, ma stanno trovando modi più aperti e inclusivi per innovare in modo responsabile ed etico. (Chesbrough, 2003).<sup>3</sup>

Come affermato da Lynda Applegate di Harvard rivolgendosi a una stanza piena di imprenditori con sovvenzioni del Danish Innovation Fund: "Affinché la tua innovazione abbia successo, devi coltivare il tuo ecosistema aziendale, ponendo la tua innovazione al centro."<sup>6</sup>

Le innovazioni sostenibili hanno iniziato ad emergere in tutto il mondo poiché i consumatori richiedono sempre più prodotti sostenibili<sup>7</sup> (Oksanen & Hautamäki, 2015).

Ad esempio, Fichter (2005) definisce un'innovazione sostenibile come "una soluzione tecnica, organizzativa aziendale, istituzionale o sociale radicalmente nuova significativamente migliorata che soddisfa una tripla linea di fondo di creazione di valore economico, ambientale sociale. L'innovazione sostenibile contribuisce a modelli di produzione e consumo che assicurano l'attività umana entro le capacità di carico della terra"<sup>8</sup>

Dobbiamo indicare che all'interno dell'asse della prosperità in cui sono inclusi alcuni degli SDG, la crescita economica è un concetto prioritario ed è principalmente incluso negli SDG 8 e 9 (lavoro dignitoso e crescita economica e industria, innovazione e infrastrutture). In particolare, il target 8.2 indica che livelli più elevati di produttività economica dovrebbero essere raggiunti attraverso la diversificazione, l'aggiornamento tecnologico e l'innovazione.

Questo obiettivo è correlato all'obiettivo 9.4, che richiede la modernizzazione delle infrastrutture e la conversione delle industrie affinché siano sostenibili, utilizzando le risorse in modo più efficiente e promuovendo l'adozione delle tecnologie entro il 2030.

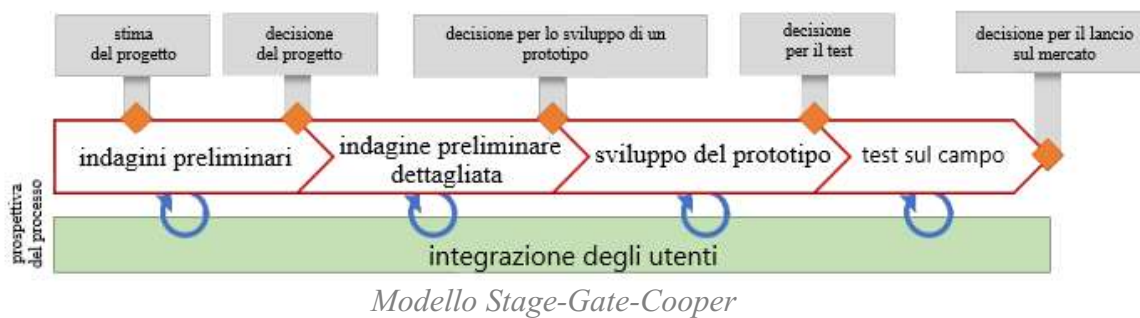
Il consiglio di amministrazione di FCA (ora STELLANTIS) ha già adottato in passato una "diversity policy" in quanto crede fermamente che la diversità nella composizione dell'azienda, in termini di età, genere, esperienza, background lavorativo e nazionalità, siano essenziali per promuovere il dibattito e prendere decisioni equilibrate.

Ci sono vari modelli da seguire per approcciare un processo innovativo, in caso di innovazione graduale, il modello Stage Gate Cooper risulta essere il più appropriato in quanto permette di gestire l'avanzamento del progetto con meno sforzi da parte dei manager, riducendo gli investimenti necessari per la gestione del rischio e prevenendo eventuali modifiche.

Questo modello è stato introdotto negli anni '80 da Robert G. Cooper e si è dimostrato efficace nella gestione del processo di sviluppo di prodotti innovativi.

Le quattro fasi del modello Stage-Gate sono: 1) l'indagine preliminare, 2) l'indagine preliminare dettagliata, 3) lo sviluppo del prototipo e 4) il test sul campo;

dopodiché il prodotto viene lanciato sul mercato e si avviano le attività di marketing e vendita.



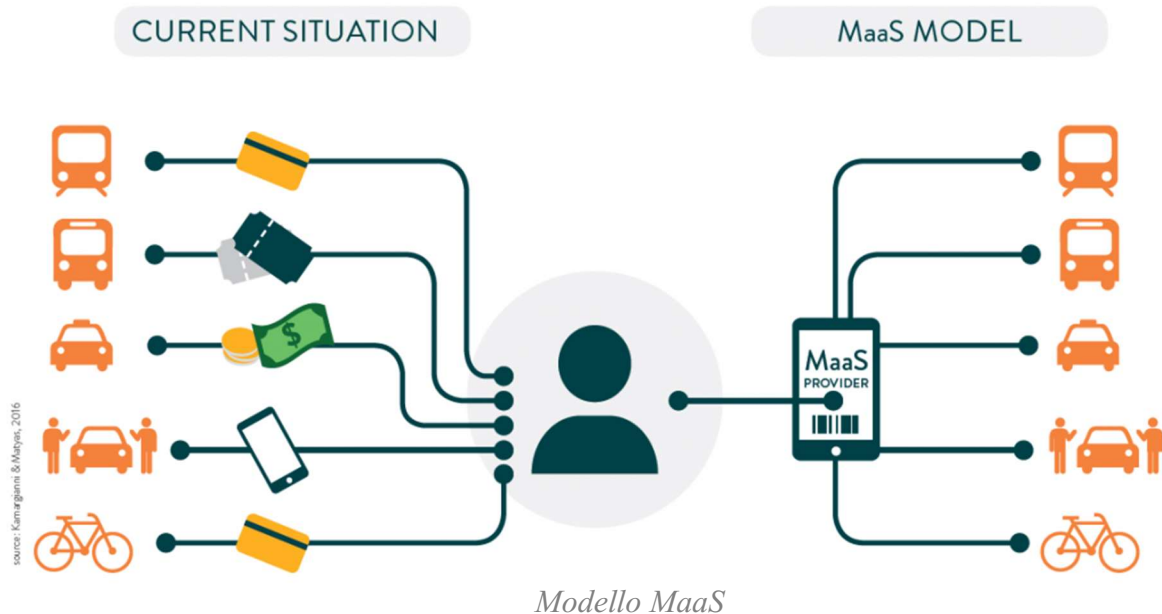
Un esempio innovativo è adottato nell'industria della mobilità, la quale ha ampiamente adattato il proprio modello di business alla pandemia di COVID-19 rafforzando il legame tra risorse umane e tecniche e, allo stesso tempo, il rispetto delle risorse naturali; tutto questo è strettamente allineato con gli obiettivi di sviluppo sostenibile definiti nell'Agenda 2030 delle Nazioni Unite denominati Sustainable Development Goals (SDGs).

Secondo gli studi di Nilsson, M et. al, 2016, Okraszewska, R et. al, 2018 e Schikofsky, J et. al, 2020, i problemi di mobilità sostenibile sono legati a: <sup>9 10 11</sup>

- SDG 3 su salute e benessere;
- SDG 7 su energia economica e pulita;
- SDG 8 su lavoro dignitoso e crescita economica;
- SDG 9 su infrastrutture resilienti e innovazione;
- SDG 11 su città e comunità sostenibili;
- SDG 12 su consumo e produzione sostenibili (fine dei sussidi ai combustibili fossili)

Sulla base dei presupposti degli SDGs, il concetto di nuova mobilità è associato all'offerta di varie forme di trasporto come:

- Elettro mobilità e mobilità con combustibili alternativi, compresi i combustibili a idrogeno;
- Mobility-as-a-Service (MaaS): prenotazione di veicoli o viaggi su richiesta resi disponibili tramite applicazioni mobili.



Il traffico intenso, soprattutto in nelle città più industrializzate, rappresenta un grosso problema, in quanto l'emissione di CO<sup>2</sup> è molto alta ed è dannosa per gli individui, oltre ad aumentare l'effetto serra favorendo il surriscaldamento globale. Una soluzione ottimale è stata l'introduzione dei servizi Mobility-as-a-Service (MaaS), in quanto questi mezzi di trasporto, hanno un funzionamento ecosostenibile (elettrico o a metano) e di conseguenza non inquinano.

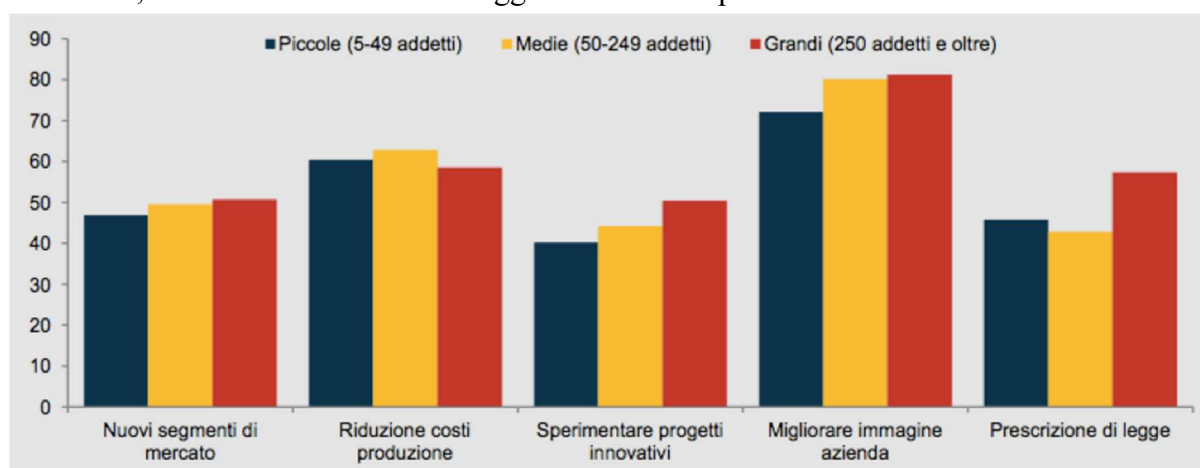
Utilizzando questi servizi, è possibile ridurre l'uso dei veicoli privati, migliorando così la situazione della congestione urbana e diminuendo le emissioni di Co2. Ciò aiuta a raggiungere gli obiettivi stabiliti dalle Nazioni Unite nel 2015, che mirano a rendere le città più sostenibili e meno inquinate entro il 2030. (Arias-Molinares, et al., 2020).<sup>12</sup>

L'Eurocamera ha dato il suo consenso finale all'accordo dell'Unione Europea, raggiunto lo scorso novembre, che prevede il divieto di immatricolazione dei veicoli a benzina e diesel entro il 2035. Questo significa che i servizi di mobilità come il Mobility as a Service diventeranno protagonisti nelle grandi città.

### *Le innovazioni sostenibili sono economicamente profittevoli?*

Esistono numerose prove che sostengono che le imprese che hanno investito in modo sostenibile stanno raccogliendo i frutti di tali investimenti. Questo è dimostrato non solo dal fatto che i settori della produzione di energia rinnovabile e dell'efficienza energetica stanno crescendo rapidamente, ma anche dai dati che indicano che molte aziende hanno risparmiato miliardi di dollari nel 2016. (Fortune 500)

Le aziende che investono in modo sostenibile possono ottenere un notevole risparmio economico, in parte grazie a minori costi fissi come il consumo d'acqua, riscaldamento o corrente elettrica, e in parte grazie ai contributi offerti dagli stati per gli investimenti in questo settore. In sintesi, gli investimenti sostenibili non solo permettono alle aziende di salvaguardare l'ambiente, ma anche di ottenere vantaggi economici importanti.



*Motivazioni dei comportamenti orientati alla sostenibilità per classi dimensionali fonte: ISTAT*

Varie sono le motivazioni per cui un'azienda può intraprendere un percorso sostenibile; per cercare nuova clientela, per ridurre i costi, per sperimentare, migliorare l'immagine aziendale o per motivi legali.

Si evince dal grafico che le aziende più grosse sviluppano una strategia sostenibile per motivi legati alle prescrizioni di legge e per migliorare la propria immagine.

Una delle innovazioni principali che farà strada al raggiungimento degli SDGs è Industria 4.0, di cui ne discuterò nel prossimo capitolo.

## CAPITOLO 2

### 2.1 **INDUSTRIA 4.0: La quarta rivoluzione industriale**

Industria 4.0 è un concetto innovativo che rappresenta una vera e propria rivoluzione nei processi produttivi e nei modelli di business.

Si tratta di una nuova era dell'industria, caratterizzata dall'utilizzo di tecnologie avanzate e di sistemi di automazione in grado di migliorare l'efficienza produttiva, la flessibilità e la qualità dei prodotti offerti dalle aziende.

Questo concetto viene definito anche “Quarta Rivoluzione Industriale”.

Perché è così importante definire le rivoluzioni industriali?

Queste fasi nella nostra storia ci hanno condotto all'avanzamento tecnologico di cui godiamo oggi, dal più semplice oggetto che utilizziamo al più complesso ed elaborato.

La prima rivoluzione industriale è iniziata nel 1770 in Inghilterra, e si è poi diffusa negli USA e in Europa, precedentemente, ogni operazione era manuale, di conseguenza era soggetta a errori e rallentamenti nel processo, ma grazie all'introduzione della spoletta volante e della macchina a vapore, cioè una macchina capace di trasformare l'energia termica in energia meccanica, questo permise alla nazione britannica di impiegare quantità molto più grandi di energia rispetto al passato e, di conseguenza, di aumentare la produzione industriale in maniera esponenziale.

Il decollo della seconda rivoluzione industriale avvenne attorno al 1870.

La catena di montaggio, inventata da Ford fu uno dei punti cardine della rivoluzione.

Le invenzioni importanti furono: il motore a scoppio, il telefono, le onde elettromagnetiche e l'elettricità, inoltre ci fu uno sviluppo esponenziale del settore terziario e dei mass media.

La terza rivoluzione industriale, risale agli anni '70 del XX secolo.

Dagli inizi degli anni Settanta prese così ad affermarsi, prima negli Stati Uniti e poi nel resto del mondo, un nuovo sistema di fabbrica, per indicare la progressiva e relativa diminuzione del peso del modello di produzione e lavoro instaurato negli anni Venti negli Stati Uniti, con la catena di montaggio e la parcellizzazione del lavoro che avevano trovato nelle fabbriche per automobili Ford l'esempio più coerente e completo.

Le caratteristiche principali furono: l'informatica e la astronautica.

Grazie a nuovi mezzi di comunicazione l'essere umano ha cominciato a comunicare a distanza attraverso internet, social media e linguaggi telematici, abbattendo le frontiere e limiti geografici.

Industria 4.0 è definita la quarta rivoluzione industriale.

Quest'ultima si articola su tecnologie recenti che, grazie a Internet, si collegano in modo sistematico in nuovi processi produttivi. Alcune delle caratteristiche sono:

-L'Intelligenza artificiale (IA)

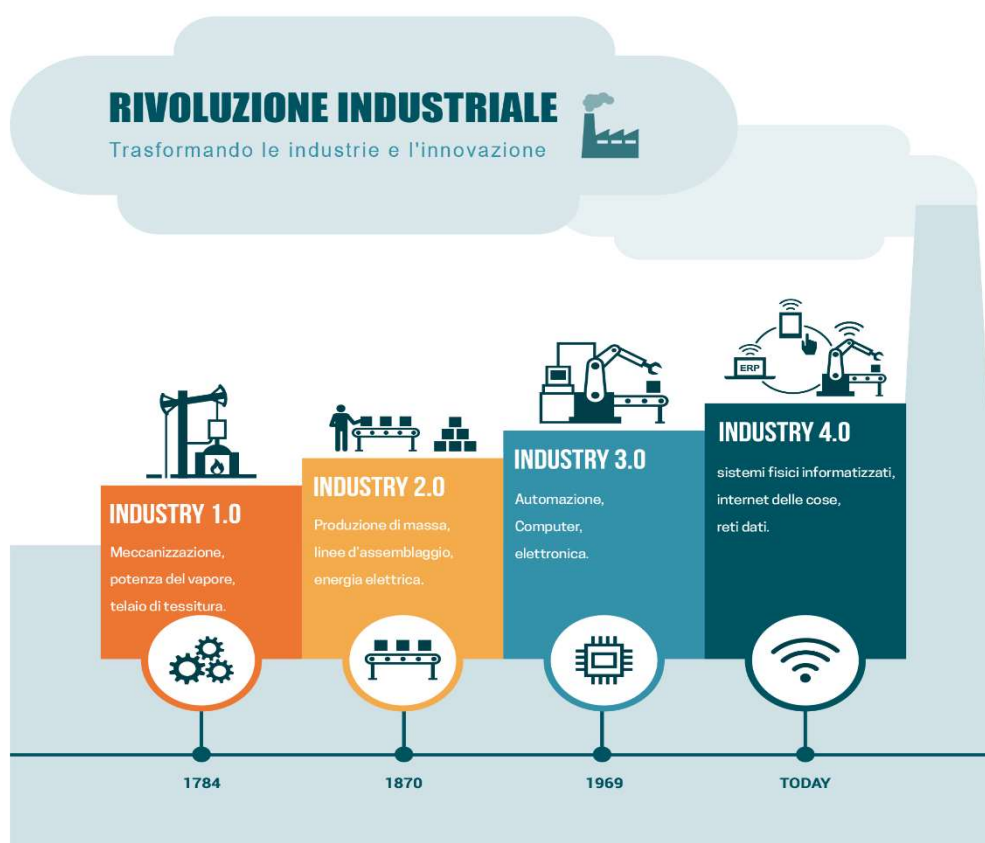
-La blockchain

-La data analytics, che grazie ai sistemi "cloud computing" può essere accessibile in qualsiasi posto e momento.

-La realtà virtuale (VR)

E soprattutto l'IOT (Internet Of Things).

Dunque, è evidente che questa rivoluzione impatterà la storia tecnologico-evolutiva dell'uomo, il quale è destinato a convertire le nostre imprese, la nostra economia e probabilmente anche il nostro stile di vita.



*L'evoluzione delle quattro rivoluzioni industriali.*

Nel 2016, un gruppo di ministri italiani, tra cui Carlo Calenda (allora ministro dello sviluppo economico), Pier Carlo Padoan, Giuliano Poletti e Valeria Fedeli, ha presentato il "Piano Industria 4.0". Questo piano è stato poi incorporato nella Legge di Bilancio e rappresenta il primo progetto nazionale di sviluppo economico degli ultimi vent'anni.



L'obiettivo del programma è aiutare le imprese a ristrutturare i propri processi gestionali e produttivi. Il piano 4.0 comporta vari incentivi per le aziende che la implementano, quali:

- Iper-ammortamento: consiste in una supervalutazione del **250%** degli investimenti in beni materiali nuovi, come dispositivi e tecnologie abilitanti la trasformazione digitale, che sono stati acquistati o presi in leasing con l'obiettivo di trasformare le attività dell'impresa in chiave 4.0.
- Superammortamento: permette di valorizzare gli investimenti in nuovi beni strumentali, garantendo una supervalutazione del **140%** del valore di acquisto o leasing. Inoltre, chi beneficia dell'iper-ammortamento può usufruire dell'agevolazione anche per i beni strumentali immateriali, come software e sistemi IT. (Documento piano nazionale industria 4.0)

L'Industria 4.0 si basa sull'integrazione delle tecnologie che consentono di realizzare una produzione sempre più personalizzata e sostenibile, in grado di rispondere alle esigenze dei consumatori e del mercato.

Questa rappresenta una grande opportunità per le imprese di rinnovarsi e di essere competitive sul mercato globale. Le tecnologie avanzate permettono alle aziende di ridurre i costi produttivi, di migliorare la qualità dei prodotti e di soddisfare le esigenze dei clienti in modo sempre più personalizzato. Inoltre, promuove la sostenibilità aziendale attraverso la riduzione degli sprechi e l'adozione di pratiche di economia circolare.

Tuttavia, l'adozione dell'Industria 4.0 richiede un investimento significativo in termini di risorse e di formazione del personale, oltre ad un cambiamento culturale all'interno dell'azienda. È quindi fondamentale che le aziende valutino attentamente i vantaggi e i costi dell'adozione delle tecnologie dell'Industria 4.0, pianificando con attenzione l'implementazione e la gestione di questo cambiamento innovativo.

L'industria intelligente utilizza macchine che migliorano la loro resa imparando da sole, tramite i dati che raccolgono, analizzano, e utilizzano come base di apprendimento e implementazione delle proprie attività: il “machine learning”.

Secondo Calenda <sup>13</sup> questo è un evento che rappresenta un'opportunità unica per le aziende che desiderano sfruttare i vantaggi della quarta rivoluzione industriale. Il programma comprende una serie di azioni coerenti che si integrano tra loro, mirate a promuovere gli investimenti nell'innovazione e la competitività. In questo modo, le aziende possono trarre beneficio da un ambiente favorevole alla crescita e allo sviluppo delle loro attività.

## 2.2

## INDUSTRIA 4.0 E SOSTENIBILITÀ

In questa prospettiva, l'obiettivo di questa tesi è quello di analizzare l'impatto dell'Industria 4.0 sulle aziende e sulla sostenibilità aziendale, valutando i vantaggi e le sfide dell'adozione di queste tecnologie e fornendo esempi concreti di aziende che hanno implementato con successo questa riforma, la quale rappresenta un cambiamento epocale nei modelli di produzione e nei processi aziendali, caratterizzati dall'utilizzo di tecnologie avanzate come l'Internet delle cose, l'Intelligenza Artificiale e la robotica.

Come abbiamo già visto, l'obiettivo principale dell'Industria 4.0 è quello di aumentare l'efficienza produttiva, ridurre i costi e migliorare la qualità dei prodotti e dei servizi offerti dall'azienda. L'adozione di queste tecnologie contribuisce alla promozione della sostenibilità d'impresa, attraverso la riduzione dell'impatto ambientale e l'adozione di strategie di responsabilità sociale.

Per contribuire al raggiungimento degli SDG, due temi importanti come la circular Economy (CE) e Industry 4.0 (I4.0) danno la possibilità prevedere la riduzione dei rifiuti e la riutilizzazione dei materiali di cui parleremo nel sotto capitolo 2.3 e 2.4.

Alternativamente al modello lineare di economia industriale, dove una risorsa è impiegata e il disavanzo scartato, nel sistema economico circolare è scardinata la visione di consumismo di massa tramite fattori produttivi sempre nuovi. (MacArthur, E.,2016) <sup>14</sup>

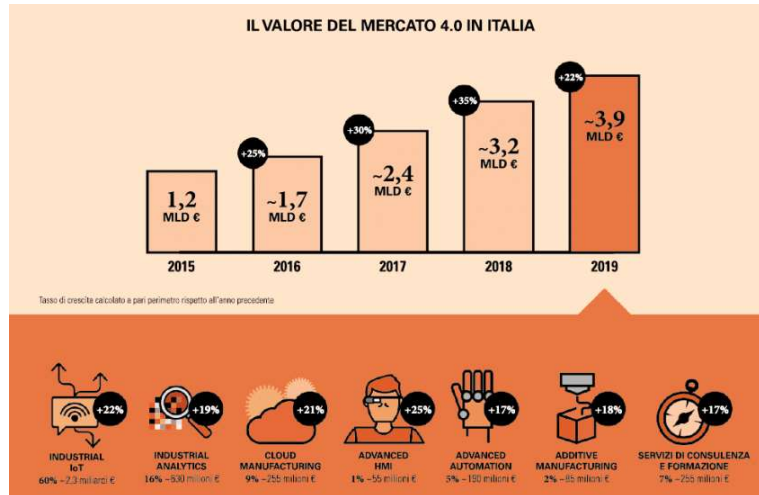
Il riutilizzo e il riciclo fanno da punti di partenza per evitare grossi sprechi di risorse riducendo così le conseguenti esternalità negative sull'ambiente esterno. <sup>15</sup> (Stahel, 2016).

Contaminazioni, inquinamento, ma anche conflitti per il controllo di approvvigionamenti sono stati caratterizzanti nella storia dell'industrializzazione.

Lo sviluppo di nuove tecnologie all'avanguardia, come proposto da I4.0, presenta nuove opportunità per chiudere i cicli produttivi, massimizzando l'uso delle risorse già impiegate e quindi minimizzando l'estrazione di materia prima.

Le nuove apparecchiature permettono la programmazione di cicli produttivi strettamente sotto controllo, con un impiego ottimale di ogni fonte produttiva.

Viene scardinato quindi il modello di obsolescenza programmata, costringente al passaggio dal vecchio a nuovo.



*Volumi di affari di Industria 4.0 Fonte (Osservatorio Industria 4.0 del Politecnico di Milano.)*

Il volume di affari menzionato è principalmente destinato ai progetti di connettività e acquisizione dati per l'Industrial IoT, che costituiscono il 60% del totale pari a 2,3 miliardi di euro. La restante parte del volume di affari è suddivisa tra altre tecnologie innovative come Analytics, Cloud Manufacturing, Advanced Automation, Additive Manufacturing e tecnologie di interfaccia uomo-macchina avanzate. Inoltre, vi è una significativa quantità di investimenti per attività di consulenza e formazione in ambito Industria 4.0, che sono cresciute del 17% rispetto al 2018, ammontando a circa 255 milioni di euro. Nonostante gli incentivi statali per l'innovazione abbiano spesso contribuito alla crescita del settore, esso è comunque stato caratterizzato da un andamento irregolare e discontinuo, ma comunque in crescita prima dell'arrivo della pandemia.

La discussione principale è associata alla generazione di posti di lavoro (Korhonen et al., 2018; Romero et al., 2020).<sup>16 17</sup>

Circular Economy rappresenta un cambiamento economico con ripercussioni lungo il mercato del lavoro come nessun altro. Ad esempio, si presume che possa generare più di 3 milioni di posti di lavoro solo nell'Unione europea entro il 2030 (WRAP, 2015).

Tuttavia, questi nuovi posti di lavoro verrebbero a scapito dei vecchi posti di lavoro, che a causa del progresso tecnologico e dei cambiamenti dei modelli di business, sostituirebbero la forza lavoro necessaria nel contesto attuale. Inoltre, si stima che circa l'8,5% della forza lavoro manifatturiera globale sarà sostituita dalle tecnologie I4.0 entro il 2030.

Separatamente, entro il 2025 si stima che l'impatto dell'“Internet delle cose” arriverà a quota 11,1 trilioni di dollari mentre, per quanto riguarda l'economia circolare si stimano ricadute economiche positive del calibro di 1.8 miliardi di dollari entro il 2030.

### 2.3

### CIRCULAR ECONOMY-INDUSTRIA 4.0 E SDGS

L'unione dei principi dell'economia circolare e dell'industria 4.0 sembra essere una soluzione efficace per lo sviluppo tecnologico. Il goal n. 12 si concentra sull'adozione di modelli sostenibili per la produzione e il consumo. Questo mira a massimizzare i benefici economici e il benessere della società utilizzando meno risorse, riducendo il degrado e l'inquinamento. Industria 4.0, d'altro canto, può contribuire alla riduzione del 48% delle emissioni di gas serra e del 32% dell'utilizzo di risorse naturali nei processi produttivi, avendo così un impatto positivo sull'ambiente.

L'adozione di tecnologie avanzate nell'Industria 4.0 può portare a una maggiore sostenibilità delle imprese e alla promozione della responsabilità sociale d'impresa. Le imprese che adottano una strategia di innovazione orientata alla sostenibilità possono trarre vantaggio dalla loro reputazione e posizione sul mercato, promuovendo al contempo una gestione più responsabile delle risorse naturali e del territorio. Inoltre, l'Industria 4.0 offre un'opportunità per lo sviluppo di innovazioni sostenibili e per la riduzione dell'impatto ambientale dell'industria.

Tra le principali innovazioni vi sono:

- **Efficienza energetica:** grazie all'utilizzo di tecnologie avanzate come l'Internet delle cose e la robotica, è possibile monitorare e ottimizzare i processi produttivi in tempo reale, riducendo i consumi energetici e migliorando l'efficienza energetica complessiva dell'industria.
- **Economia circolare:** l'Industria 4.0 favorisce lo sviluppo di modelli di produzione basati sull'economia circolare, che prevedono il riutilizzo e il riciclo dei materiali e dei prodotti, riducendo la produzione di rifiuti e il consumo di risorse naturali.
- **Produzione su richiesta:** grazie alla digitalizzazione dei processi produttivi e alla stampa 3D, è possibile produrre su richiesta, riducendo la produzione di scorte e l'impatto ambientale legato alla produzione in eccesso.
- **Tracciabilità e trasparenza:** grazie all'utilizzo di tecnologie come la blockchain, è possibile garantire la tracciabilità e la trasparenza dei processi produttivi, permettendo di identificare e risolvere eventuali problemi di sostenibilità.

- Mobilità sostenibile: l'Industria 4.0 favorisce lo sviluppo di tecnologie per la mobilità sostenibile, come i veicoli elettrici e i sistemi di car sharing, riducendo l'impatto ambientale dei trasporti.
- Agricoltura di precisione: utilizzando l'IoT e i dati raccolti dai sensori, gli agricoltori possono ottimizzare l'irrigazione, la concimazione e la semina, riducendo il consumo di acqua e di prodotti chimici.

BMW, per esempio ha adottato l'Industria 4.0 per la produzione di veicoli elettrici. L'azienda ha implementato un sistema di produzione flessibile che utilizza robot collaborativi, stampa 3D e realtà aumentata per ridurre i tempi di produzione e migliorare l'efficienza. Inoltre, ha implementato un sistema di tracciabilità della catena di fornitura basato sulla blockchain per garantire la responsabilità ambientale.

Il punto 9.5 dell'Agenda 2030, tra i target per lo Sviluppo Sostenibile, sancisce che è opportuno aggiornare le infrastrutture e ammodernare le industrie per renderle sostenibili, con maggiore efficienza delle risorse da utilizzare e una maggiore adozione di tecnologie pulite e rispettose dell'ambiente e dei processi industriali.

La nuova Smart Industry è volta proprio al raggiungimento di questi obiettivi.

I risultati mostrano che il nesso CE-I4.0 avvantaggia direttamente SDG 7, SDG 8, SDG 9, SDG 11, SDG 12 e SDG 13

Uno dei problemi condivisi da I4.0 e CE è legato all'impatto sugli aspetti sociali della sostenibilità causato da un riflesso culturale intrinseco a queste nuove proposte globali (Bai et al., 2020; Lee, 2020).<sup>18 19</sup>

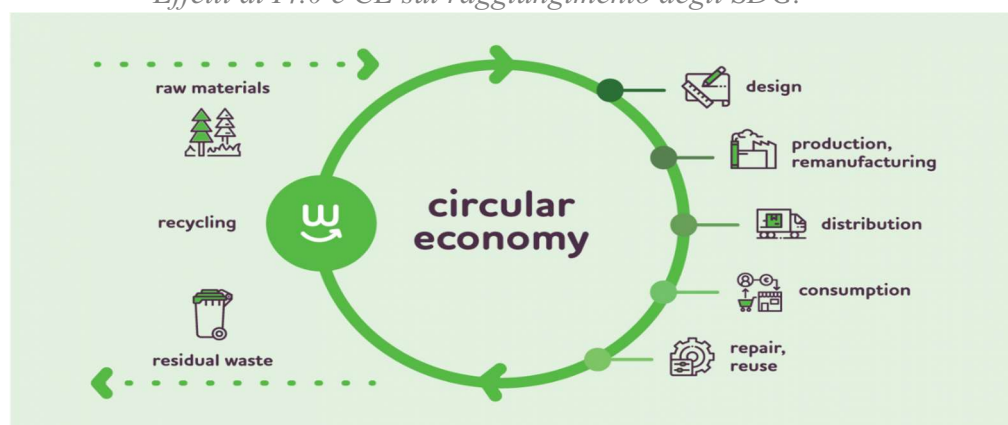


La tabella sottostante mostra gli effetti di I4.0 e CE sul raggiungimento degli SDG.

<b>SDG</b>	<b>Obiettivi SDG direttamente interessati dalla combinazione di CE e I4.0</b>	<b>Effetto nesso CE-I4.0</b>
<b>SDG 7</b>	7.1 – Promuovere l'accesso globale a un'energia accessibile e affidabile.	Ottimizzazione nell'uso dell'energia
	7.2 – Espandere la percentuale di energia rinnovabile nel mix energetico globale.	Promozione delle energie rinnovabili
	7. B – Migliorare la tecnologia e le infrastrutture per fornire servizi energetici moderni a tutti.	Riduzione dell'uso di combustibili fossili Sviluppo di pratiche e tecnologie nuove e più efficienti
<b>SDG 8</b>	8.2 – Garantire livelli più elevati di produttività economica attraverso l'aggiornamento tecnologico, l'innovazione, la diversificazione e l'inclusione di settori ad alta intensità di lavoro.	Opportunità di crescita economica Nuovi modelli di business circolari
	8.4 – Migliorare l'efficienza mondiale delle risorse nel consumo e nella produzione, dissociare la crescita economica dal degrado ambientale	Reinserimento dei rifiuti come risorsa preziosa nell'economia Produttività più elevata e ottimizzata
	8.5 – Garantire un'occupazione dignitosa e pari retribuzione per un lavoro di pari valore per tutti, comprese le persone con disabilità dei giovani.	Creazione e riallocazione di posti di lavoro
<b>SDG 9</b>	9.1 – Stabilire infrastrutture di qualità, affidabili e resilienti per sostenere lo sviluppo economico e il benessere umano, con particolare attenzione all'accesso equo e conveniente per tutti.	Sviluppo di tecnologie all'avanguardia in grado di promuovere una produzione inclusiva, affidabile e sostenibile
	9.2 –Promuovere l'industrializzazione inclusiva aumentando la quota di occupazione industriale e il prodotto interno lordo	Produttività più elevata e ottimizzata
	9.4 – Promuovere infrastrutture industriali sostenibili, concentrandosi sull'efficienza nell'uso delle risorse e su tecnologie e processi rispettosi dell'ambiente.	Utilizzo efficiente di materiali ed energia

<b>SDG 11</b>	11.6 – Ridurre l'impatto ambientale negativo urbano, in particolare per quanto riguarda l'inquinamento atmosferico e la gestione dei rifiuti.	Tecnologie innovative per promuovere una gestione dei rifiuti inclusiva, più sicura e intelligente
	11. B – Aumentare il numero di comunità urbane che adottano e attuano politiche integrate e piani d'azione riguardanti l'inclusione, l'efficienza delle risorse, la mitigazione e l'adattamento ai cambiamenti climatici.	Utilizzare in modo ottimale l'energia e le risorse all'interno del settore pubblico.
<b>SDG 12</b>	12.2 – Attuare una gestione sostenibile ed utilizzare efficientemente le risorse naturali	Ottimizzazione dell'uso dell'energia e delle risorse lungo le filiere
	12.3 – Dimezzare lo spreco alimentare globale pro capite lungo le catene di approvvigionamento, comprese le perdite post-raccolto.	Nuovi modelli di business circolari
	12.5 – Ridurre al minimo la produzione di rifiuti attraverso il riciclaggio, il riutilizzo, la riduzione e la prevenzione dei rifiuti.	Minimizzazione della produzione di rifiuti
	12. A – Sostenere i paesi in via di sviluppo per rafforzare la loro capacità scientifica e tecnologica di muoversi verso modelli di consumo e produzione più sostenibili.	Reinserimento dei rifiuti come risorsa preziosa nell'economia Consumo di notizie e modelli comportamentali
<b>SDG 13</b>	13.2 – Introdurre le iniziative e le azioni relative al cambiamento climatico nelle politiche, nelle strategie e nella pianificazione.	Mitigazione climatica Promozione delle energie rinnovabili

*Effetti di I4.0 e CE sul raggiungimento degli SDG.*



*Schema raffigurante l'economia circolare*

In sintesi, l'Industria 4.0 rappresenta una grande opportunità per sviluppare nuove innovazioni sostenibili e promuovere una produzione industriale più responsabile e rispettosa dell'ambiente.



## 2.4

## INDUSTRIA 4.0 PER LA GESTIONE DEI RIFIUTI

La gestione dei rifiuti è un processo fondamentale se si parla di sostenibilità, questa è un sistema di feedback circolare che riguarda le attività di processo, l'adattabilità e la diversità dei rifiuti dalla fase di produzione a quella di smaltimento. (Seadon, Jeffrey K., 2010) <sup>20</sup>

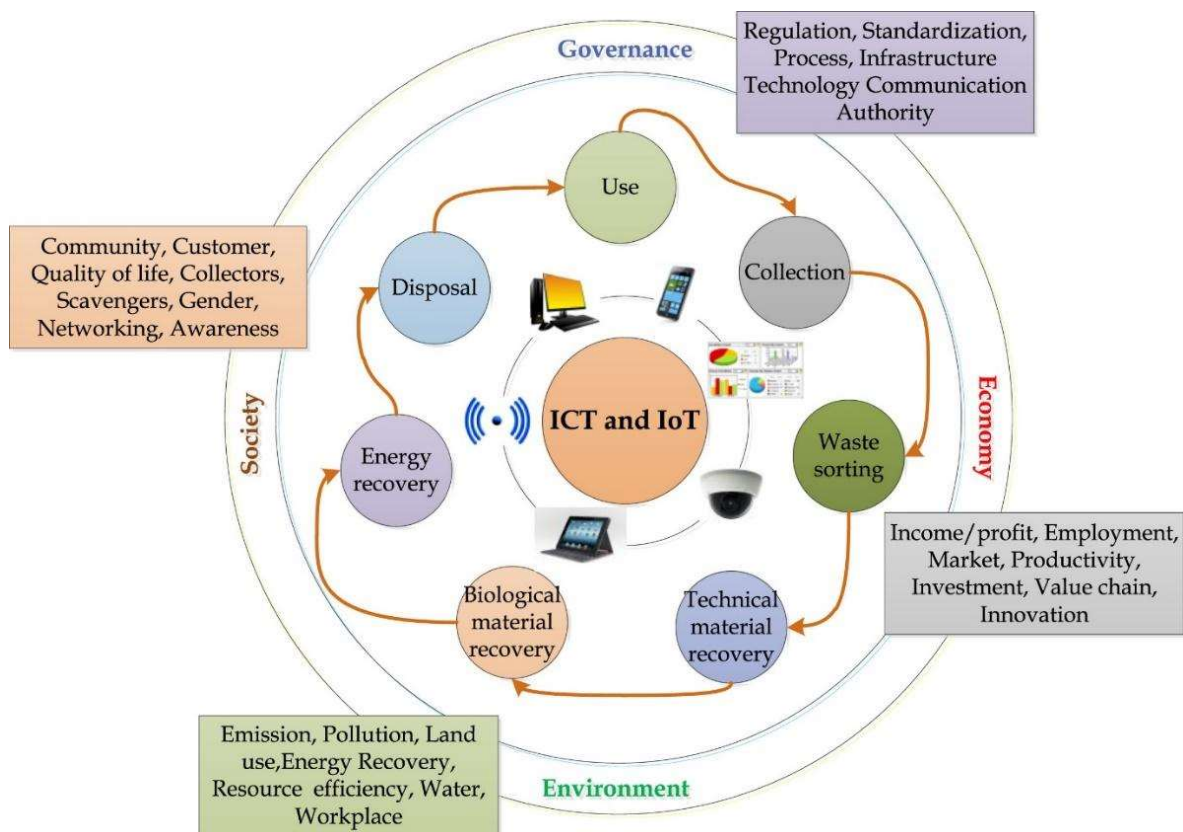
Un quadro fondamentale della gestione dei rifiuti circolare, sostenibile e intelligente viene sviluppato attraverso il processo della catena del valore della gestione dei rifiuti.

La rivoluzione industriale 4.0 ha portato cambiamenti significativi nella gestione globale dei rifiuti e cambiamenti di valore (Chen et al., 2018). <sup>21</sup>

Tale quadro si compone di cinque aspetti, tra cui governance, economia, sociale, ambientale e tecnologico.

La gestione delle informazioni e dei dati attraverso l'intervento IOT (Internet of Things) e ICT (Information and Communication Technologies) è posta al centro del sistema.

ICT e IOT sono concepiti come il cuore del sistema di gestione dei rifiuti. Questo è integrato attraverso la realizzazione di opportune infrastrutture, nelle quali vengono adottate alcune tecnologie automatiche per migliorare la produttività e l'efficienza del sistema dei rifiuti.



*Quadro di un sistema di gestione dei rifiuti sostenibile e intelligente*

Un IoT urbano, può portare una serie di benefici nella gestione e ottimizzazione dei servizi pubblici tradizionali, come trasporti e parcheggi, illuminazione, sorveglianza e manutenzione delle aree pubbliche, conservazione del patrimonio culturale, raccolta dei rifiuti, salubrità degli ospedali e scuola.

*Gestione dei rifiuti:* La gestione dei rifiuti è un problema primario in molte città moderne, sia per il costo del servizio che per il problema dello stoccaggio dei rifiuti nelle discariche.

Una più profonda penetrazione delle soluzioni ICT in questo dominio, tuttavia, può comportare risparmi significativi e vantaggi economici ed ecologici. Ad esempio, l'uso di contenitori per rifiuti intelligenti, che rilevano il livello di carico e consentono di ottimizzare il percorso dei camion raccoglitori, può ridurre il costo della raccolta dei rifiuti e migliorare la qualità del riciclaggio.

Queste tecnologie di gestione e trattamento dei rifiuti offrono alcuni vantaggi, tra cui economici (convenienti), sociali (nuovo lavoro, sicurezza) e ambientali (basse emissioni di gas serra) per gestire i rifiuti.

La gestione dei rifiuti è un'attività complessa che non riguarda solo l'attività di smaltimento, ma si concentra anche sui sistemi di raccolta, trasporto, stoccaggio temporaneo, trattamento e smaltimento.

Nazioni sviluppate come Stati Uniti, Regno Unito, Australia e Giappone hanno applicato metodi avanzati di raccolta dei rifiuti come sistemi di raccolta dei rifiuti sotterranei, la tecnologia del sistema informativo geografico (GIS, Geographic information system), il sistema di monitoraggio dei rifiuti solidi utilizzando la tecnologia GSM (Global System of Mobile) e i compattatori di rifiuti indoor/outdoor (Wajeetha et al., 2016; Yoshida e Yoshida, 2012).<sup>22 23</sup>

Il sistema di raccolta dei rifiuti sotterranei è una nuova tecnologia di stoccaggio dei rifiuti che sostituisce tecnologie come i cassonetti dei rifiuti con punti di raccolta sotterranei per la raccolta di materiali riciclabili, rifiuti organici e oli. La tecnologia è adatta a climi estremamente caldi, richiede meno manutenzione ed è esteticamente più accettabile.

La tecnologia GIS è un'applicazione integrata dedicata ai comuni singoli o associati per gestire in modo ottimale e automatico ogni fase dell'intera filiera/ciclo dei rifiuti dal punto di produzione dei rifiuti al punto di riciclo/trattamento o al punto di smaltimento finale (discarica). L'ultima tecnologia per la raccolta e il monitoraggio dei rifiuti è il Global System of Mobile (GSM) (Hannan et al., 2010).<sup>24</sup>

Questa tecnologia utilizza sensori posizionati nei cassonetti pubblici per valutare il livello ottimale di rifiuti all'interno del cestino (Misra et al., 2018)<sup>25</sup>, quando la spazzatura tocca il livello di soglia, tramite SMS o tramite GSM, il sensore invierà un'indicazione al controllore e

inoltre invierà un'indicazione all'autista del camion di raccolta per raccogliere immediatamente la spazzatura.

I camion compatti per la raccolta dei rifiuti sono l'ultima tecnologia utilizzata da molti paesi in via di sviluppo per aumentare la capacità di raccolta dei veicoli. A causa delle strade strette, alcuni compattatori di rifiuti sono progettati in piccoli camion di raccolta utilizzando materiali leggeri per ottimizzare la capacità di carico.

Per realizzare un tale servizio di gestione intelligente dei rifiuti, l'IoT collega i dispositivi finali, ovvero i contenitori di rifiuti intelligenti, a un centro di controllo in cui un software di ottimizzazione elabora i dati e determina la gestione ottimale della flotta di camion raccoglitori. L'uso delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT) e dell'Internet of Things (IoT) offre un approccio di nuova generazione per migliorare il sistema globale di gestione dei rifiuti in modo efficace ed efficiente nei paesi sviluppati. L'integrazione ICT-IoT consiste nell'uso del rilevamento locale, dell'integrazione dei dati, dell'analisi delle cose e dell'azione cognitiva nell'area della gestione dei rifiuti. L'attività dei rifiuti potrebbe essere tracciata e monitorata in tempo reale per consentire una gestione dei rifiuti efficiente ed efficace e per trasformare le caratteristiche dei rifiuti grandi e complessi in risorse, materiali ed energia preziosi.

## CASO STUDIO: GESTIONE DEI RIFIUTI IN INDONESIA

L'Indonesia è una delle 193 Nazioni ufficialmente impegnate a sostenere gli SDGs. Tale impegno si è concretizzato con il DPR n. 59/2017 e la nomina di un Ministero della Pianificazione dello Sviluppo Nazionale che sarebbe responsabile del raggiungimento degli SDGs. Tutti i risultati devono essere valutati e monitorati periodicamente e il ministero ha lavorato a stretto contatto con altri ministeri sin dalla sua istituzione. Uno degli strumenti di valutazione utilizzati sono i rapporti di sostenibilità pubblicati e comunemente usati per divulgare le pratiche delle aziende nel supportare gli SDGs.

L'Indonesia è stata scelta come campione in quanto questa nazione è considerata “un grande paese in via di sviluppo che svolge un ruolo importante negli affari nel sud-est asiatico” (Gunawan, 2015).<sup>27</sup>

Tuttavia, le condizioni sociali devono ancora essere progressivamente migliorate considerando che circa il 30% degli indonesiani è a rischio povertà. Un'altra condizione da considerare è il grande divario tra la società delle classi inferiori, medie e alte e il divario di welfare.

14.0 è di enorme aiuto in Indonesia per un sistema di gestione intelligente dei rifiuti utile per raggiungere gli obiettivi di sviluppo sostenibile

Quattro città urbane dell'Indonesia (Jakarta, Magelang, Semarang, Yogyakarta) hanno applicato il programma smart city attraverso l'implementazione dell'ambiente intelligente, che si occupa anche della gestione dei rifiuti.

La progettazione del sistema di gestione dei rifiuti proposto presenta processi di economia circolare in grado di separare i rifiuti urbani, identificare le caratteristiche dei rifiuti e determinare tecnologie di trattamento dei rifiuti sostenibili attraverso l'uso di Internet of Thing (IoT) come integratore. Questo studio contribuisce agli obiettivi di sviluppo sostenibile (SDG's) come Buona salute e benessere (SDG 3); Acqua pulita e servizi igienico-sanitari (SDG 6); Lavoro dignitoso e crescita economica (SDG 8); Consumo e produzione responsabili (SDG 12) e Azione per il clima (SDG 13).

I rifiuti urbani vengono inizialmente raccolti in un punto di raccolta temporanea (TPS). Il TPS è suddiviso in diverse funzioni di area: 3R (ridurre, riutilizzare, riciclare), TPS con multi-scomparti e TPS con pianificazione basata sul tipo di rifiuti. Queste divisioni vengono attuate prima che i rifiuti vengano inviati al suo centro di smaltimento finale (TPA). La maggior parte delle attività di raccolta dei rifiuti sono ancora condotte manualmente da settori formali e informali.<sup>28</sup> (Kannan et al., 2016)

Viene osservato un programma regolare, ma c'è un uso limitato di strutture o infrastrutture. La maggior parte dei rifiuti raccolti è ancora mista e indifferenziata, perché la maggior parte dei residenti non separa correttamente i rifiuti.

L'ultima fase del sistema di gestione dei rifiuti è il processo di smaltimento, in cui vengono smaltiti i rifiuti che provengono da residui di rifiuti, riciclaggio e altre tecnologie di trattamento. Poiché lo smaltimento è la fase più tecnica, è urgente sviluppare alcune tecnologie avanzate.

La maggior parte dei siti di smaltimento nei paesi in via di sviluppo sono ancora discariche a cielo aperto, senza un adeguato trattamento del percolato e l'utilizzo del gas di discarica; pertanto, causano molti problemi estetici e altri problemi ambientali. Nelle discariche i rifiuti vengono interrati per evitare qualsiasi relazione idraulica tra rifiuti e ambiente (aria e acqua). Il Bioreattore è una delle ultime tecnologie per il trattamento dei rifiuti smaltiti. L'obiettivo del bioreattore è migliorare il tasso di decomposizione, la circolazione del percolato e la crescita microbica. La tecnologia convenzionale della discarica viene utilizzata per essiccare i rifiuti. L'ultima tecnologia è quella di generare elettricità dai rifiuti attraverso microturbine, che vengono applicate in modo ottimale a progetti su piccola scala. La tecnologia può ridurre il problema dell'inquinamento e delle emissioni di gas di discarica nell'aria. La discarica sanitaria indonesiana, un'importante attività di smaltimento, è progettata come discarica monitorata. Tuttavia, la fonte dei rifiuti è gestita in un sistema di discarica a cielo aperto che crea seri problemi ambientali (Bronson, 2017; Pariatamby, A. & Tanaka, 2015; Rawlins et al., 2014; H. Sudibyo et al., 2017).<sup>29 30 31 32</sup>





### CAPITOLO 3

Dopo aver esposto le opportunità offerte da Industria 4.0, presentando esempi pratici, incentivi ambientali economici, ho deciso di intervistare ed esporre due casi studio di due imprese private: Gasparini Industries S.r.l. e Meneghin S.r.l., queste due aziende sono molto importanti nei loro rispettivi settori e hanno implementato da anni con successo il modello 4.0.

Ho scelto di focalizzarmi su di loro perché lavorando internamente a Gasparini ho avuto modo di approfondire le mie conoscenze riguardo all'azienda e ai suoi processi produttivi, permettendomi di analizzare in modo dettagliato il processo 4.0. Mentre l'azienda Meneghin rappresenta una grande opportunità per lo sviluppo sostenibile nel mondo animale, in particolare per quanto riguarda il benessere dei conigli da allevamento.

L'obiettivo consiste nel trovare una connessione tra l'adozione delle tecnologie della quarta rivoluzione industriale in due aziende e la sostenibilità ambientale, con l'intento di dimostrare come l'innovazione industriale può produrre effetti positivi sulla crescita economica e sull'ambiente circostante.

#### 3.1 GASPARINI INDUSTRIES S.R.L.

Gasparini Industries S.r.l. di Istrana (TV) è un'azienda specializzata nella produzione di macchine per la piega e il taglio della lamiera, vanta più di 8000 macchine installate in tutto il mondo; impiega più di 40 dipendenti, e il suo fatturato è in costante crescita, tanto che nel 2022 ha segnato un aumento del +30% rispetto all'anno precedente.

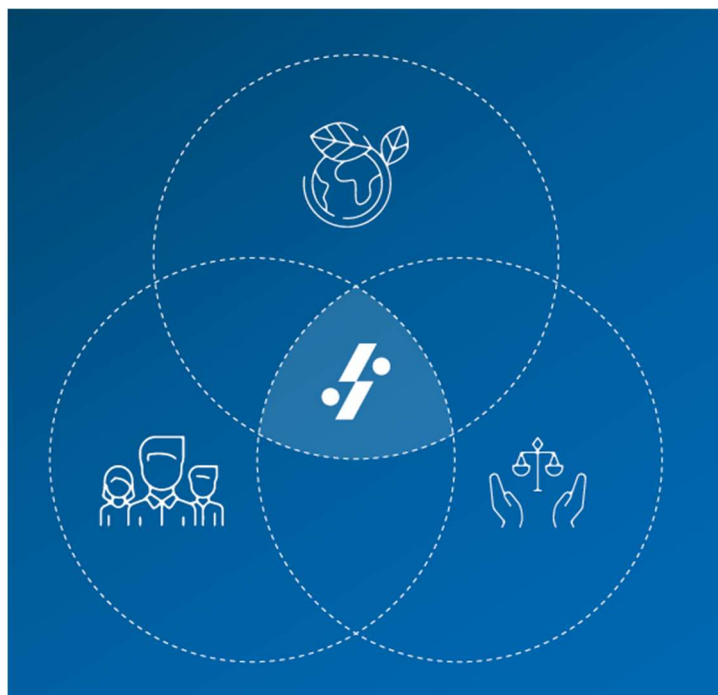
All'interno dell'azienda sono già presenti i concetti di intelligenza artificiale, Industria 4.0, digitalizzazione dei processi e sostenibilità.



*Facciata principale di Gasparini Industries S.r.l.*

## SOSTENIBILITÀ

Nonostante la Gasparini, a causa delle sue dimensioni, non sia tenuta a redigere un report di sostenibilità, ha deciso nel corso del 2022 di intraprendere il percorso che la porterà a ottenere il suo primo report e si è interrogata, come organizzazione, su come diventare sostenibile.



Il fattore chiave per raggiungere una transizione sostenibile è lo sviluppo di un piano programmatico di interventi volti a migliorare il profilo ESG (ambiente, sociale e di governance) dell'impresa, attraverso un processo di miglioramento continuo in 3 fasi:

- Definizione di una missione di sostenibilità (cioè quali obiettivi si possono raggiungere nel breve-medio termine)
- Definizione di interventi e investimenti che permettano di raggiungere i risultati prestabiliti (come, ad esempio, l'acquisto di impianti a basse emissioni di CO<sup>2</sup>)
- Raggiungimento degli obiettivi e valorizzazione verso il mercato e i clienti.

Per la Gasparini, essere un'impresa sostenibile significa integrare nel proprio modello di business logiche che generino un impatto positivo sui fattori ESG:

- Ambiente (Environment): temi ambientali come il cambiamento climatico, l'impatto sulle risorse naturali, il rifiuto e l'inquinamento, nonché le opportunità legate alle energie rinnovabili.
- Sociale: opportunità nella sfera sociale, come le donazioni e la promozione della parità di genere, che contribuiscono al raggiungimento degli obiettivi di sviluppo sostenibile dell'ONU (SDG 5).



- Governance: temi legati alla gestione, come la governance aziendale, la conduzione aziendale etica, trasparente e rispettosa delle regole anticorruzione, e il benessere aziendale.

La prima fase di lavoro è stata effettuare un'analisi esaustiva per ottenere una panoramica completa della situazione.

Per esempio, si è verificato che l'azienda trevigiana utilizza fonti di energia rinnovabili.

Nel corso del 2022, Gasparini ha deciso di sostituire il sistema di illuminazione all'interno del suo impianto di 10.000 metri quadrati con l'installazione di fari a LED, che non solo migliorano la visibilità, ma riducono i consumi energetici.

Dal punto di vista sociale, Gasparini ha sostenuto la campagna di screening senologico promossa dal Comune di Istrana e si è impegnata a fornire farmaci a un'associazione che aiuta la popolazione colpita dalla guerra tra Russia e Ucraina.

Per quanto riguarda la Governance, l'azienda mira a migliorare il benessere dei propri dipendenti, misurandolo attraverso un sondaggio finalizzato a fornire indicazioni su eventuali azioni di miglioramento.

## **PRODOTTI.**

La Gasparini Industries è un'azienda specializzata nella progettazione e realizzazione di soluzioni avanzate per la produzione industriale. Il suo core business riguarda la creazione di celle robotizzate di piegatura, asservimenti ed automazioni, che permettono di realizzare impianti automatici di piegatura integrabili nel resto della struttura produttiva del cliente, trasformandola in una Smart Factory di ultima generazione.

L'azienda, inoltre, si occupa della progettazione e realizzazione di linee complete di cesoiatura/taglio, che includono anche alimentazione, impilamento e sistemi di trasporto.

La gamma di prodotti offerti è estendibile in termini di tonnellaggio, numero di assi e accessoristica, per soddisfare le diverse esigenze dei clienti.

I macchinari sviluppati da Gasparini Industries sono costituiti da quattro elementi principali: circuiti idraulici e struttura, bloccaggi, riferimenti posteriori e CNC (Computer Numerical Control).

Grazie all'utilizzo dell'intelligenza artificiale e alla digitalizzazione, l'azienda è in grado di garantire elevata competitività nei processi produttivi dei propri clienti.

Inoltre, Gasparini Industries è attenta alle tematiche ambientali e propone una gamma di prodotti eco-sostenibili, come le serie di macchine a basso impatto ambientale ECO, HYBRID e STANDBY. Questa scelta conferma l'impegno dell'azienda per la tutela dell'ambiente e il rispetto delle normative in materia di sostenibilità.



*Pressa piegatrice XP165-3000 ECO*

Le caratteristiche delle serie a basso impatto ambientale sono:

-*ECO*: nella gamma ECO il motore è controllato da un inverter e si attiva solo quando il macchinare lo necessita, così facendo utilizza solo la potenza richiesta dal processo di piegatura. Durante le fasi di stand-by la pompa si spegne, evitando lo spreco di energia e lo stress dell'olio. La gamma ECO permette un uso sostenibile ed efficiente dell'energia. Il risparmio rispetto alla versione tradizionale può raggiungere il 50%.

-*HYBRID*: grazie al motore brushless (a differenza di un motore a spazzole non ha quindi bisogno di contatti elettrici striscianti sull'albero del rotore per funzionare), c'è la possibilità di controllare con precisione il movimento parte superiore (traversa superiore) riducendo l'utilizzo della quantità di olio idraulico e di energia.

-*STAND-BY*: Nelle presse tradizionali, il motore e la pompa sono continuamente in rotazione. Di conseguenza viene utilizzata energia elettrica a vuoto in più e l'olio idraulico si surriscalda, aumentando i costi di esercizio e il rischio di guasti. Con il sistema Stand-by un dispositivo monitora l'attività della macchina e spegne il motore quando la pressa non viene utilizzata. Appena si riprende a lavorare, il circuito idraulico rientra immediatamente in funzione.

## **INDUSTRIA 4.0 IN GASPARINI.**

Gasparini, dal 2017, è un'azienda certificata 4.0 dal polo tecnologico di Pordenone.

I beni appartenenti alla serie Presse piegatrici e linee automatizzate di Gasparini Industries S.r.l. sono assimilabili ai beni strumentali appartenenti alla Sezione 1 dell'Allegato A del documento Piano nazionale industria 4.0, ossia dei Beni strumentali il cui funzionamento è controllato da sistemi computerizzati o gestiti tramite opportuni sensori e azionamenti e nello specifico pertinente alla categoria n.11 ossia macchine motorizzate e operatrici, strumenti per il carico e lo scarico, pesatura e selezione automatica dei pezzi, come ad esempio carrelli elevatori, elevatori, gru mobili, gru a portale, dispositivi di sollevamento e manipolazione automatizzati, sistemi di trasporto e movimentazione flessibili, dotati di tecnologie di riconoscimento dei pezzi come RFID, visori e sistemi di visione e mecatronici.

Le macchine prodotte dall'azienda Gasparini sono conformi ai modelli di Fabbrica Intelligente grazie all'utilizzo di standard di comunicazione aperti, alla collaborazione con le aziende leader mondiali e a un team di sviluppo software che permettono all'azienda di fornire molti servizi evoluti.

In sintesi, le macchine prodotte da Gasparini sono in grado di integrarsi perfettamente in un contesto di produzione digitale e di adattarsi alle esigenze del cliente, grazie all'utilizzo di tecnologie avanzate e alla collaborazione con partner di primo livello nel settore. Questo rende le macchine di Gasparini un'ottima scelta per le aziende che vogliono adottare una strategia di produzione basata sull'Industry 4.0.

### **Interconnessione**

- Interfacciamento con i sistemi informativi
- Interconnessione con altri macchinari
- Programmazione remota




### **Assistenza remota Tele-Link**

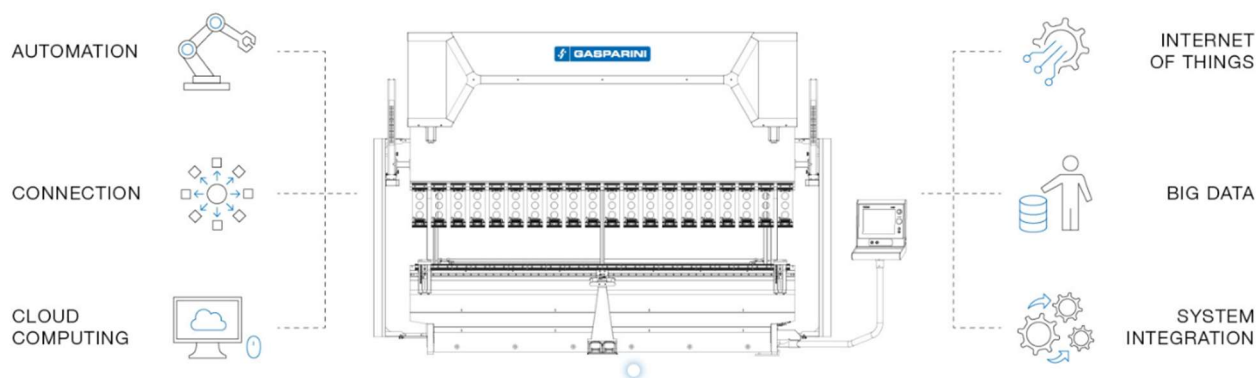
- Verifica del funzionamento della macchina
- Configurazione a distanza



I CNC sono dei componenti fondamentali che conferiscono alle macchine la capacità di operare in modo intelligente. Grazie a questi dispositivi, è possibile caricare programmi di piega o disegni tecnici e svolgere funzioni avanzate attraverso un'interfaccia utente intuitiva e facile da usare. Inoltre, grazie all'utilizzo dello strumento TeleLink, è possibile monitorare l'operatività della pressa piegatrice e intervenire per effettuare manutenzioni a distanza.

## FUNZIONALITÀ

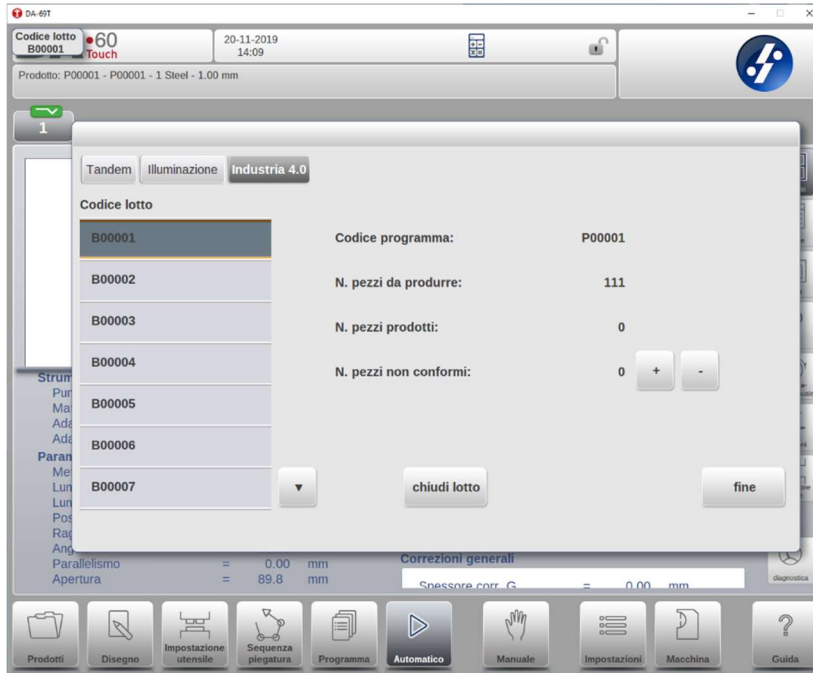
-  Controllo qualità e tempo ciclo
-  Caratterizzazione del materiale
-  Manutenzione predittiva e preventiva



*Schema 4.0 su una pressa piegatrice Gasparini*

### Cinque requisiti.

- 1) Il controllo della macchina deve essere effettuato tramite l'utilizzo di sistemi informatici quali il CNC (Controllo Numerico Computerizzato) e il PLC (Controllore Logico Programmabile).
- 2) Connessione che permette l'interazione tra i sistemi informatici di una fabbrica e la possibilità di caricare istruzioni e/o programmi da un luogo remoto. In questo modo, è possibile programmare e controllare le attività di produzione anche da postazioni esterne alla fabbrica stessa, rendendo più efficiente e flessibile il processo produttivo.
- 3) L'automatizzazione dell'integrazione del sistema logistico della fabbrica o della rete di fornitura o delle altre macchine del ciclo produttivo.
- 4) L'interfaccia tra uomo e macchina deve essere facile da utilizzare e intuitiva, in modo da permettere all'utente di interagire con il dispositivo in modo efficace e senza difficoltà. Alcune delle caratteristiche che possono contribuire a creare un'interfaccia utente di successo includono l'uso di icone e simboli riconoscibili
- 5) L'attività lavorativa deve essere organizzata e svolta nel rispetto delle norme più aggiornate per la sicurezza, la salute e l'igiene sul luogo di lavoro. Ciò implica che siano previste e adottate tutte le misure necessarie per garantire la protezione dei lavoratori, prevenire gli infortuni e le malattie professionali, nonché promuovere e tutelare il benessere fisico e psicologico del personale.



*Interfaccia Telelink del software 4.0 sulla pressa Gasparini.*

Speciali software trasformano questi dati in informazioni utili per:

- controllare la qualità dei lavorati
- Analizzare preventivamente i vari pezzi
- Eseguire una manutenzione preventiva
- Prevenire dei possibili guasti
- Tracciare i pezzi e avanzamento commesse
- Stimare il tempo totale di lavorazione
- Utilizzo del materiale

L'automazione e l'Industria 4.0 mirano a produrre lotti personalizzati ma con costi simili a quelli delle grandi produzioni. Gasparini, grazie alla sua ricerca e sviluppo, ha sviluppato il concetto di Super-custom che consente alla pressa piegatrice di aumentare la flessibilità della produzione riducendo la variabilità e gli errori. Gli impianti di piegatura automatizzati 4.0 rappresentano un'alternativa flessibile alle linee di profilatura e sono ideali per chi ha bisogno di cambiare spesso dimensioni e forma dei profili. Questi impianti riducono gli sprechi e consentono di determinare con precisione tempi e costi di produzione.

Monitorando le informazioni vitali della macchina, è possibile controllare le caratteristiche del materiale e le fasi di lavorazione, riducendo il rischio di guasti.

Collegando la piegatura alle altre macchine presenti nello stabilimento e alla rete aziendale, si possono tracciare i flussi di lavoro e controllare i colli di bottiglia.

-Selezionando il lotto di produzione visualizziamo la quantità totale di pezzi da piegare.

-Viene direttamente caricato il programma di piega in modalità automatica.

Questo processo di automatizzazione e integrazione con Industria 4.0 consente alla azienda di ridurre gli sprechi e abbattere i costi, mantenendo un forte legame con la sostenibilità e il raggiungimento degli obiettivi di sviluppo sostenibile.

Gasparini è fortemente convinta che l'integrazione della sostenibilità nel proprio modello di business impatterà significativamente il proprio operato nei prossimi anni.



*Impianto 4.0 marchiato Gasparini*



### 3.2

### MENEGHIN SRL

Meneghin S.r.l. è un'azienda leader nel mercato mondiale per la progettazione, la costruzione e il montaggio di impianti completi per l'allevamento intensivo e professionale di conigli.

Da ormai molti anni l'originaria azienda che lavorava solo in Italia si è espansa a molti altri paesi.

Meneghin fa parte di un gruppo aziendale (gruppo SKA) che offre al mercato internazionale ambienti per allevamento di animali.

Meneghin ha realizzato i più grandi e moderni allevamenti di conigli esistenti in Europa.



*Facciata principale di Meneghin S.r.l.*

Anche le attrezzature della maggior parte dei centri genetici per conigli ha il Marchio Meneghin.

È opportuno specificare che oltre alla produzione di una vasta gamma di prodotti per l'allevamento intensivo di conigli da carne, l'azienda produce attrezzature per conigli da laboratorio (per ricerca medica e produzione di vaccini e medicinali per la salute umana) e attrezzature per lepri (da caccia e ripopolamento).

Oggi Meneghin S.r.l., primo produttore in Europa per attrezzature cunicole, grazie alla sua struttura e specializzazione, è in grado di soddisfare qualsiasi esigenza partendo dalla progettazione dell'impianto fino alla consegna "chiavi in mano".

Il range di prodotti è vasto e comprende le gabbie, i sistemi di alimentazione meccanizzata, di pulizia, di controllo ambientale (ventilazione, raffreddamento, riscaldamento) e vari tipi di accessori.

## Gabbie



L'azienda è certificata 4.0, dispone di magazzini verticali e di un processo produttivo automatizzato per le attività di taglio e saldatura dei componenti.

Come anticipato nel capitolo precedente, Industria 4.0 rappresenta un'enorme opportunità anche nel settore dell'agricoltura, di conseguenza l'azienda da subito ha cercato di implementare il piano analizzando i punti in cui la propria attrezzatura potesse essere sfruttata. Rispettando le indicazioni della WRSA (World Rabbit Science Association, l'associazione mondiale dei veterinari che si occupano di conigli), sulla base del quale anche il Ministero della Salute italiano ha emanato le linee guida per l'allevamento dei conigli, Meneghin ha applicato il piano 4.0 per avere un riscontro economico, ma soprattutto per rispettare il benessere dell'animale.

Dopo aver individuato la voce 7.12 nel documento Agricoltura 4.0, più specificatamente "DISTRIBUZIONE E CONTROLLO DELLE ALIMENTAZIONI SOLIDE E LIQUIDE"

-Beni strumentali il cui funzionamento è controllato da sistemi computerizzati o gestito tramite opportuni sensori e azionamenti.

Meneghin ha pensato di implementare questa opportunità per ridurre gli sprechi e ottimizzare l'allevamento.

I sistemi automatici di preparazione dei pasti sono dedicati alla preparazione, al trasporto e alla successiva distribuzione degli alimenti per gli animali da allevamento.

Questi sistemi vengono impiegati per gestire al meglio la frequenza e la composizione dei pasti al fine di stimolare l'attività degli animali, ridurre i residui nella mangiatoia, adattare il volume della razione per gruppi di diverse dimensioni o dimensioni variabili, e ridurre le esigenze di spazi coperti e/o di aree improduttive. Questi sistemi sono tipicamente costituiti da un insieme di macchinari che operano in maniera concorrente e coordinata al fine di svolgere le varie fasi che costituiscono l'alimentazione automatica, in base alla tipologia di allevamento, agli animali e alla loro disposizione fisica negli spazi dell'azienda.



Le gabbie marchiate Meneghin, in precedenza erano dotate di tutti gli accessori necessari ma la distribuzione del mangime era solamente meccanizzata.



*Allevamento cunicolo marchiato Meneghin*

È importante sapere che nel costo di un kg di carne, il mangime rappresenta il 60% e un altro 10% è rappresentato dal costo delle proteine e dei medicinali che vengono distribuiti nell'acqua di abbeveraggio. Di conseguenza, si è pensato che gestire e controllare queste due funzioni, e integrare l'attrezzatura nella categoria 4.0, potesse portare ad una diminuzione del costo per kg di carne.

Grazie ad uno studio condotto dall'Università Agricola di Padova, si è concluso che razionando il mangime il coniglio, l'animale avrebbe raggiunto lo stesso peso mangiando circa il 20% di mangime in meno.

Inoltre, molte proteine e medicinali, in precedenza, andavano sprecati in quanto non vi era un razionamento adeguato, a causa del mancato controllo dell'abbeveraggio.

La soluzione a ciò è stata investire su una centralina computerizzata.

Di norma viene studiata una curva di alimentazione ideale per ottimizzare la razione alimentare del coniglio in base all'età.

Dopodiché si inseriscono nel sistema quanti grammi di mangime vengono distribuiti in 1 minuto dal funzionamento meccanico, l'allevatore all'inizio del ciclo inserisce quanti conigli ci sono in quella fila, che età hanno e a che ora deve iniziare la distribuzione.

La centralina, dopo aver calcolato tutte le razioni, distribuisce il mangime incrementandolo giorno per giorno.

Perché tutto funzioni sono necessari due controlli:

1) Sui silos vengono posizionate delle celle di carico e viene controllato se il mangime distribuito dalla centralina risulta uguale al mangime prelevato sui silos, per evitare discrepanze nel processo.

2) Vengono inserite delle celle di carico su 1 gabbia campione dove all'interno ci sono circa 100 animali. Controllando il loro incremento in rapporto ad una tabella l'allevatore controlla che la distribuzione non sia sottodimensionata.

La distribuzione idrica viene controllata tramite elettrovalvole e contaltri.

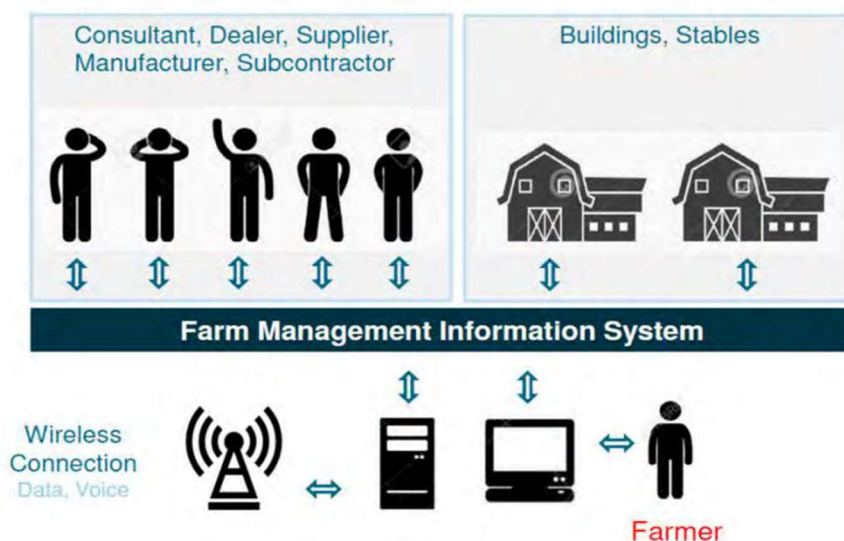
È sufficiente stabilire quanti centilitri devo dare a coniglio, inserire i conigli totali e poi la centralina distribuisce la giusta quantità.

Viene fornito all'allevatore un programma gestionale che permette di controllare tutto l'allevamento; ad un'ora stabilita tutti i dati della centralina vengono scaricati sul programma gestionale dando l'opportunità all'allevatore di conoscere in anticipo il suo costo kg/carne.

Tutto questo è anche gestibile da Remoto.

Grazie a Industria 4.0 si riesce ad influire sul 70% del prezzo finale del coniglio, contribuendo enormemente al raggiungimento degli obiettivi sostenibili, garantendo una miglior igiene negli allevamenti, riducendo gli sprechi di mangime, acqua, energia, medicine e risorse.

In conclusione, questa automatizzazione e questo controllo della preparazione, del trasporto e della successiva distribuzione degli alimenti per gli animali da allevamento, tutto reso possibile da Industria 4.0, stabilisce un grande passo per la sostenibilità d'impresa.



*Agricoltura 4.0: collegamento tra sistemi automatici e allevamento*

## CONCLUSIONE

In conclusione, l'innovazione sostenibile rappresenta un'opportunità cruciale per raggiungere gli obiettivi di sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite entro il 2030. Le tecnologie e le strategie innovative possono essere utilizzate per affrontare le sfide ambientali, sociali ed economiche che il mondo sta affrontando. Le soluzioni sostenibili devono essere implementate a livello globale per ridurre l'impatto delle attività umane sull'ambiente e migliorare la qualità della vita delle persone.

Il coinvolgimento delle imprese e delle organizzazioni della società civile è essenziale per lo sviluppo e l'implementazione di soluzioni sostenibili. In questo senso, gli SDGs rappresentano un quadro comune che guida le azioni delle organizzazioni per contribuire al raggiungimento di un futuro sostenibile per tutti.

La mia ricerca ha dimostrato che l'innovazione sostenibile può fornire soluzioni concrete alle sfide globali, come la lotta ai cambiamenti climatici, la riduzione della povertà e dell'insicurezza alimentare e l'aumento della produzione sostenibile.

Industria 4.0, in particolare, costituisce un'opportunità senza precedenti per promuovere l'innovazione sostenibile. Grazie all'uso di tecnologie avanzate come l'Internet delle Cose, la robotica, l'intelligenza artificiale e la stampa 3D, le imprese possono migliorare la loro efficienza, ridurre gli sprechi di materiali e di energia, e minimizzare l'impatto ambientale della loro produzione. La sostenibilità diventa così non solo un obiettivo etico, ma anche una fonte di vantaggio competitivo per le imprese.

I casi studio che ho esposto; la gestione dei rifiuti, la riduzione degli sprechi di materiali e alimenti, l'ottimizzazione dei processi produttivi rappresentano degli ottimi punti da cui partire per rendere il nostro pianeta più sano, seguendo le indicazioni dell'ONU e dell'agenda 2030.

In conclusione, la mia tesi ha dimostrato l'importanza dell'innovazione sostenibile per la realizzazione degli SDGs, e l'urgente necessità di promuovere la collaborazione tra governi, imprese e società civile per creare un futuro più sostenibile per tutti.

Tuttavia, per raggiungere questi obiettivi, è necessario un cambiamento culturale e la cooperazione a livello globale.

Ognuno di noi è responsabile del cambiamento terrestre, ogni piccola azione può fare la differenza, la sostenibilità non è solo una scelta, ma una responsabilità che tutti noi dobbiamo assumere per garantire un futuro sano e vivibile per le generazioni a venire.

“La più grande minaccia al nostro pianeta è la convinzione che lo salverà qualcun altro.”

Robert Swan



Nr. Parole: 9755

## **RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI**

- 1 Roegen, N.G. (1971), *The Entropy Law and the Economic Process*, Harvard University Press.
- 2 Assemblea generale delle Nazioni Unite, 2015.
- 3 Henry William Chesbrough, 2003, *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*
- 4 Mitchell, D. and Coles, C. (2003), "The ultimate competitive advantage of continuing business model innovation", *Journal of Business Strategy*
- 5 Fichter, K. & Clausen, J. (2016). *Diffusion Dynamics of Sustainable Innovation*
- 6 Lynda Applegate, 25 gennaio 2017. Presentazione ai beneficiari della sovvenzione dell'Innovation Fund Denmark, Hotel Scandic Copenhagen, Vester Søgade 6, 1601 København.
- 7 Oksanen, K., & Hautamäki, A. (2015). *Sustainable Innovation: A Competitive Advantage for Innovation Ecosystems*. *Technology Innovation Management Review*
- 8 Fichter, K. (2005). *Interpreneurship: Nachhaltigkeitsinnovationen in interaktiven Perspektiven eines vernetzenden Unternehmertums*.
- 9 Nilsson, M.; Griggs, D.; Visbeck, M. Policy: Map the interactions between Sustainable Development Goals. *Nat. News* 2016
- 10 Okraszewska, R.; Romanowska, A.; Wołek, M.; Oskarbski, J.; Birr, K. Integration of a multilevel transport system model into sustainable urban mobility planning. *Sustainability* 2018
- 11 Schikofsky, J.; Dannewald, T.; Kowald, M. Exploring motivational mechanisms behind the intention to adopt mobility as a service (MaaS): Insights from Germany. *Transp. Res. Part A Policy Pract.* 2020
- 12 Arias-Molinares, D.; García-Palomares, J. The Ws of MaaS: Understanding mobility as a service from a literature review. *IATSS Res.* 2020
- 13 Piano industriale Industria 4.0, 2016
- 14 MacArthur, E. (2016). *Intelligent Assets: Unlocking the Circular Economy Potential*, Ellen MacArthur Foundation.
- 15 Stahel, W. R. in *The Circular Economy* (Ellen MacArthur Foundation, 2016).

- 16 J. Korhonen, A. Honkasalo, J. Seppälä. Circular economy: the concept and its limitations 2018
- 17 Romero, David, Johan Stahre, and Marco Taisch. "The Operator 4.0: Towards socially sustainable factories of the future." *Computers & Industrial Engineering* 139 (2020): 106128.
- 18 Bai, Chunguang, et al. "Industry 4.0 technologies assessment: A sustainability perspective." *International journal of production economics* 229 (2020): 107776.21 Seadon, Jeffrey K. "Sustainable waste management systems." *Journal of cleaner production* 2010
- 19 Lee, S. "Role of social and solidarity economy in localizing the sustainable development goals." *International Journal of Sustainable Development & World Ecology* 27.1 (2020)
- 20 Seadon, Jeffrey K. "Sustainable waste management systems." *Journal of cleaner production* (2010):
- 21 Chen, Whai-En, et al. "A smart IoT system for waste management." 2018 1st International cognitive cities 2018
- 22 Saleem, Wajeeha, et al. "Latest technologies of municipal solid waste management in developed and developing countries: A review." *International Journal of Advanced Science and Research* 2016
- 23 Yoshida, Fumikazu, and Haruyo Yoshida. "WEEE management in Japan." *Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) Handbook*. Woodhead Publishing, 2019.
- 24 Arebey, M., Hannan, M. A., Basri, H., Begum, R. A., & Abdullah, H. (2011). Integrated technologies for solid waste bin monitoring system. *Environmental monitoring and assessment*,
- 25 Misra, Debajyoti, et al. "An IoT-based waste management system monitored by cloud." *Journal of Material Cycles and Waste Management* 2018
- 26 Hoyer, Christian, Indra Gunawan, and Carmen Haule Reaiche. "The implementation of industry 4.0—a systematic literature review of the key factors." *Systems Research and Behavioral Science* 37.4 (2020)
- 27 Kannan, Devika, Kannan Govindan, and Madan Shankar. "Formalize recycling of electronic waste." *Nature* 530.7590 (2016)
- 28 Bronson, M. C. "Treatment of solid wastes." *Separation Techniques in Nuclear Waste Management* (1995) 153 (2017).

30 Pariatamby, Agamuthu, et al. "Municipal solid waste management in Asia and the Pacific Islands." Environmental Science, Springer, Singapore 201 (2014).

31 Rawlins, James, et al. "Waste to energy in Indonesia: Assessing opportunities and barriers using insights from the UK and beyond." United Kingdom: Carbon Trust (2014).

32 Sudibyo, Hanifrahmawan, et al. "Technological evaluation of municipal solid waste management system in Indonesia." Energy Procedia 105 (2017)

## **SITOGRAFIA**

<https://asvis.it/rapporto-asvis-2022/>

<https://dashboards.sdgindex.org/rankings>

<https://asvis.it/goal9/home/425-3131/piu-sostenibili-vuol-dire-piu-produttive-listat-sulla-competitivita-dimpresa>

[https://www.governo.it/sites/governo.it/files/industria\\_40\\_MISE.pdf](https://www.governo.it/sites/governo.it/files/industria_40_MISE.pdf)

<https://wrap.org.uk/resources/report/employment-and-circular-economy>

<https://www.bmwgroup.com/en/innovation/company/industry-4-0.html>

[https://smart-cities-marketplace.ec.europa.eu/sites/default/files/2021-04/the\\_making\\_of\\_a\\_smart\\_city\\_-\\_best\\_practices\\_across\\_europe.pdf](https://smart-cities-marketplace.ec.europa.eu/sites/default/files/2021-04/the_making_of_a_smart_city_-_best_practices_across_europe.pdf)

<https://www.bipformaas.it/cosa-e-maas-lets-learn/>

<https://2inno.eu/it/content/il-processo-stage-gate-cooper>

<https://www.istat.it/storage/rapporti-tematici/sdgs/2022/Rapporto-SDGs-2022.pdf>

<https://www.gasparini.com/>

<https://www.meneghin.it/ita/>

<https://www.legaltechitalia.eu/economia-circolare-e-blockchain-la-tecnologia-al-servizio-della-green-economy/>

<https://www.mdpi.com/1996-1944/14/13/3549>

<https://www.osservatori.net/it/ricerche/osservatori-attivi/transizione-industria-40>