

POLITECNICO DI TORINO



Corso di Laurea in Ingegneria Energetica e Nucleare

Tesi di Laurea Magistrale

Sostenibilità e risparmio energetico nelle industrie

Relatore
prof. Marco Badami

Laureanda
Arianna Toeschi

Tutori Aziendali
Trigenia S.r.l.
Dott. Stefano Dessi
Dott.ssa Sophie Merlo

Ottobre 2024

Sommario

L'energia e la sostenibilità rappresentano due pilastri fondamentali per il futuro delle industrie, in particolare nel contesto della transizione ecologica richiesta dall'Accordo di Parigi e dagli obiettivi dell'Agenda 2030 delle Nazioni Unite. Questa tesi analizza in dettaglio il nesso tra energia e sostenibilità, con un focus specifico su un caso studio aziendale, Mattioli S.p.A., un'azienda impegnata nello sviluppo del suo primo report di sostenibilità. L'elaborato si concentra sull'importanza dell'energia come fattore cruciale per la sostenibilità e, allo stesso tempo, dimostra come l'integrazione della sostenibilità stessa possa portare a miglioramenti energetici significativi.

Attraverso l'analisi delle emissioni di gas serra e il calcolo del *carbon audit*, sono stati identificati i punti critici dell'azienda, che hanno guidato lo sviluppo di un piano di sostenibilità. Quest'ultimo include strategie per la riduzione delle emissioni di gas serra, basate sull'applicazione di tecnologie energetiche innovative, quali pompe di calore, impianti fotovoltaici e sistemi di recupero del calore. Queste soluzioni contribuiscono a un miglioramento dell'efficienza energetica e alla riduzione delle emissioni, in linea con il Protocollo *Science-Based Targets* (SBTi).

Il lavoro si completa con una valutazione degli strumenti di rendicontazione della sostenibilità aziendale, comparando gli standard GRI ed ESRS (nuovi standards europei), e sottolineando le sfide normative e operative legate all'adozione di queste nuove direttive europee. La tesi dimostra come l'adozione di pratiche sostenibili sia non solo una necessità normativa, ma anche un'opportunità strategica per migliorare le performance energetiche e ambientali delle industrie.

Indice

Elenco delle figure	VI
Elenco delle tabelle	VIII
Introduzione	1
1 Presentazione obiettivo e metodologia di analisi	3
1.1 Ruolo dell'energia nel quadro di sostenibilità	3
1.2 Contesto normativo e ambito di sostenibilità	4
1.2.1 Sostenibilità a livello europeo	5
1.2.2 Cosa ha portato alla Direttiva (UE) 2022/2464	6
1.2.3 Direttiva (UE) 2022/2464	10
1.2.4 La sostenibilità nella legislazione italiana a confronto	14
1.2.5 L'acronimo ESG	16
1.3 Presentazione del metodo di analisi	19
1.3.1 Mappa delle analisi svolte	19
1.3.2 Tabella delle analisi svolte	20
1.4 Presentazione del caso studio	24
2 Carbon audit	26
2.1 Definizione dell'analisi e procedura	26
2.1.1 Reperimento dei dati	29
2.2 Risultati del carbon audit e confronto con i peers	30
2.3 Criticità evidenziate	36
2.3.1 Il punto dell'auditor	36
2.3.2 Il punto dell'azienda	37
3 Sviluppo del piano di sostenibilità e collegamenti con gli aspetti energetici	39
3.1 Le soluzioni proposte e confronto con i peers	39
3.1.1 Riduzione scope 1	40
3.1.2 Riduzione Scope 2	41
3.1.3 Confronto con i peers	42
3.2 Applicazioni tecnologiche sul caso studio e approfondimenti	47
3.2.1 Pompe di calore	47
3.2.2 Recupero del calore di scarto	55

3.2.3	Fotovoltaico & PPA/GO	61
4	Sviluppo SBTi e planning degli interventi	69
4.1	Presentazione dell'SBTi tool e risultati ottenuti	70
4.2	Pianificazione degli interventi	72
4.2.1	Incentivi per gli interventi	72
4.2.2	Presentazione scenari proposti	75
5	Bilancio ESG	77
5.1	Standard GRI	77
5.1.1	Implementazione dello standard	79
5.1.2	Matrice di materialità	81
5.2	Stesura del report	83
6	Aggiornamento del report in linea con la CSRD	84
6.1	Struttura degli ESRS e indicazioni generali	84
6.2	Nuova organizzazione dei topics	89
6.2.1	Topics di interesse per l'azienda	90
	Conclusioni	91
	Glossario	92
A	Allegati	98
A.1	Analisi di Materialità	98
A.2	Stesura del report	102
A.3	ESRS a confronto con i GRI	103
	Riferimenti bibliografici	107

Elenco delle figure

1.1	SDGs in relazione con l'energia	3
1.2	Contesto energetico nel bilancio di sostenibilità e riferimento alle normative e standard seguiti	4
1.3	Informazioni di rendicontazione non finanziaria richieste nella NFRD.	6
1.4	Limiti della NFRD	6
1.5	Timeline del quadro normativo sulla sostenibilità, sviluppatosi in Europa dal 2015	7
1.6	Citazione dal testo del Regolamento (UE) 2019/2088	8
1.7	Citazione dal testo del Green Deal Europeo	9
1.8	Citazione dal testo del Regolamento (UE) 2020/852	9
1.9	Riassunto del contesto europeo in cui si inserisce la CSRD	10
1.10	Sintesi grafica delle novità apportate dalla CSRD	11
1.11	Rendicontazione delle informazioni riguardo alla <i>governance</i>	12
1.12	Tempistiche di recepimento della direttiva modificativa	13
1.13	Confronto del recepimento della Direttiva 2014/95/EU in Italia e altri Paesi europei presi d'esempio	14
1.14	Panoramica dell'attuazione di controlli e verifica delle informazioni contenute nelle DNF	15
1.15	Sintesi delle origini dell'interesse verso problematiche ESG	17
1.16	Mappa concettuale delle analisi svolte durante il percorso tesi	19
1.17	Certificazioni di Mattioli S.p.A.	25
2.1	Le tre categorie di emissioni di GHG: <i>Scope 1</i> , <i>Scope 2</i> , <i>Scope 3</i>	27
2.2	Flusso delle attività da svolgere per realizzare il carbon audit	28
2.3	<i>Scope 3</i> : confronto delle diverse categorie tra i <i>peers</i>	34
2.4	Dislocamento delle diverse sedi produttive dei <i>peers</i>	35
2.5	Dimensioni delle aziende a confronto	35
2.6	Emissioni dovute alle materie prime: confronto individuazione FE	37
3.1	Soluzioni proposte per Mattioli S.p.A.	40
3.2	Rendimento produzione aria compressa	40
3.3	Processo di Certificazione LEED e Fattori Critici di Efficienza Energetica	44
3.4	Schema componenti e ciclo della pompa di calore	50
3.5	Proprietà chimico-fisiche richieste ai fluidi frigorigeni	51
3.6	Restrizioni sui gas utilizzabili previsti Regolamento (UE) n.2024/573 [50]	52

3.7	Layout di sistema per un GWHP indiretto [55]	54
3.8	Target di consumo primario e finale rispetto al 2007 con obiettivo al 2030 [58]	57
3.9	Caratterizzazione delle tecnologie per WHR [61]	58
3.10	Infografica del progetto Water-Energy Nexus [63]	60
3.11	Tecnologie incentivate dai decreti FER-1 e FER-2	64
3.12	PPA: benefici del produttore	65
3.13	PPA: benefici dell'acquirente	66
3.14	PPA: benefici del finanziatore	66
3.15	Diagramma del PPA fisico	66
3.16	Diagramma del PPA finanziario o virtuale	67
3.17	Diagramma PPA multi-acquirente	67
3.18	Diagramma PPA <i>self-owned off-site</i>	67
4.1	Adesione globale alla SBTi e coinvolgimento per tipologia di organizzazione	69
4.2	Procedimento per definire i target "science-based"	70
4.3	Alcuni criteri e raccomandazioni generali estrapolati dall' <i>SBTi corporate near-term criteria</i>	71
4.4	Il meccanismo complessivo del mercato dei titoli di efficienza energetica [71]	73
4.5	Requisiti per l'ammissibilità dei progetti di efficientamento ai TEE	74
4.6	Proposta pianificazione interventi: scenario 1	75
4.7	Proposta pianificazione interventi: scenario 2	75
5.1	Requisiti di rendicontazione imposti dal GRI 1	78
5.2	Principi di rendicontazione dati dal GRI 1	79
5.3	Attività svolte al fine di implementare il modello fornito dal GRI	80
5.4	GRI 3: Determinazione dei temi materiali	81
5.5	Coinvolgimento di un'organizzazione rispetto ad un impatto	82
5.6	WJI <i>framework structure</i> [73]	83
6.1	Documentazione e struttura dell'ESRS [74]	85
6.2	Informazioni correlate alla catena del valore negli standard ESRS [74]	87
6.3	Schema del funzionamento del principio di doppia rilevanza [74]	88
6.4	Indicazioni rispetto all'omissione di argomenti dei <i>topical standard</i>	89
6.5	Topics di interesse per l'azienda	90
A.1	Analisi di materialità: GRI 14 (pt.1)	99
A.2	Analisi di materialità: GRI 14 (pt.2)	100
A.3	Analisi di materialità: confronto con benchmark	101
A.4	Analisi di materialità: domanda di esempio presente nel questionario somministrato	102

Elenco delle tabelle

1.1	Confronto prima e ultima survey sull'applicazione del D.lgs. 254/2016	15
1.2	Pertinenze energetiche e di sostenibilità degli argomenti trattati	24
2.1	Confronto delle fonti utilizzate per reperire i fattori di emissione	29
2.2	Bilancio delle emissioni percentuali di Mattioli S.p.A. per l'anno 2023 e 2022	31
2.3	Confronto delle emissioni: Mattioli rispetto ai <i>peers</i>	31
2.4	Contesto dell'analisi: attività considerate, confronto con i <i>peers</i>	32
3.1	Confronto soluzioni proposte per la riduzione di <i>Scope 1</i> e <i>2</i>	43
3.2	Confronto soluzioni proposte per la riduzione di <i>Scope 3</i>	46
3.3	Strategie di Riduzione delle Emissioni per <i>Scope 1</i> e <i>Scope 2</i>	47
3.4	Dimensionamento delle pompe di calore per Mattioli	48
3.5	Confronto dei diversi fluidi frigorigeni, dati reperiti da [52] e [53]	53
3.6	Calcoli recupero termico da calore di scarto compressore Mattioli	55
3.7	Confronto diverse tecnologie di WHR	59
3.8	Calcoli dimensionamento fotovoltaico per stabilimento futuro Mattioli	61
5.1	Temi materiali che si sono scelti per il report di sostenibilità 2023	83
6.1	Disposizioni transitorie date dall'ESRS 1, paragrafo 10	88
A.1	Temi potenzialmente materiali sottoposti a Mattioli S.p.A.	98
A.2	KPIs imposti per il monitoraggio dei progressi su <i>climate resilience</i>	102
A.3	Confronto ESRS vs GRI	106

Introduzione

L'Europa, negli ultimi dieci anni, ha intensificato il proprio impegno verso lo sviluppo sostenibile, un concetto che oggi permea ogni aspetto della nostra vita quotidiana. Tuttavia, per realizzare il cambiamento desiderato, è fondamentale coinvolgere le dinamiche economiche, orientando i flussi di capitale – sia pubblico che privato – verso il finanziamento di iniziative sostenibili.

Il concetto di sostenibilità è strettamente connesso alla gestione dell'energia. L'efficientamento energetico, ovvero la riduzione dei consumi e l'adozione di fonti rinnovabili, non solo contribuisce alla riduzione delle emissioni di gas serra, ma rappresenta un motore fondamentale per la competitività aziendale, poiché permette di abbassare i costi operativi e di migliorare la reputazione in termini ambientali.

Guidata da documenti strategici di riferimento come l'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile, l'Accordo di Parigi e il Green Deal europeo, l'industria europea ha avviato un processo di efficientamento energetico per affrontare le sfide globali. Un passo cruciale in questa direzione è stato compiuto con l'introduzione della direttiva UE 2022/2464, nota come *Corporate Sustainability Reporting Directive* (CSRD), che ha intensificato gli obblighi di rendicontazione per le organizzazioni operanti nel territorio europeo. La dichiarazione di sostenibilità si configura quindi come uno strumento con un duplice obiettivo: da un lato, impone alle aziende di adottare pratiche più virtuose per restare competitive sul mercato, dall'altro, orienta gli investimenti di capitale verso progetti che rispettano criteri ambientali, sociali e di *governance* (ESG).

Questa tesi dimostra come il bilancio di sostenibilità, attraverso una rendicontazione accurata dei consumi e delle fonti energetiche, possa fungere da leva per ottimizzare i processi industriali. La riduzione dei consumi energetici, l'integrazione di fonti rinnovabili e l'adozione di tecnologie efficienti, come le pompe di calore e il recupero di calore, sono strumenti essenziali per il raggiungimento degli obiettivi di riduzione delle emissioni di gas serra stabiliti dall'Accordo di Parigi.

Sebbene la sostenibilità abbracci tre dimensioni distinte – ambientale, sociale e di *governance* – questa tesi dimostrerà come il bilancio di sostenibilità possa agire da catalizzatore per l'efficientamento energetico. Infatti, l'obbligo di rendicontare le emissioni e i consumi energetici, nonché di stabilire obiettivi di riduzione, spinge le aziende a implementare interventi energetici più efficaci per raggiungere tali obiettivi.

I capitoli successivi approfondiranno il legame cruciale tra sostenibilità ed energia, con un'analisi dettagliata delle tecnologie proposte all'azienda oggetto di studio, Mattioli S.p.A., e il loro impatto sui consumi energetici e sulle emissioni di gas serra. Verranno illustrati gli interventi di efficientamento energetico che sono stati proposti per ridurre l'impatto

emissivo dell'azienda e migliorare le sue performance ambientali.

Il **primo** capitolo della tesi introduce il caso studio di Mattioli S.p.A., una realtà operante nel settore della gioielleria, fornendo un'analisi dettagliata del ruolo cruciale che l'energia svolge nell'ottica della sostenibilità. Viene inoltre tracciata una panoramica del quadro normativo che ha portato all'introduzione della Direttiva (UE) 2022/2464, ovvero la CSRD, esaminando le implicazioni di tale normativa per le imprese e come queste debbano affrontare la rendicontazione delle tematiche ESG.

I capitoli successivi (**secondo, terzo e quarto**) si concentrano sulla dimensione energetica dell'analisi: il secondo capitolo illustra il processo di *carbon audit*, i risultati ottenuti e un confronto con altre aziende dello stesso settore; il terzo capitolo propone soluzioni per ridurre le emissioni dell'azienda e descrive l'applicazione di tecnologie specifiche; il quarto capitolo introduce il protocollo *Science-Based Targets initiative* (SBTi), ne spiega gli obiettivi e dettaglia la pianificazione degli interventi nell'azienda oggetto di studio.

Infine, i capitoli **quinto e sesto** sono dedicati al contesto reportistico: il quinto capitolo analizza lo standard utilizzato per la redazione del report (protocollo GRI), descrivendo i passaggi fondamentali e presentando estratti del report stesso; il sesto e ultimo capitolo mette a confronto il nuovo standard europeo ESRS con il GRI, evidenziando i principali aspetti emersi dal quadro normativo.

Capitolo 1

Presentazione obiettivo e metodologia di analisi

1.1 Ruolo dell'energia nel quadro di sostenibilità

Esiste un legame evidente tra sostenibilità ed energia. Un esempio lampante è rappresentato dall'obiettivo principale dell'Accordo di Parigi, che mira a ridurre il surriscaldamento globale. Inoltre, molti degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (SDGs) trattano direttamente o indirettamente questioni legate all'energia (figura 1.1). Questo rapporto tra energia e



Figura 1.1: SDGs in relazione con l'energia

sostenibilità può essere visto anche come bidirezionale. Da un lato, l'adozione di pratiche sostenibili induce cambiamenti significativi nel settore energetico, spesso accelerando trasformazioni che altrimenti sarebbero avvenute più lentamente o non si sarebbero verificate affatto. Ad esempio, un'organizzazione obbligata dalla *Corporate Sustainability Reporting Directive* (CSRD) a rendicontare le proprie performance energetiche, si impegnerà a comunicare il proprio sforzo per ridurre l'impatto ambientale. Ciò può tradursi in investimenti volti a diminuire il consumo energetico e/o a utilizzare fonti di energia rinnovabile.

Dall'altro lato, se gli *stakeholder* di un'azienda sono particolarmente attenti agli aspetti ambientali della sostenibilità, diventa cruciale per l'impresa dimostrare il proprio impegno nella tutela del pianeta. Questo potrebbe comportare l'adozione di pratiche energetiche virtuose, come l'efficienza energetica e l'incremento dell'uso di energie pulite, al fine di migliorare la propria reputazione e competitività sul mercato.

In sintesi, la sostenibilità non solo è influenzata dal settore energetico, ma è anche un motore di innovazione e cambiamento in questo campo, spingendo le organizzazioni verso una gestione più consapevole e responsabile delle risorse energetiche.

1.2 Contesto normativo e ambito di sostenibilità

L'obiettivo che viene posto nella seguente tesi è mostrare il nesso che vi è tra sostenibilità e efficientamento energetico nelle industrie, sviluppando le analisi energetiche che portano a definire i risultati presentati all'interno del contesto di rendicontazione. Come meglio approfondito di seguito al capitolo, la sostenibilità è composta da tre sfere differenti, ovvero: ambientale, sociale e *governance*; all'interno dell'elaborato di tesi verrà approfondito solo il primo dei tre ambiti di sostenibilità.

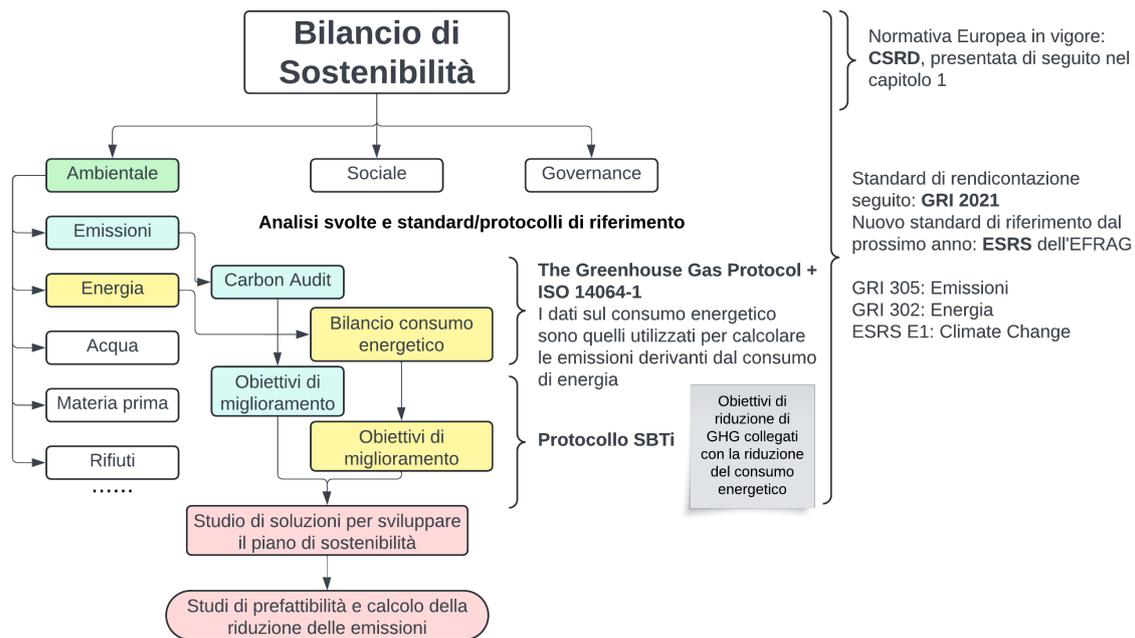


Figura 1.2: Contesto energetico nel bilancio di sostenibilità e riferimento alle normative e standard seguiti

La figura 1.2 presenta un diagramma che sintetizza il contesto in cui si pone l'analisi eseguita all'interno del bilancio di sostenibilità; inoltre, vengono indicate le normative e gli standard che si sono seguiti nelle analisi svolte. In particolare:

- *The greenhouse gas protocol* e ISO 14064:1 sono standard che guidano il processo per sviluppare un *carbon audit* e sono trattati al capitolo 2.
- Protocollo SBTi: è lo standard seguito al fine di porre i target di riduzione rispetto alle emissioni dell'azienda e per sviluppare un piano concreto, basato su principi scientifici, per il raggiungimento di questi obiettivi; ciò viene presentato nel capitolo 4.
- GRI 2021: è lo standard seguito per sviluppare il bilancio di sostenibilità per l'azienda che rappresenta il caso studio e in particolare i GRI 305 "Emissioni" e GRI 302 "Energia" sono quelli specifici per i due temi osservati; al capitolo 5 verranno forniti maggiori dettagli.

- ESRS: è il nuovo standard europeo per la rendicontazione di informazioni di sostenibilità, il quale verrà approfondito al capitolo 6.

Nel contesto di sostenibilità aziendale, la conformità alle normative è fondamentale per garantire che le aziende implementino pratiche responsabili sia dal punto di vista ambientale che sociale. Il quadro normativo delineato guida le imprese nel perseguimento di obiettivi di efficienza energetica e riduzione delle emissioni. Di seguito, viene approfondito come è trattata la sostenibilità a livello europeo e italiano, fornendo un excursus temporale delle normative chiave che si sono succedute in questo contesto.

1.2.1 Sostenibilità a livello europeo

Nel 2014 con la Direttiva 2014/95 del Parlamento Europeo e del Consiglio[1], per la prima volta, si è introdotta la comunicazione di informazioni di carattere non finanziario in forma obbligatoria; essa è conosciuta come *Non-Financial Reporting Directive* (NFRD) e va a modificare la direttiva 2013/34/UE. Viene inserita a seguito di necessità da parte degli stakeholders, quali ad esempio gli investitori e consumatori, di avere maggiore trasparenza delle informazioni sociali e ambientali fornite dalle imprese in modo da migliorare la comunicazione. È importante che l'informazione fornita possa individuare i rischi per la sostenibilità e accrescere quindi la fiducia degli stakeholders, come sottolineato nelle risoluzioni del 6 febbraio 2013 sulla "Responsabilità sociale delle imprese: comportamento commerciale trasparente e responsabile e crescita sostenibile"[2]. Con tale direttiva si è voluto fissare degli obblighi giuridici minimi, precedentemente assenti, attraverso i quali le imprese dovrebbero essere tenute a fornire in modo completo e fedele un quadro delle loro politiche, dei loro risultati e dei rischi a cui sono esposte. Dare accesso agli investitori a informazioni di carattere non finanziario ha come fine, ad esempio, quello di incentivare gli investimenti in termini di efficienza. La NFRD mirava ad enti di interesse pubblico (quotate in borsa, le banche, le assicurazioni) con le seguenti caratteristiche:

- un numero di dipendenti maggiore o uguale a 500;
- il totale dei ricavi maggiore di 40 milioni di euro e/o
- un totale attivo maggiore di 20 milioni di euro.

Alle imprese che rientravano nel target era richiesto di aggiungere alla relazione sulla gestione una dichiarazione di carattere non finanziario contenente almeno informazioni ambientali, sociali, attinenti al personale, al rispetto dei diritti umani, alla lotta contro la corruzione attiva e passiva. La figura 1.3 riporta in modo schematico le informazioni richieste dalla NFRD.

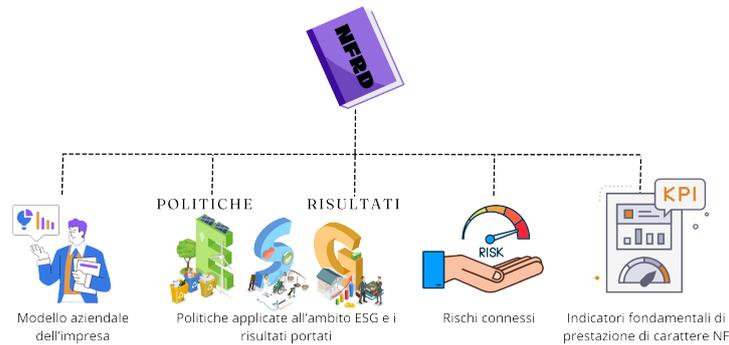


Figura 1.3: Informazioni di rendicontazione non finanziaria richieste nella NFRD.

I KPIs svolgono un ruolo cruciale di collegamento tra l'informazione qualitativa e quantitativa, oltre a dare la possibilità di creare interrelazioni utili al confronto delle prestazioni di imprese simili. Infatti, chi usufruisce delle informazioni fruibili all'interno dei reports di carattere non finanziario, apprezza avere dati quantitativi, in quanto permettono una misura diretta dell'andamento temporale dei risultati ottenuti dal gruppo; questo vale sia per comunicazioni di carattere generale, comuni ad un'ampia gamma di imprese, sia per informazioni specifiche di natura settoriale. Il ruolo fondamentale dei KPIs può essere svolto soltanto se la divulgazione di quest'ultimi viene fatta in modo coerente da un periodo di comunicazione all'altro, in modo da fornire delle tendenze affidabili spiegando il motivo dell'evoluzione di quest'ultimi e l'effetto che hanno portato tali cambiamenti [3]. L'estrema flessibilità lasciata dalla NFRD, presentata con la figura 1.4, rende questi documenti di informazioni non finanziarie "innocui", nel senso che non possono svolgere il ruolo cui avrebbero dovuto ricoprire a livello di cambiamento verso l'impresa sostenibile [4].



Figura 1.4: Limiti della NFRD

1.2.2 Cosa ha portato alla Direttiva (UE) 2022/2464

Subito dopo la pubblicazione della NFRD [1] in Europa hanno fatto comparsa numerosi interventi normativi riguardanti i temi "sostenibilità", "cambiamento climatico", "ESG" (*Environmental, Social, and Governance* vedi la sezione 1.2.5); con la figura 1.5 si sono riassunti in ordine temporale i principali provvedimenti che l'Europa (come continente singolo o come membro delle Nazioni Unite) ha intrapreso.

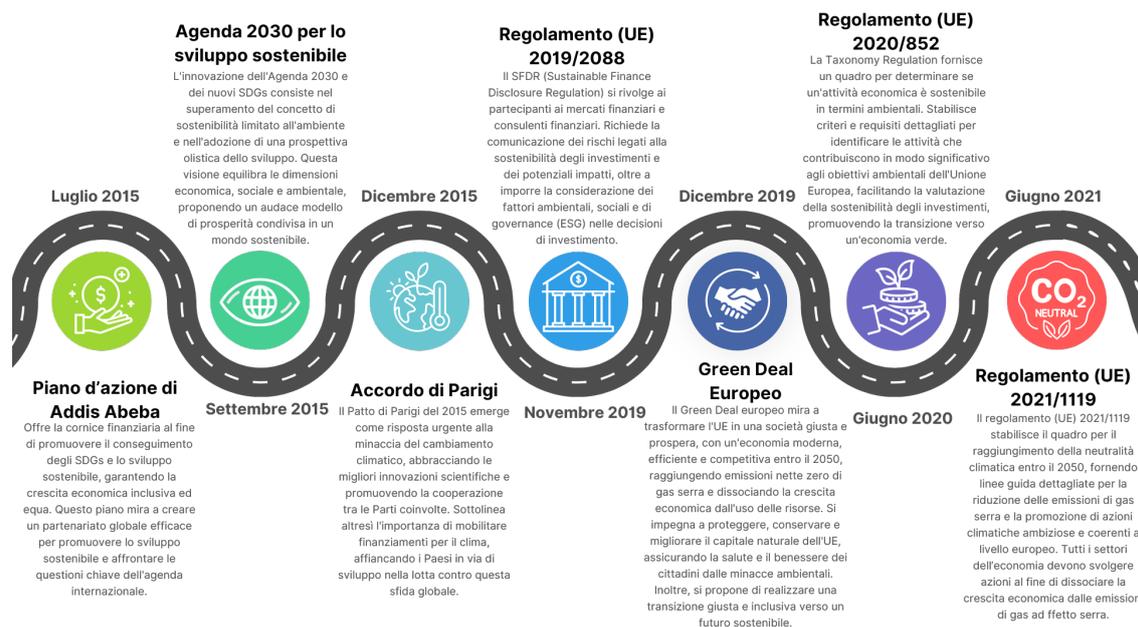


Figura 1.5: Timeline del quadro normativo sulla sostenibilità, sviluppatosi in Europa dal 2015

Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile. Il 25 settembre 2015 l'ONU, ha adottato all'unanimità la risoluzione 70/1 intitolata "Trasformare il nostro mondo. L'Agenda per lo sviluppo sostenibile"[5]. Essa prevede 17 obiettivi di sviluppo sostenibile (SDGs), che gli Stati si impegnano a raggiungere entro il 2030, a loro volta sono articolati in 169 *target* specifici, i quali costituiscono il nuovo quadro per lo sviluppo sostenibile. Quest'ultimo richiede di soddisfare i bisogni attuali senza compromettere la capacità delle future generazioni di fare altrettanto, armonizzando le tre dimensioni della crescita economica, dell'inclusione sociale e della protezione ambientale. Nello stesso anno (2015) sono stati approvati altri rilevanti accordi globali quali il Piano di azione di Addis Abeba e l'Accordo di Parigi.

Piano d'azione di Addis Abeba. Nel luglio del 2015 è stato delineato il "Piano d'azione di Addis Abeba", sottoscritto dai 193 Paesi membri delle Nazioni Unite nel corso della Terza Conferenza Internazionale per il finanziamento dello sviluppo. Il Piano mette in evidenza l'importanza dell'integrazione a livello nazionale dei piani di finanziamento come condizione necessaria per favorire l'affluenza di tutti i flussi finanziari, sia pubblici che privati, destinati al conseguimento degli obiettivi di sviluppo sostenibile; il modello di sviluppo è incentrato sulla buona *governance* [6]. All'interno del piano d'azione di Addis Abeba[7], in particolare, viene esortata l'importanza del fornire, monitorare e verificare i dati al fine di supportare l'Agenda 2030; tali informazioni permettono di tracciare le performance sia degli attori pubblici che privati, in modo da informare tutti gli stakeholders ad ogni livello.

Accordo di Parigi. Nel dicembre 2015 è stata firmata dalle Parti coinvolte nel quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici la convenzione nota come "Accordo di

Parigi" [8]. È fondamentale che vi sia un impegno su tutti i livelli da parte delle autorità pubbliche e dei diversi attori, in linea con le legislazioni nazionali delle parti, nell'affrontare i cambiamenti climatici; soprattutto per quanto riguarda i Paesi più sviluppati, come l'Europa, i quali assumono un ruolo guida per quanto riguarda la promozione di stili di vita, modi di consumo e produzione sostenibili. All'interno dell'articolo 7 dell'Accordo di Parigi viene enfatizzato il fatto che l'azione di adattamento promossa dalle diverse parti deve basarsi su un approccio sensibile all'eguaglianza di genere, partecipativo e pienamente trasparente, che tenga conto di gruppi, comunità ed ecosistemi vulnerabili, e che faccia affidamento alle migliori conoscenze scientifiche disponibili secondo gli ultimi studi condotti. Nel contesto dello sviluppo sostenibile viene imposto che:

- L'aumento delle temperatura media mondiale venga mantenuto ben al di sotto di 2°C rispetto ai livelli preindustriali e che l'azione sia volta a limitare tale aumento a 1,5°C;
- Venga aumentata la capacità di adattamento agli effetti negativi dei cambiamenti climatici, venga promossa la resilienza climatica e lo sviluppo a basse emissioni di gas a effetto serra, con modalità che non attacchino la produzione alimentare;
- I flussi finanziari vengano resi coerenti con un percorso che conduca a uno sviluppo a basse emissioni di gas a effetto serra e resiliente al clima.

Regolamento (UE) 2019/2088. Il 27 novembre 2019 viene costituito dal Parlamento e Consiglio europeo il regolamento relativo all'informativa sulla sostenibilità nel settore dei servizi finanziari (SFRD: *Sustainable Finance Disclosure Regulation*) [9].

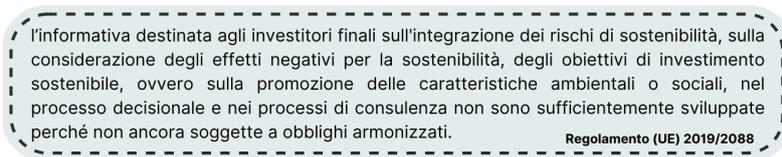


Figura 1.6: Citazione dal testo del Regolamento (UE) 2019/2088

Data l'urgenza di attuare provvedimenti per affrontare le questioni legate alla sostenibilità, si è ribadito che è fondamentale che anche i capitali privati vengano investiti in tal senso. Quindi, è necessario che i partecipanti ai mercati finanziari e i consulenti finanziari comunichino informazioni specifiche riguardanti l'approccio da loro tenuto riguardo l'integrazione dei rischi di sostenibilità e la considerazione degli effetti negativi per la sostenibilità. Questa regolamentazione si pone come obiettivo rafforzare la comparabilità dei prodotti finanziari, promuovendo un metodo comune di comunicazione al fine di rafforzare la comparabilità dei diversi prodotti finanziari all'interno dell'UE.

Green Deal Europeo. A fine 2019, l'unione europea ha introdotto il Green Deal [10], parte integrante della strategia della Commissione per attuare l'Agenda 2030 delle Nazioni Unite. Nel documento viene innanzitutto sottolineato l'impegno della Commissione ad affrontare i problemi legati al clima e all'ambiente. Inoltre, viene nuovamente evidenziata l'importanza che hanno gli investimenti di capitali privati nell'attuazione delle misure per

il clima e per l'ambiente, non basterebbero gli investimenti pubblici a superare la sfida. Al fine di rendere l'economia dell'UE sostenibile sono state elaborate una serie di politiche trasformative, tra cui una riferita all'industria, con l'obiettivo di realizzare un'economia circolare ad impatto climatico zero. Il piano d'azione comprende misure volte ad incoraggiare le imprese ad offrire prodotti riutilizzabili, durevoli e riparabili. Anche nel Green Deal è affermata l'importanza di avere informazioni affidabili, comparabili e verificabili, come si legge nella figura 1.7.

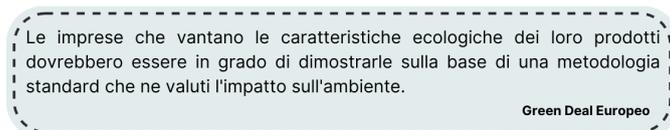


Figura 1.7: Citazione dal testo del Green Deal Europeo

Regolamento (UE) 2020/852. Il 18 giugno 2020 viene introdotto, dal Parlamento e Consiglio europeo, il regolamento volto all'istituzione di un quadro che favorisce gli investimenti sostenibili [11]. Nel documento si legge, ancora una volta, la necessità di adattare il sistema finanziario per poter supportare un funzionamento sostenibile dell'economia (figura 1.8). Il problema riguardo all'identificazione giusta di un investimento sostenibile sta nell'adozione di diversi sistemi di classificazione delle attività sostenibili. Infatti, se ogni stato membro dell'Unione utilizzasse criteri diversi per determinare le attività economiche da considerarsi ecosostenibili, gli investitori si limiterebbero a fare investimenti all'interno dei confini nazionali, e chi è interessato ad attirare investimenti anche dall'estero si ritrova svantaggiato da dover seguire criteri diversi per ogni Stato membro. Per fronteggiare gli ostacoli presentati è quindi essenziale utilizzare un unico concetto di investimento ecosostenibile su cui si dovrebbero basare i requisiti giuridici volti a stabilire il grado di ecosostenibilità degli investimenti.

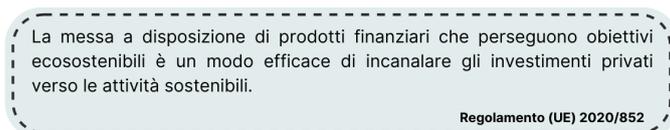


Figura 1.8: Citazione dal testo del Regolamento (UE) 2020/852

Regolamento (UE) 2021/1119. In data 30 giugno 2021 viene istituito, dal Parlamento europeo e dal Consiglio, il quadro per il conseguimento della neutralità climatica. Tale regolamento prende in considerazione la possibilità di dissociare la crescita economica dalle emissioni di gas ad effetto serra; infatti, viene riportato che tali emissioni sono state ridotte del 24% nel ventennio compreso tra il 1990 e il 2019, mentre nello stesso periodo l'economia è cresciuta del 60% [12]. Viene quindi affermato che «tutti i settori dell'economia [...] dovrebbero contribuire al conseguimento della neutralità climatica nell'Unione entro il 2050» [12]. Anche in questo contesto viene affermata l'importanza della comunicazione, cooperazione e dell'agevolazione dei dialoghi.

1.2.3 Direttiva (UE) 2022/2464

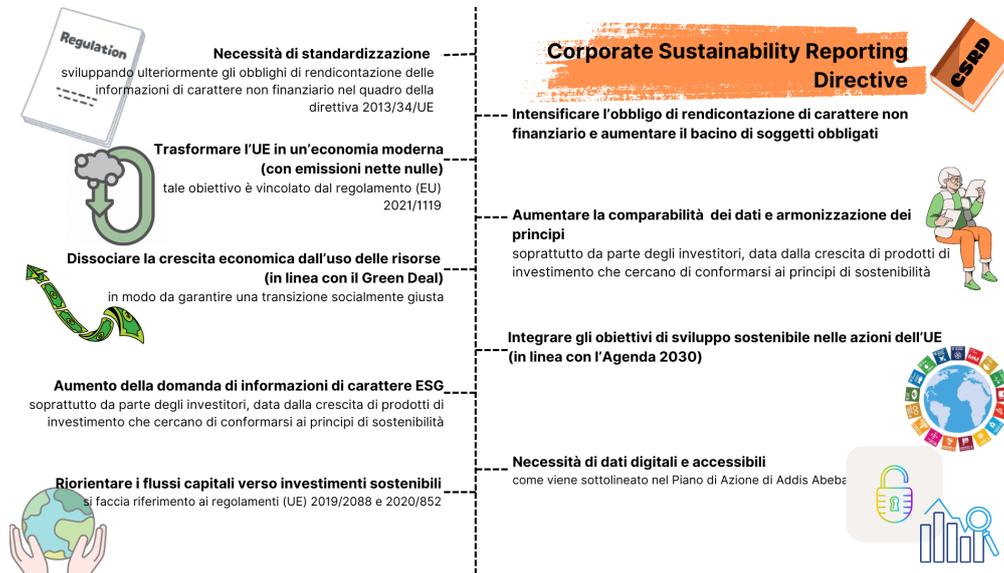


Figura 1.9: Riassunto del contesto europeo in cui si inserisce la CSRD

L'inquadramento presentato al 1.2.2 ha messo in luce il contesto in cui si è inserita la nuova Direttiva 2022/2464 denominata CSRD, ovvero *Corporate Sustainability Reporting Directive*. A scopo di sintesi viene riportata la figura 1.9.

A chi è rivolta la CSRD

Nell'ottica di ampliare la platea a cui viene imposto l'obbligo di rendicontazione di carattere non finanziario, la Direttiva 2022/2464/UE estende il vincolo come segue:

- Tutte le imprese quotate eccetto le microimprese; in particolare, per le PMI (Piccole e Medie Imprese) viene realizzata una regolamentazione a parte.
- Grandi imprese non quotate che per almeno due esercizi superino due dei seguenti limiti:
 - 250 dipendenti medi annui (a differenza della NFRD, che prevede un limite inferiore di 500 dipendenti);
 - 40 milioni di euro di ricavi ¹;
 - 20 milioni di euro di totale attivo ².

¹Ricavi: sono rappresentati dal totale dei ricavi relativi alle vendite e/o prestazioni di servizi realizzati nel periodo considerato, solitamente un anno

²Totale attivo: è il totale delle attività dello Stato Patrimoniale. La somma degli investimenti, rimanenze, crediti e liquidità in essere alla data considerata. Solitamente il 31.12

- Gruppi extra Unione Europea che svolgono attività significative all'interno dell'UE.

In tal modo, anche le imprese di grandi dimensioni ma senza valori mobiliari ammessi alla negoziazione in mercati regolamentati dell'Unione, sono obbligate a seguire la Direttiva modificativa; questo è giustificato «dalle preoccupazioni espresse riguardo agli impatti e alla responsabilità di tali imprese, anche attraverso le loro catene del valore» [13]. La catena del valore di tutte le imprese obbligate rappresenta un punto molto importante per un ulteriore ampliamento dei soggetti tenuti a fornire informazioni riguardo la sostenibilità; infatti, se una PMI esclusa dalla normativa rientra all'interno della catena del valore di un'azienda maggiore (obbligata), è tenuta a fornire informazioni di sostenibilità a quest'ultima azienda. Questo meccanismo indiretto permette di raggiungere una capillarità molto ampia, portando così a una naturale modernizzazione dell'economia europea. Con la nuova direttiva modificativa si stima che le imprese coinvolte saranno circa 50.000 in Europa, a fronte delle 12.000 che invece coinvolgeva la NFRD [4].

Nuovo art.19 bis

Le imprese obbligate (si faccia riferimento al paragrafo precedente) devono includere, all'interno della relazione sulla gestione in formato elettronico, informazioni necessarie alla comprensione dell'impatto dell'impresa sulle questioni di sostenibilità, in particolare occorre che venga comunicato come tali questioni influiscano sull'andamento dell'impresa. Al paragrafo 2 del medesimo articolo viene fornito un elenco esplicativo delle informazioni richieste, ridotto nel caso di PMI. Le informazioni necessarie sono da intendersi rispetto alle prospettive temporali a breve, medio e lungo termine.

Con la direttiva modificativa 2022/2464/UE si sono compresi all'interno dei soggetti obbligati anche gli enti creditizi e le imprese di assicurazione, in quanto «svolgono un ruolo fondamentale nella transizione verso un sistema economico e finanziario pienamente sostenibile e inclusivo in linea con il Green Deal, possono esercitare una notevole influenza positiva o negativa attraverso le rispettive attività di prestito, investimento e sottoscrizione assicurativa» [13].

Nuovi contenuti

La CSRD, oltre a dare maggiore chiarezza e definire meglio l'ambito della rendicontazione sulla sostenibilità, ha introdotto nuovi argomenti che vanno ad ampliare il contesto della sostenibilità, aumentando la rilevanza di questo tema. Di seguito vengono approfondite le novità portate.

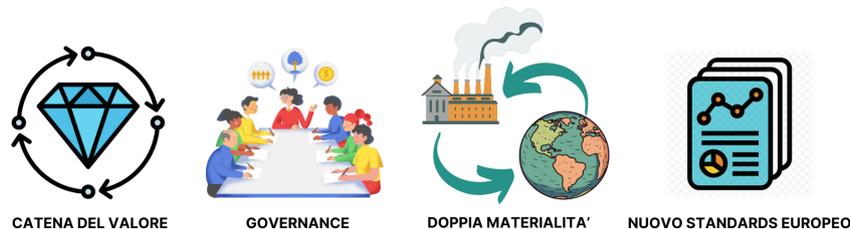


Figura 1.10: Sintesi grafica delle novità apportate dalla CSRD

Catena del Valore. Come già accennato in precedenza, la direttiva modificativa richiede che i soggetti obbligati forniscano informazioni non solo sull'azienda stessa, ma anche lungo l'intera catena del valore. Grazie a questo meccanismo è possibile coinvolgere anche realtà che altrimenti non sarebbero tenute a fornire dati riguardanti la sostenibilità. L'estensione di questo sistema consente di includere anche paesi terzi, qualora la catena del valore di un'impresa si estenda al di fuori dell'Unione. Il meccanismo che si viene a formare risponde alla necessità di trasparenza e qualità dei dati esortata, ad esempio, all'interno del Piano d'azione di Addis Abeba [6].

Governance. Con il regolamento 2019/2089/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio si è introdotto l'obbligo di comunicazione in materia ambientale, sociale e di *governance*. Nel regolamento 2019/2088/UE [9] viene data la definizione di "fattori di sostenibilità", tuttavia non riporta in modo esaustivo argomentazioni legate alla *governance*; per questo, nella direttiva modificativa 2022/2464/UE viene esteso anche questo concetto, il quale rientra nei criteri ESG per valutare la sostenibilità di un'azienda. In particolare, all'interno dell'art.29ter "Principi di rendicontazione di sostenibilità", vengono dichiarate le informazioni da comunicare in materia dei fattori di *governance* (figura 1.11).

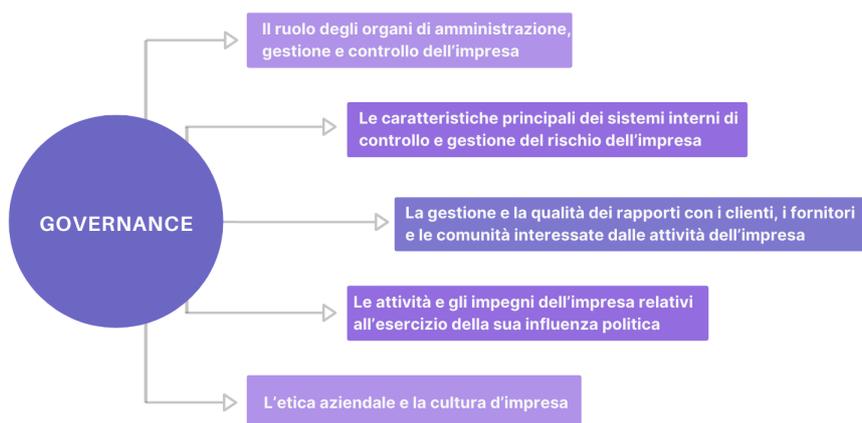


Figura 1.11: Rendicontazione delle informazioni riguardo alla *governance*

Doppia materialità. All'interno della CSRD viene definita come "doppia rilevanza", nella quale «il rischio che l'impresa affronta e l'impatto da essa prodotto rappresentano ciascuno una prospettiva di rilevanza» [13]. La definizione di questo nuovo concetto viene fornita in maniera più ampia dalla Commissione Europea all'interno della comunicazione intitolata «Orientamenti sulla comunicazione di informazioni di carattere non finanziario: Integrazione concernente la comunicazione di informazioni relative al clima», emanata nel giugno 2019 [14]. Vengono introdotti i concetti di rilevanza finanziaria e rilevanza ambientale e sociale, come segue:

- Rilevanza finanziaria, nel senso lato dell'incidenza sul valore dell'impresa; le informazioni relative al clima devono essere comunicate se necessarie alla comprensione dell'andamento dell'impresa, dei suoi risultati e della sua situazione. L'approccio in

questo caso è del tipo *outside-in*, nel senso che si valuta l’impatto che i cambiamenti climatici hanno sull’impresa. Questa prospettiva è quella che di solito interessa maggiormente gli investitori.

- Rilevanza ambientale e sociale, le informazioni relative al clima devono essere comunicate se necessarie alla comprensione dell’impatto esterno dell’impresa. Per questa prospettiva si considera un approccio *inside-out*, ovvero si valuta l’impatto che l’impresa ha sul clima. Questa prospettiva è quella che di solito interessa maggiormente i cittadini, i consumatori, i dipendenti, i partner commerciali, le comunità e le organizzazioni della società civile.

Una questione inerente alla sostenibilità soddisfa quindi i criteri di una delle due rilevanze oppure entrambe le prospettive. Inoltre, nella comunicazione [14] è sottolineata l’importanza di considerare un orizzonte temporale più lungo di quello tradizionalmente previsto per le informazioni di carattere finanziario.

Nuovi standard europei (ESRS). L’EFRAG (*European Financial Reporting Advisory Group*) è il gruppo consultivo europeo sull’informativa finanziaria, il quale nel marzo 2022 ha istituito un consiglio apposito per la rendicontazione di sostenibilità [13]. Con il regolamento 2023/2772 la Commissione europea ha adottato la legge delegata sulla prima serie di standard europei di rendicontazione della sostenibilità (ESRS) prodotta dall’EFRAG.

Tempistiche

All’Articolo 5 della CSRD [13], viene comunicato con che tempistiche deve essere applicata tale normativa. Di seguito è riportato brevemente quanto disposto dalla direttiva modificativa (figura 1.12).

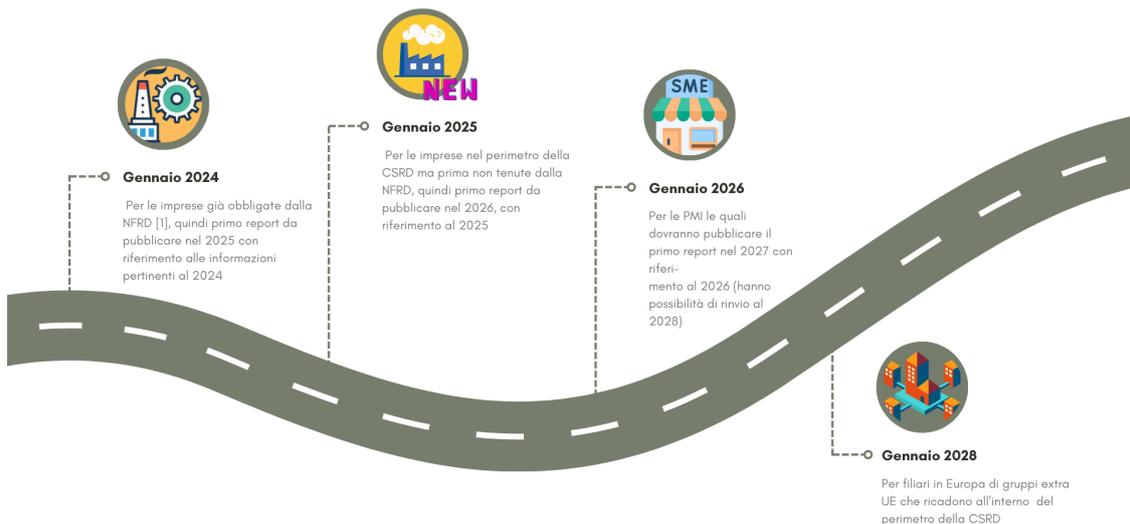


Figura 1.12: Tempistiche di recepimento della direttiva modificativa

1.2.4 La sostenibilità nella legislazione italiana a confronto

Nella sezione seguente si vuole dare visione di quel che è derivato dall'adozione della prima normativa europea in materia di reportistica non finanziaria (NFRD), seguendo i risultati presentati da alcuni studi e osservazioni ([15], [16], [17]). Sono stati scelti altri tre Paesi europei (Svezia, Germania, Portogallo) oltre l'Italia, per realizzare un confronto di come è stata applicata la direttiva 2014/95/EU. Come presentato in figura 1.13, i punti di maggior divergenza tra i vari Paesi sono:

- I criteri rispetto cui vengono definite le organizzazioni obbligate;
- I criteri di controllo e sanzione rispetto al non presentare DNF, oppure rispetto al riscontrare non conformità e incongruenze con il bilancio.

Inoltre, tutti gli Stati europei lasciano grande libertà rispetto alla scelta dello standard da seguire per la stesura del documento e la successiva pubblicazione; questo a conferma delle difficoltà di reperimento e confronto delle dichiarazioni di carattere non finanziario. Per quanto riguarda i controlli, come si può evincere già dalla figura 1.13, vi sono attenzioni diverse a seconda dello Stato; assieme all'Italia, solo Spagna e Francia richiedono che le informazioni della DNF vengano verificate da una garanzia obbligatoria [17], ovvero che un ente terzo certifichi le informazioni indicate nel report.

 La definizione della grandezza della compagnia è stata adottata testualmente dalla 2014/95/EU da 19/30 Stati	 Gli argomenti sono stati adottati integralmente dalla maggior parte degli Stati membri EU (22/30)	 La pubblicazione del report viene adattata nella maggior parte dei Paesi, (23/30) Inoltre, la scelta dello standard di rendicontazione da seguire non è mai univoco in nessun Paese	 I controlli (e le sanzioni) rispetto alle non conformità sono adattate al contesto nella maggior parte dei Paesi EU	
Dipendenti >= 500 persone TOT ricavi >= 40ML € e/o TOT attivo >= 20 ML €	a) Breve descrizione del modello aziendale b) Descrizione delle politiche applicate in merito agli aspetti ESG c) il risultato di tali politiche d) I principali rischi connessi a tali aspetti legati alle attività dell'impresa e) i KPIs di carattere non finanziario	La dichiarazione NF può essere aggiunta alla relazione sulla gestione, oppure pubblicata separatamente in una relazione distinta Gli Stati membri provvedono affinché le imprese possano basarsi su standard nazionali, unionali o internazionali, specificando lo standard seguito	Gli Stati membri provvedono affinché i revisori legali controllino l'avvenuta presentazione della dichiarazione di carattere non finanziario. Inoltre, possono richiedere che le informazioni fornite nella dichiarazione NF siano verificate (ma non è obbligatorio)	D 2014/95/EU
come definito nella D 2014/95/EU	come definito nella D 2014/95/EU	come definito nella D 2014/95/EU	Sanzioni nel caso in cui si verificano delle omissioni di informazioni rilevanti, o se non viene presentata la relazione entro i termini di tempo imposti	Italia D.lgs 254/2016
Dipendenti >= 250 persone TOT ricavi >= SEK 350 ML (31,5ML€) / TOT attivo >= SEK 175 ML (15,8ML€)	Tutti i punti della D 2014/95/EU + Spiegazione degli importi indicati nella scheda finanziaria che sono rilevanti per la responsabilità sociale delle imprese	come definito nella D 2014/95/EU	obbligo minimo di controllo da parte del revisore legale	Svezia
come definito nella D 2014/95/EU	come definito nella D 2014/95/EU	come definito nella D 2014/95/EU	Non ci sono dei controlli obbligatori da parte dei revisori, ma nel caso di inadempienza ci sono delle sanzioni	Germania
Dipendenti > = 500 persone	come definito nella D 2014/95/EU	come definito nella D 2014/95/EU	obbligo minimo di controllo da parte del revisore legale	Portogallo

Figura 1.13: Confronto del recepimento della Direttiva 2014/95/EU in Italia e altri Paesi europei presi d'esempio

Nella figura 1.14 vengono riportate in cartina le decisioni attuate nei diversi Paesi europei in materia di controllo delle informazioni date all'interno dei report non finanziari [17].

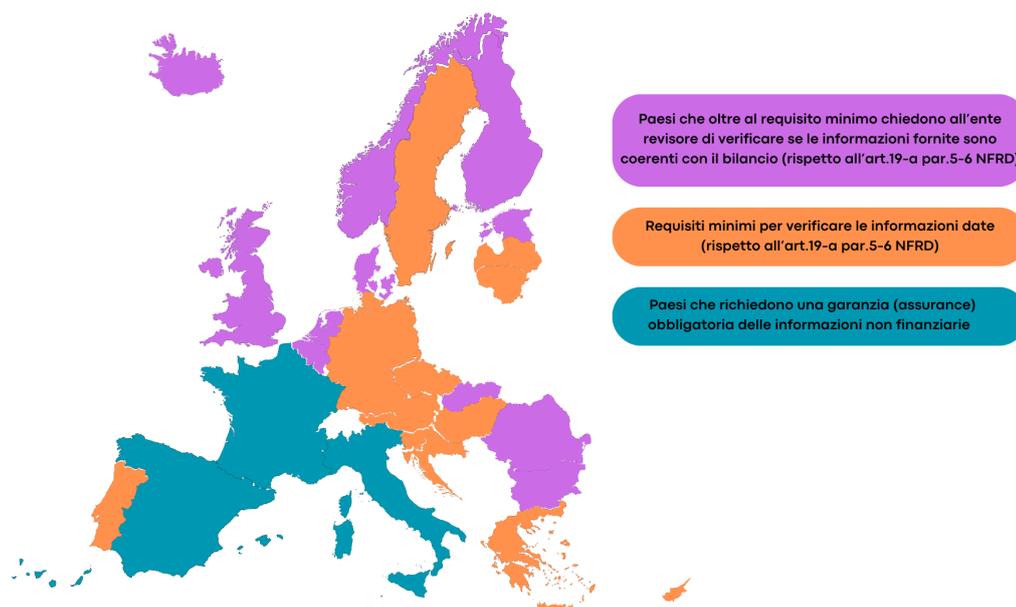


Figura 1.14: Panoramica dell'attuazione di controlli e verifica delle informazioni contenute nelle DNF

Utilizzando le indagini sull'applicazione del D.lgs. 254/2016 del 2018 [18] e del 2023 [19], a cura di KPMG e Nedcommunity, è stato realizzato un confronto rispetto al primo e ultimo anno della pubblicazione delle DNF secondo la normativa italiana citata. L'obiettivo è quello di mettere in luce l'evoluzione che la sostenibilità, a livello aziendale, ha avuto in Italia. Dalla tabella 1.1 si può riscontrare che il numero di società coinvolte non è aumentato negli

		2018	2023
Entità coinvolte	Totale società	205	197
	Quotate	150	143
Collocazione della rendicontazione	Stand alone	70.0%	78.0%
	Integrata nella relazione sulla gestione	21.0%	22.0%
	Altro	9.0%	-
Scelta dello standard	GRI	100.0%	96.0%
	Altro	-	4.0%
Analisi di materialità	Prospettiva "inside-out"	100.0%	79.0%
	Doppia rilevanza	-	21.0%
Integrazione sostenibilità nella <i>governance</i>	Comitato endo-consiliare specifico	16.0%	20.1%
	Delega ad altro comitato endo-consiliare	14.0%	38.9%
	Totale	30.0%	59.0%
Piani di sostenibilità	Definizione di un piano	12.7%	54.0%
	Citazione degli SDGs	31.0%	89.0%

Tabella 1.1: Confronto prima e ultima survey sull'applicazione del D.lgs. 254/2016

anni (anzi è diminuito) in quanto il D.lgs. si rivolge solo ad enti di interesse pubblico con determinati criteri, i quali sono stati già presentati in precedenza. Alcune società svolgono il report in maniera volontaria, non rientrando tra i soggetti obbligati, ma comunque il

bacino rimane attorno a 200 realtà coinvolte. A livello italiano, l'attuazione della nuova direttiva europea 2022/2464 porterà un aumento delle organizzazioni obbligate fino a circa 8000 realtà. Nelle aziende già obbligate dal D.lgs.254/2016 si è visto un miglioramento del coinvolgimento della sostenibilità all'interno della *governance*: quasi il 60% delle imprese considerate ha un comitato all'interno del consiglio di amministrazione che tratta le tematiche di sostenibilità. Un'ulteriore segnale di maggior interessamento è rappresentato dal fatto che sempre più aziende realizzano un piano di sostenibilità, seguendo la programmazione a breve, medio e lungo termine. Lo standard maggiormente utilizzato in Italia è il *Global Reporting Initiative (GRI)*, gli altri considerati in minor parte sono:

- *Task force on Climate-related Financial Disclosure (TCFD)*: tale standard si concentra solo sui rischi legati al clima, come le organizzazioni li gestiscono a livello di *governance* e con che strategia;
- *Integrated Reporting (IR)*: in questo caso le informazioni non finanziarie vengono comunicate in modo integrato con quelle finanziarie in un unico documento, vengono considerati tutti e tre gli ambiti ESG;
- *Sustainability Accounting Standards Board (SASB)*: propone in particolare standard specifici per settore dell'azienda, infatti ne ha sviluppati 77 per settori industriali (anche il GRI prevede standard di settore, ma al momento sono in totale 14 quelli trattati);
- *World Economic Forum*: propone un insieme di standard per la rendicontazione NF noto come "*Stakeholder Capitalism Metrics*", ovvero metriche in grado di considerare l'importanza degli interessi dei principali stakeholders di un'organizzazione.

1.2.5 L'acronimo ESG

Già nella sezione 1.2 è stato introdotto il termine ESG, ovvero *Environment, Social and Governance*, queste tre sfere hanno ottenuto interesse sempre più crescente da parte della popolazione, a partire dagli ultimi decenni del secolo scorso. I fattori ESG, ad oggi, hanno il potere di influenzare positivamente o negativamente la performance finanziaria di un'azienda [4]. I tre pilastri si riferiscono a:

- *Environment* (Ambiente), ovvero rischi che hanno a che fare con i cambiamenti climatici, le emissioni di gas GHG (*Greenhouse Gas*), inquinamento atmosferico e idrico, deforestazione, economia circolare.
- *Social* (Sociale), in cui rientrano le politiche di genere, i diritti umani, standard lavorativi e sindacati, interazioni con la comunità locale.
- *Governance*, la quale tratta di pratiche di governo societario tra cui politiche retributive, composizione del CdA (Comitato di Amministrazione), i rapporti con i partners.

Origini

Le radici dell'interesse verso le problematiche ambientali, sociali e di *governance* si possono identificare tramite alcuni passaggi della storia contemporanea che hanno rivoluzionato l'industria finanziaria. Di seguito è presentato un excursus temporale dei principali avvenimenti (figura 1.15).



Figura 1.15: Sintesi delle origini dell'interesse verso problematiche ESG

Le informazioni date nella figura 1.15 fanno riferimento rispettivamente:

- Emergenza del movimento ambientalista: Primo *EarthDay* [20], Conferenza di Stoccolma [21];
- Rapporto Brundtland: [22];

- Responsabilità sociale delle imprese: Trattato di Maastricht[23], Libro Verde[24], "Responsabilità sociale delle imprese: un contributo delle imprese allo sviluppo sostenibile" [25];
- Scandali aziendali e finanziari: [26].

Sviluppo e applicazione

Visto quanto presentato alla sezione 1.2.5 e considerato il crescente interesse da parte degli investitori per le questioni ESG, viene pubblicato nel 2004 *"Who Cares Wins: Connecting Financial Markets to a Changing World"* del *Global Compact*, il quale ha introdotto il concetto di ESG [27]. L'*United Nations Global Compact* (UNGC) è un'iniziativa di responsabilità sociale con l'obiettivo di incoraggiare le imprese ad adottare politiche e pratiche aziendali sostenibili e socialmente responsabili; ad essa, si sono unite 55 delle principali istituzioni finanziarie del mondo. Quello a cui mira il report di questa iniziativa è riuscire ad integrare meglio i fattori ESG nelle decisioni di investimento.

Secondo l'UNGC, le imprese che hanno prestazioni migliori rispetto alle problematiche riguardo ai temi ESG possono aumentare il valore per gli azionisti, ad esempio gestendo adeguatamente i rischi, anticipando l'azione normativa o accedendo a nuovi mercati, contribuendo nel contempo allo sviluppo sostenibile delle società in cui operano. Questo è anche riportato dall'articolo [28], in cui viene sottolineato che le aziende socialmente responsabili sono quelle più redditizie dal punto di vista economico. Vi è un legame tra RSI e ESG nel contesto dello sviluppo sostenibile; infatti, mentre la responsabilità sociale di impresa punta a rendere le organizzazioni consapevoli e obiettive sul loro impatto nel territorio in cui operano e che possono colpire considerando l'intera supply chain, i criteri ESG rendono misurabili gli sforzi perseguiti dalle aziende. Inoltre, l'implementazione dei concetti ESG richiede un maggiore sforzo, in quanto sono necessari obiettivi misurabili, raccolta dati e reporting [29].

Si è sottolineato più volte, in questo capitolo, che la sostenibilità nella sua triplice forma (ESG) è strettamente collegata al mondo della finanza; infatti, gli obiettivi imposti dall'Unione europea, avendo preso parte all'Accordo di Parigi [8] e all'Agenda 2030 [5], non sarebbero raggiungibili senza un orientamento degli investimenti verso una finanza sostenibile. Il 31 gennaio 2018, il gruppo di esperti sulla finanza sostenibile istituito dalla Commissione europea ha pubblicato una relazione che presenta una visione globale sui modi per elaborare una strategia finanziaria sostenibile per l'UE [30]. In tale relazione viene definita la finanza sostenibile secondo due imperativi:

- migliorare il contributo della finanza alla crescita sostenibile e inclusiva finanziando le esigenze a lungo termine della società;
- consolidare la stabilità finanziaria integrando i fattori ambientali, sociali e di *governance* (ESG) nel processo decisionale relativo agli investimenti.

1.3 Presentazione del metodo di analisi

Come anticipato nell'introduzione, le analisi condotte si concentrano su un'azienda specifica, la Mattioli S.p.A, che rappresenta il caso studio per questa tesi. In particolare, è stato approfondito l'aspetto energetico dell'analisi di sostenibilità. A partire dal *carbon audit* sviluppato per l'azienda, sono stati identificati gli *hotspot* emissivi che richiedono un intervento diretto da parte dell'impresa. Sulla base di queste informazioni, è stato possibile elaborare un piano di sostenibilità, analizzando i potenziali interventi atti a ridurre le emissioni di GHG dell'organizzazione. Infine, è stato redatto un piano di azione mirato al raggiungimento degli obiettivi imposti dal SBTi. Questo excursus rappresenta la componente prettamente energetica del bilancio di sostenibilità, fornendo risultati chiari in questo ambito.

Inoltre, per ciascuno dei tre passaggi individuati (*carbon audit*, piano di sostenibilità e pianificazione degli interventi), sono state condotte analisi contestuali, approfondendo i vari aspetti sia attraverso la spiegazione del contesto sia mediante confronti con le pratiche adottate da organizzazioni considerate *peers*, ove possibile.

1.3.1 Mappa delle analisi svolte

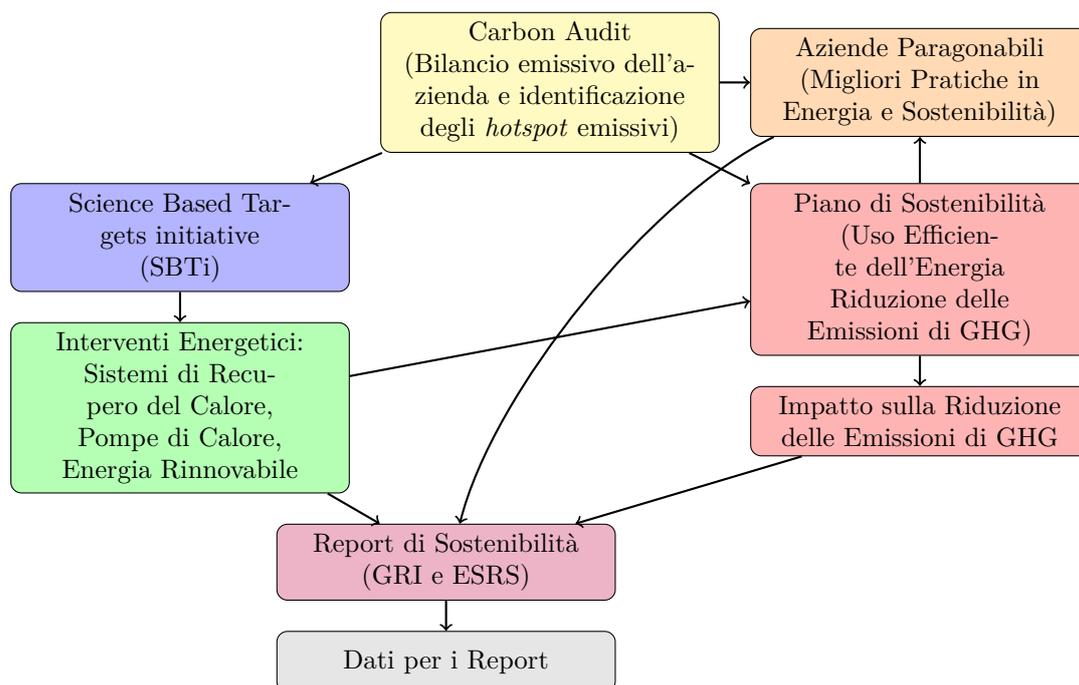


Figura 1.16: Mappa concettuale delle analisi svolte durante il percorso tesi

La mappa concettuale presentata in figura 1.16 riassume il percorso analitico svolto nel corso della tesi, evidenziando le principali interconnessioni tra le varie fasi del lavoro e gli strumenti utilizzati. Il *carbon audit* rappresenta il punto di partenza dell'analisi, in

quanto consente di ottenere una misurazione oggettiva delle emissioni di gas serra (GHG) dell'azienda. Questo strumento permette di definire un bilancio emissivo di riferimento, che serve come *baseline* per il confronto con gli obiettivi di riduzione imposti dalla *Science Based Targets initiative* (SBTi). Il *carbon audit* risulta pertanto essenziale per monitorare i progressi fatti in relazione agli obiettivi fissati, offrendo un quadro chiaro dello stato attuale delle emissioni e della loro evoluzione nel tempo.

Oltre a fungere da base per il monitoraggio dei target SBTi, il *carbon audit* consente di individuare gli *hotspot* emissivi dell'azienda, ovvero quelle aree che contribuiscono in misura maggiore alle emissioni complessive. Questa analisi è direttamente collegata al Piano di Sostenibilità, poiché fornisce gli elementi necessari per elaborare un piano mirato a migliorare l'efficienza energetica e ridurre l'impatto ambientale. In particolare, la conoscenza delle aree più critiche in termini di emissioni permette di concentrare gli sforzi su interventi specifici, garantendo così una maggiore efficacia nel raggiungimento degli obiettivi di riduzione dei GHG.

Un altro aspetto rilevante emerso dall'analisi riguarda il confronto con le aziende paragonabili. Esaminando le performance emissive di aziende operanti nello stesso settore e le azioni di sostenibilità già intraprese, è stato possibile identificare le migliori pratiche in termini di riduzione delle emissioni e miglioramento dell'efficienza energetica. Questo confronto offre una visione più ampia del contesto in cui l'azienda si trova a operare e fornisce indicazioni preziose per la definizione e l'implementazione del Piano di Sostenibilità.

Gli interventi energetici potenzialmente adottabili dall'azienda, tra cui l'implementazione di sistemi di recupero del calore, pompe di calore e l'utilizzo di energie rinnovabili, rientrano nel Piano di Sostenibilità e sono coerenti con gli obiettivi definiti dalla SBTi. Questi interventi, oltre a contribuire alla riduzione dell'impatto ambientale, rappresentano le azioni concrete che permettono di migliorare l'efficienza energetica dell'azienda. L'obiettivo finale di tali interventi è quello di ridurre significativamente le emissioni di GHG, in linea con i target stabiliti a livello internazionale per contrastare il cambiamento climatico.

Le informazioni raccolte e le analisi svolte, confluiscono infine nel Report di Sostenibilità. Tale report, redatto secondo lo standard GRI, rappresenta uno strumento fondamentale per la comunicazione delle performance ambientali dell'azienda. Attraverso il report, l'azienda è in grado di fornire dati contestuali e dettagliati sulle proprie emissioni e sui progressi fatti in termini di sostenibilità, garantendo così trasparenza e *accountability* nei confronti dei propri *stakeholder*.

1.3.2 Tabella delle analisi svolte

La Tabella delle analisi svolte fornisce una sintesi strutturata del lavoro condotto, finalizzato a collegare gli interventi tecnologici ed energetici proposti con gli obiettivi di sostenibilità aziendale. Attraverso questa tabella, si intende offrire un quadro completo delle analisi effettuate nel contesto del caso studio, evidenziando la pertinenza energetica e di sostenibilità di ciascun intervento. Ogni sezione della tabella riflette le azioni e gli approfondimenti specifici che sono stati esaminati, ponendo l'accento su come le soluzioni tecniche siano state mirate a rispondere alle esigenze di riduzione delle emissioni e di miglioramento dell'efficienza energetica. La tabella si pone quindi come uno strumento utile per guidare

la comprensione del lavoro svolto e dei risultati ottenuti in tema di energia e sostenibilità, contestualizzando le scelte tecniche nel quadro delle *best practices* e degli standard normativi.

Argomento	Pertinenza Energetica	Pertinenza Sostenibilità
Bilancio emissivo dell'azienda (<i>carbon audit</i>)	Monitora i consumi energetici	Evidenzia gli <i>hotspot</i> emissivi su cui prestare attenzione
Confronto dell'analisi svolta con risultati dei <i>peers</i> (rispetto al loro bilancio emissivo)		Permette di identificare se gli <i>hotspot</i> emissivi delle aziende sono simili, quindi, valutare la propria posizione relativa rispetto alla performance delle aziende simili; questo al fine di cercare di migliorarsi rispetto al mercato
Analisi delle criticità evidenziate durante il <i>carbon audit</i>		Mettere in luce le difficoltà incontrate durante lo svolgimento di questo tipo di analisi permette di prendere coscienza degli sforzi che richiede intraprendere un percorso di sostenibilità
Soluzioni per la riduzione delle emissioni di scope 1 e 2 rispetto al caso studio e confronto con i <i>peers</i>		Prendere visione delle soluzioni implementate o ipotizzate da altre realtà simili permette di capire se si è in linea sull'aggiornamento che il mercato sta avviando, in modo da rimanere competitivi
Soluzioni per lo scope 3 affrontate dai <i>peers</i>		Viene effettuata un'analisi delle migliori pratiche per la riduzione delle emissioni indirette (Scope 3) nelle aziende dello stesso settore di Mattioli. Tra i prossimi passi dell'azienda in ambito di sostenibilità, vi è l'individuazione di una strategia efficace per affrontare le emissioni indirette di tipo 3

Studio di pre-fattibilità delle soluzioni proposte per scope 1 e 2, applicate al caso studio	Viene valutato il risparmio energetico delle tecnologie proposte. Per l'analisi sono stati riportati i calcoli eseguiti, con una spiegazione dettagliata dei passaggi svolti e delle ipotesi formulate	Stima la riduzione delle emissioni potenziali legate all'applicazione delle soluzioni
Approfondimento: Pompe di calore e nuova normativa F-gas	Il rispetto della nuova normativa F-gas, che limita l'uso di refrigeranti ad alto GWP, garantisce un miglioramento dell'efficienza, poiché le nuove pompe di calore utilizzano fluidi meno impattanti e più efficienti	La nuova normativa F-gas, che mira a ridurre progressivamente l'uso di gas fluorurati, riducendo così l'impatto sul riscaldamento globale. L'adozione di pompe di calore, quindi, supporta una riduzione significativa delle emissioni dirette e indirette
Approfondimento: pompe di calore <i>ground water</i>	GWHP offrono un'efficienza maggiore rispetto alle tradizionali pompe di calore aria-acqua, poiché l'acqua di falda mantiene una temperatura costante durante tutto l'anno	Migliora l'efficienza energetica complessiva riducendo l'impatto ambientale
Approfondimento: WHR e le diverse possibilità a seconda del contesto aziendale	Rappresenta un'opportunità significativa per migliorare l'efficienza energetica aziendale. La capacità di recuperare calore residuo varia in base al tipo di processo e alla qualità del calore disponibile, ma in tutti i casi consente di ridurre la necessità di energia aggiuntiva, migliorando così il bilancio energetico complessivo dell'azienda	Riducendo l'uso di combustibili fossili grazie al recupero del calore, il sistema WHR contribuisce direttamente alla riduzione delle emissioni di CO_2 . Inoltre, si promuove un uso più efficiente delle risorse energetiche, riducendo gli sprechi e l'impatto ambientale delle operazioni industriali

Approfondimento: possibilità alternative all'installazione on-site del PV (PPA)	Favorisce l'uso di energia rinnovabile senza l'investimento iniziale	Questa soluzione contribuisce al raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità riducendo l'impronta di carbonio complessiva dell'azienda, supportando al contempo la crescita delle energie rinnovabili
Applicazione protocollo SBTi	Pianifica la riduzione dei consumi energetici e delle emissioni attraverso obiettivi scientificamente validati.	Definisce target emissivi in linea con le migliori pratiche globali per la sostenibilità
Pianificazione degli interventi: strategie di riduzione	Ottimizza l'efficienza energetica attraverso interventi mirati.	Aiuta l'azienda a raggiungere i suoi obiettivi di sostenibilità e riduzione delle emissioni
Bilancio ESG: utilizzo dello standard GRI		Garantisce una trasparenza nella rendicontazione delle performance ambientali e sociali
Il passaggio all'ESRS, nuova struttura per redarre il report		Richiede maggiore trasparenza nel presentare le performance aziendali rispetto alle tematiche ESG; il report di sostenibilità acquisisce sempre più importanza diventando uno strumento valido per la corretta comparazione di diverse organizzazioni
Coinvolgimento maggiore della <i>value chain</i>	Poiché le performance della catena del valore influenzano direttamente quelle dell'azienda, è nel suo forte interesse collaborare con partner impegnati a migliorare il proprio impatto in termini di emissioni. Di conseguenza, anche le realtà più piccole sono indotte a implementare interventi di efficientamento per mantenere la collaborazione con l'azienda cliente	La riduzione delle emissioni di gas serra (GHG) sarà significativa lungo l'intera catena del valore, contribuendo al raggiungimento degli obiettivi di riduzione imposti a livello europeo

Obbligo di rendicontazione ESRS E1 (<i>climate change</i>)	Poiché questa informativa è obbligatoria, comporterà un monitoraggio più rigoroso dei consumi energetici e una conseguente riduzione delle emissioni	Favorisce la conformità alle normative sul cambiamento climatico
Traslazione da GRI a ESRS per l'azienda studiata		Aiuta una migliore comprensione rispetto alle nuove informazioni richieste dai nuovi standard europei

Tabella 1.2: Pertinenze energetiche e di sostenibilità degli argomenti trattati

1.4 Presentazione del caso studio

Il caso studio scelto per questa tesi è rappresentato dalla Mattioli S.p.A.³, un'azienda torinese con una lunga storia, impegnata nella produzione di gioielli di alta qualità. Nella sezione precedente, si è visto come l'efficienza energetica e la sostenibilità siano strettamente connesse. L'analisi condotta su questa azienda ha lo scopo di valutare come gli interventi di riduzione delle emissioni, attraverso tecnologie avanzate e pratiche sostenibili, possano contribuire a migliorare le performance energetiche, riducendo al contempo l'impatto ambientale. La voce dell'azienda:

«È a Torino che il brand Mattioli affonda le sue radici. Una storia iniziata all'inizio del secolo scorso con l'Antica Ditta Marchisio e lo storico punzone "1TO" che ancora oggi contraddistingue tutte le lavorazioni dell'atelier. Nel 1995, l'azienda viene acquisita da parte della famiglia Mattioli. Inizia così una fase di rinnovamenti e di investimenti in diverse tecnologie, utilizzando un processo di gestione che l'ingegnere Luciano Mattioli porta dal settore industriale e che permette all'azienda di passare da un organico di 24 dipendenti ad uno di circa 250. Nel Gennaio 2013 la famiglia Mattioli cede la società "Antica Ditta Marchisio S.p.A" al Gruppo Richemont e contemporaneamente nasce la "Mattioli S.p.A", partendo da uno *spin off* di 20 persone, trasferitesi dall'atelier originario. Dal 2013 ad oggi la Mattioli S.p.A è cresciuta nella produzione per conto delle più importanti Maison internazionali sviluppando contemporaneamente il proprio brand di gioielli, ormai distribuito in più di 30 Paesi nel mondo. La Mattioli pone attenzione a mantenere elevati gli standards riguardo le tematiche ESG; infatti, possiede diverse certificazioni ovvero (riassunte in figura 1.17): la ISO 9001 riguardo i *Quality Management Systems* (QMS), la ISO 14001 riguardo gli *Environmental Management Systems* (EMS) e la SA 8000 sulla responsabilità sociale. Dal 2020 Mattioli è membro certificato del *Responsible Jewellery Council* (RJC) il quale prevede di aderire al codice CoP (*Code of Practice*) che fornisce uno standard comune per i diritti etici, sociali, umani ed ambientali; questo riconoscimento dimostra il massimo impegno verso la gioielleria responsabile e pone fiducia verso la *supply chain* pienamente tracciabile grazie allo standard CoC (*Chain of Custody*). Inoltre dal 2023 ha aderito al

³Link del sito dell'azienda: <https://it.mattioli.it>

Watch & Jewellery Initiative 2030 che è un’iniziativa globale aperta a tutti gli operatori del settore *Watch and Jewellery* con un’impronta nazionale o internazionale impegnati in un nucleo comune di obiettivi in chiave di sostenibilità in tre aree: costruire la resilienza climatica, preservare le risorse e promuovere l’inclusività. Spinta dalla comune convinzione che gli Obiettivi di sviluppo sostenibile (SDG) globali e le aspirazioni per un’industria sostenibile possano essere raggiunti solo attraverso sforzi collaborativi.»



Figura 1.17: Certificazioni di Mattioli S.p.A.

In particolare, la *Watch and Jewellery Initiative 2030* (WJI 2030) è un’iniziativa di sostenibilità lanciata da Cartier e Kering nel 2021, con l’obiettivo di trasformare il settore degli orologi e dei gioielli in linea con gli standard globali di sostenibilità. L’iniziativa incoraggia pratiche responsabili lungo tutta la catena del valore, assicurando che le aziende partecipanti lavorino verso obiettivi misurabili di sostenibilità, come la riduzione delle emissioni di gas serra, il miglioramento dell’efficienza nell’uso delle risorse e il supporto all’inclusività nel settore. In particolare, la *Watch and Jewellery Initiative 2030* (WJI 2030) è un’iniziativa di sostenibilità lanciata da Cartier e Kering nel 2021, con l’obiettivo di trasformare il settore degli orologi e dei gioielli in linea con gli standard globali di sostenibilità. L’iniziativa incoraggia pratiche responsabili lungo tutta la catena del valore, assicurando che le aziende partecipanti lavorino verso obiettivi misurabili di sostenibilità, come la riduzione delle emissioni di gas serra, il miglioramento dell’efficienza nell’uso delle risorse e il supporto all’inclusività nel settore.

Capitolo 2

Carbon audit

L'analisi della *carbon footprint* di un'azienda non solo fornisce un quadro dettagliato della situazione attuale, ma costituisce anche uno strumento essenziale per monitorare i progressi nella riduzione delle emissioni da un periodo di rendicontazione all'altro. Tipicamente ogni anno viene fatto un nuovo *audit*, tenendo in considerazione le performance realizzate rispetto al periodo precedente, soprattutto se dei target di riduzione delle emissioni sono stati imposti.

2.1 Definizione dell'analisi e procedura

Il *carbon audit* permette di analizzare e quantificare le emissioni di gas ad effetto serra di una data organizzazione. Uno degli standard maggiormente riconosciuti utile al fine di eseguire questo tipo di analisi è il *The Greenhouse Gas Protocol – A Corporate Accounting and Reporting Standard* redatto dal *World Business Council for Sustainable Development*¹; tuttavia si può anche far riferimento alla norma ISO 14064-1:2018, la quale rappresenta lo standard tecnico europeo (riconosciuto a livello internazionale) per quantificare e rendicontare le emissioni/rimozioni di GHG. In Italia, quest'ultimo è stato recepito dalla norma UNI EN ISO 14064-1:2019.

Si possono riconoscere tre differenti categorie di emissioni, come presentato in figura 2.1.

¹<https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/ghg-protocol-revised.pdf>

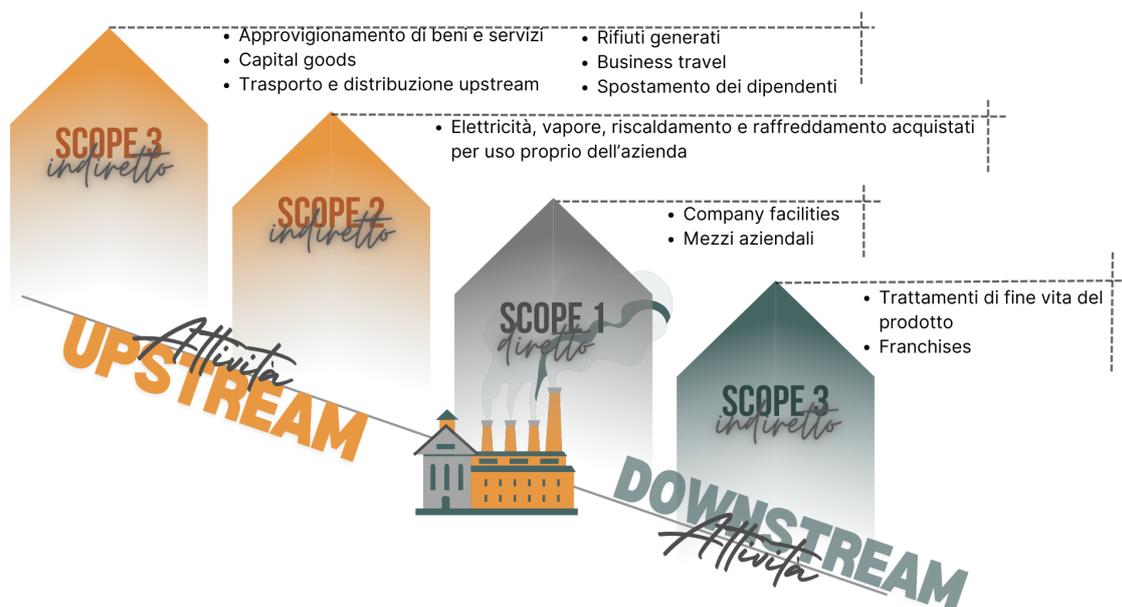


Figura 2.1: Le tre categorie di emissioni di GHG: *Scope 1*, *Scope 2*, *Scope 3*

Al fine dell'analisi, occorre identificare i confini dell'azienda entro cui si è interessati svolgere l'*audit*, quindi si devono indicare le strutture che rientreranno nello studio e/o se per qualche motivo si desidera trascurare delle parti/sedi. Un altro step per definire il contesto è quello di specificare i confini della ricerca, ovvero per ogni *Scope*, elencare le varie fonti emissive considerate.

Per ogni fonte di GHG viene calcolato l'impatto mediante la seguente equazione:

$$\text{Emissione/Rimozione GHG} = \text{Dato attività} \cdot FE \cdot (-GWP) \quad (2.1)$$

In cui:

- Dato attività: rappresenta la quantità, generata o utilizzata di energia (J o kWh), massa (kg o ton), chilometri (km) o volume (Sm^3), a seconda del tipo di attività.
- FE: ovvero, fattore di emissione, permette di convertire il valore di una data attività in quantità di GHG emesse (se l'emissione consiste direttamente nella perdita di GHG non occorre alcun FE).
- GWP: ovvero, *Global Warming Potential*, è il fattore di conversione da una quantità in massa di un generico gas serra alla corrispondente emissione di CO_2 in termini di impatto radiante atmosferico; è necessario solo se il fattore di emissione non è già espresso in tCO_{2eq} .
- Emissione/Rimozione GHG: rappresenta la quantità di inquinante clima alterante emesso (o rimosso) rispetto a una data attività, viene espresso in tonnellate di CO_2 (se il gas considerato è direttamente anidride carbonica) o tonnellate di CO_{2eq} (in tutti gli altri casi).

Lo schema riportato nella figura 2.2 riassume il processo appena descritto.

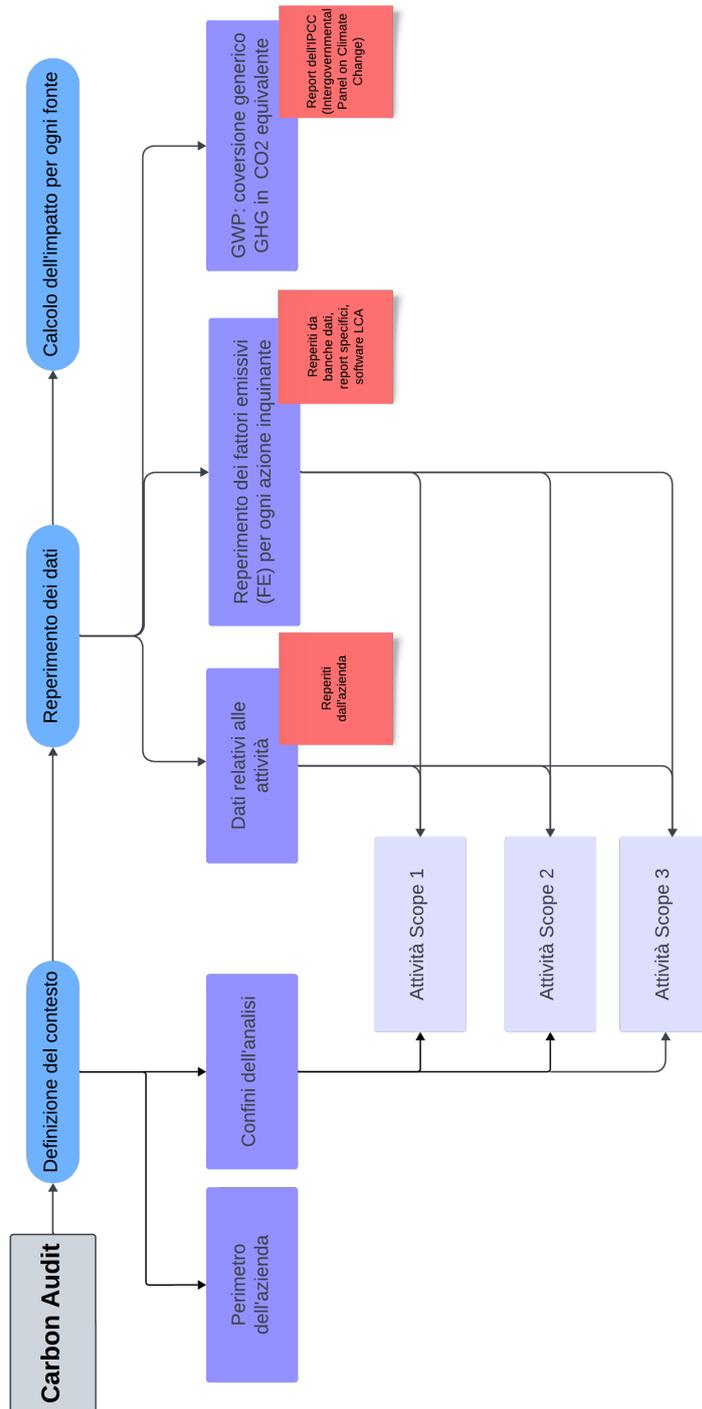


Figura 2.2: Flusso delle attività da svolgere per realizzare il carbon audit

2.1.1 Reperimento dei dati

I valori dei vari GWP si possono trovare facilmente e in modo accessibile nel report [31] pubblicato dall'IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*); tali dati vengono comunemente riconosciuti e utilizzati all'interno delle Nazioni Unite. Il punto critico della 2.1 è ottenere dei FE con un certo grado di accuratezza, i quali non sempre sono disponibili nei database o in generale in letteratura. Infatti, l'accuratezza dei risultati ottenuti dipende strettamente della qualità e disponibilità dei fattori di emissione. Al fine di identificare le principali fonti utilizzate per ottenere i valori dei fattori di emissione, è stato realizzato un *benchmarking* delle informazioni fornite in termini di *carbon audit*. In particolare, si sono considerati come *peers* di Mattioli S.p.A. altre aziende nel settore di produzione di gioielli e beni di lusso; di seguito viene riportata la lista dei soggetti analizzati.

- Richemont [32]
- Tiffany & Co. [33]
- Swarovski [34]
- Swatch Group [35]
- Pandora [36]
- Morellato [37]

Si sono ricercati i report di sostenibilità pubblicati (i più recenti possibile, non tutti sono aggiornati al 2023) e in particolare si sono considerate le informazioni riguardo la loro *carbon footprint*. Non è stato possibile ottenere direttamente la relazione riguardo il *carbon audit*, quindi si è fatto fede alle informazioni riportate nella dichiarazione non finanziaria, tranne per Mattioli, di cui si dispone della relazione in questione.

	Richemont	Tiffany&Co.	SwatchGroup	Pandora	Morellato	Mattioli
SCOPE 1: stationary and mobile combustion	DEFRA	EPA	DEFRA	DEFRA	DEFRA	- IPCC ² ; Guidelines for National GHG - SINA di ISPRA
SCOPE 1: FFS e F-gas	DEFRA	EPA	IPCC(AR6)	DEFRA	-	Reg EU F-gas 2024/573
SCOPE 2: Electricity	- Green-e, center for resource solutions - AIB-Database	IEA	AIB-Database	IEA	- AIB-European residual mix - Terna 2019 - Suppliers' specific e.f.	IREN: DNF 2022
SCOPE 2: District heating	- DEFRA - ADEME Base Empreinte	Suppliers' e.f.	Suppliers' e.f.	IEA	-	-
SCOPE 3	DEFRA	n.a.	EPA	DEFRA	Non calcolato	DEFRA
	Ecoinvent		Ecoinvent			Ecoinvent
	ADEME		BEIS			ADEME
	IEA		Exiobase			

Tabella 2.1: Confronto delle fonti utilizzate per reperire i fattori di emissione

Nella tabella 2.1 sono riassunte le fonti citate all'interno della documentazione consultata. Per quanto riguarda Swarovski, non è stato possibile rintracciare alcuna informazione a riguardo. In generale si può notare che vi è largo utilizzo di materiale fornito da agenzie/organizzazioni nazionali come DEFRA³ (*Department for Environment, Food & Rural Affairs*) e BEIS (*Department for Business, Energy & Industrial Strategy*) del Regno Unito,

²https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2_Volume2/V2_2_Ch2_Stationary_Combustion.pdf

³<https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2024>

ADEME⁴ (*Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie*) del governo francese, ISPRA⁵ (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) ente pubblico italiano, EPA⁶ (*Environmental Protection Agency*) del governo federale degli Stati Uniti, e internazionali ovvero la IEA⁷ (*International Energy Agency*) organizzazione intergovernativa autonoma con sede a Parigi, IPCC (*Intergovernmental Panel of Climate Change*) organizzazione delle Nazioni Unite con lo scopo di valutare informazioni scientifiche sui cambiamenti climatici. Tali enti lavorano al fine di promuovere politiche e pratiche sostenibili a livello globale, alcuni dei report sono a libero accesso. In particolare, per le emissioni dovute al consumo elettrico, si ricercano le informazioni direttamente dai propri fornitori, i quali svolgono analisi di *carbon footprint* rispetto al mix energetico che forniscono; lo stesso discorso vale per le emissioni dovute al teleriscaldamento. In alternativa vengono interpellate organizzazioni nazionali, come Terna per l'Italia, e internazionali come IEA e AIB⁸ (*Association of Issuing Bodies*), ente europeo che si occupa di gestire le garanzie di origine (GO) per l'energia elettrica in Europa attraverso l'*European Energy Certificate System* (EECS), che garantisce la trasparenza e l'affidabilità delle informazioni relative alla produzione di energia rinnovabile. Riguardo lo *Scope 3*, si può notare che il database maggiormente consultato è Ecoinvent, uno dei più completi al mondo per i dati del ciclo vita (LCA); esso fornisce dati dettagliati e verificati su un'ampia gamma di processi industriali e prodotti, coprendo settori come l'energia, i materiali, il trasporto, l'agricoltura.

2.2 Risultati del carbon audit e confronto con i peers

Mattioli S.p.A. ha svolto nel 2023 e poi successivamente nel 2024 il *carbon audit* per la sede di Torino. L'analisi è stata svolta seguendo in particolare la UNI-EN-ISO 14064-1:2019, la quale prevede la seguente classificazione di emissioni:

- Emissioni e rimozioni di GHG dirette (*Scope 1*);
- Emissioni di GHG da consumi di energia importata (*Scope 2*);
- Emissioni indirette di GHG derivanti dal trasporto (*Scope 3*);
- Emissioni indirette di GHG associate ai prodotti utilizzati dall'organizzazione (*Scope 3*).

Alla luce dei vari consumi, di energia e di materia, e di chilometri percorsi, dalle persone dell'azienda o dalla materia prima e prodotti finiti, si è potuto realizzare un bilancio delle emissioni prodotte; per ogni fonte emissiva si è applicata l'equazione 2.1 precedentemente presentata. In particolare, solo per le emissioni dirette si hanno più gas clima alteranti da considerare, ovvero CH_4 , NO_2 e CO_2 , mentre negli altri casi si ottiene direttamente un dato che rappresenta la CO_2 equivalente. Di seguito è riportato il bilancio, in forma

⁴<https://base-empreinte.ademe.fr/auth/access-restricted>

⁵<https://fettransp.isprambiente.it/#/ricerca>

⁶<https://www.epa.gov/regulations-emissions-vehicles-and-engines/final-rule-mandatory-reporting-greenhouse-gases>

⁷<https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/emissions-factors-2022>

⁸<https://www.aib-net.org/facts/european-residual-mix/2023>

riassuntiva, sia del 2023 che del 2022 (anno di *baseline*, in quanto rappresenta la prima analisi in materia di *carbon footprint*).

Tipologia emissione	Attività	Emissioni [tCO_{2eq}]	
		2023	2022
a - Emissioni e rimozioni di GHG dirette		0.14%	0.13%
Emissioni non-biogeniche	Combustione stazionaria di gas naturale	0.14%	0.11%
	Combustione per trasporto	0.01%	0.01%
	Perdite da FFS	0.00%	0.00%
	F-gas	0.00%	0.01%
b - Emissioni di GHG da consumi di energia importata		0.74%	0.62%
Emissioni non-biogeniche	Acquisto di energia elettrica	0.74%	0.62%
c - Emissioni indirette di GHG derivanti dal trasporto		1.25%	0.98%
Emissioni non-biogeniche	Trasporto dei dipendenti	1.23%	0.97%
	Trasporto materie prime	0.00%	0.00%
	Trasporto prodotti finiti	0.01%	0.00%
	Trasporto rifiuti	0.00%	0.00%
	<i>Business travel</i>	0.01%	0.01%
d - Emissioni di GHG associate ai prodotti utilizzati dall'organizzazione		97.87%	98.27%
Emissioni non-biogeniche	Materie prime acquistate	97.56%	98.12%
	Manutenzione e pulizia	0.05%	0.03%
	Trattamenti	0.08%	0.05%
	Packaging	0.01%	0.01%
	Rifiuti	0.23%	0.06%
TOTALE		100.00%	100.00%

Tabella 2.2: Bilancio delle emissioni percentuali di Mattioli S.p.A. per l'anno 2023 e 2022

Dalle analisi condotte è emerso che la maggior parte delle emissioni aziendali proviene dallo *Scope 3*, come illustrato nella tabella 2.2, in particolare per quanto riguarda l'approvvigionamento delle materie prime. Questo trend si conferma in entrambi i periodi di rendicontazione analizzati, evidenziando lo *Scope 3* come un punto critico nel bilancio emissivo dell'azienda.

Va sottolineato che lo *Scope 3* è particolarmente difficile da ridurre, poiché le emissioni derivano principalmente dalla *value chain* dell'azienda, che include fornitori e partner esterni. Per questo motivo, nei capitoli seguenti (3 e 4), non sono state sviluppate soluzioni specifiche per il raggiungimento degli obiettivi di riduzione previsti dal protocollo SBTi per lo *Scope 3*. L'attenzione è stata invece concentrata sulle emissioni dirette e indirette coperte dagli *Scope 1* e *2*, ritenuti prioritari per un intervento immediato.

Confronto rispetto ai peers. Prendendo in considerazione i report di sostenibilità delle aziende precedentemente citate, si è svolta un'analisi comparativa delle emissioni rispetto alle tre macro-categorie: *Scope 1*, *Scope 2*, *Scope 3*. La tabella seguente (2.3) riassume i dati ricercati.

	Scope 1	Scope 2	Scope 3	Periodo rendicontazione	Standard seguito	SBTi commitment
Richemont	0.78%	0.24%	98.98%	01/04/2022-31/03/2023	GHG protocol	sì
Tiffany&Co.	0.04%	5.00%	95.00%	01/01/2021-31/12/2021	GHG protocol	sì
Swarovski	11.23%	4.82%	83.95%	01/01/2022-31/12/2022	GHG protocol	sì
SwatchGroup	2.00%	3.00%	95.00%	01/01/2023-31/12/2023	GHG protocol	altro
Pandora	0.47%	2.14%	97.39%	01/01/2023-31/12/2023	GHG protocol	altro
Morellato	scope 3 non calcolato			01/03/2022-28/02/2023	GHG protocol	-
Mattioli	0.14%	0.74%	99.12%	01/01/2023-31/12/2023	UNI-EN-ISO 14064-1:2019 GHG protocol	sì

Tabella 2.3: Confronto delle emissioni: Mattioli rispetto ai *peers*

I risultati portati presentano le percentuali delle emissioni per ogni *scope*; come per Mattioli S.p.A., viene riconosciuto dall'intero campione analizzato l'enorme impatto che ha lo *Scope 3* all'interno del bilancio. L'unica azienda che non ha registrato un dato superiore al 90% per questa categoria è Swarovski, la quale però non fornisce, all'interno del report di sostenibilità, informazioni dettagliate riguardo a che tipo di attività sono state considerate per svolgere l'analisi.

Per contestualizzare i dati riassunti nella tabella 2.3, si sono sommariamente descritte nella tabella seguente (2.4) le attività considerate in sede di audit. Come già annunciato, Swarovski, ma anche Tiffany & Co., non forniscono in modo esplicito le condizioni in cui si sono calcolati *Scope 1* e *Scope 2*; le informazioni riguardo lo *Scope 3* delle medesime aziende si sono dedotte da grafici riassuntivi, in particolare il diagramma a torta con la ripartizione del terzo ambito. Viceversa, le altre organizzazioni considerate, hanno ampiamente fornito le informazioni necessarie al fine di cogliere il contesto (all'interno dei report).

	Richemont	Tiffany&Co.	Swarovski	SwatchGroup	Pandora	Morellato	Mattioli
SCOPE 1							
Perdite da FFS							
Fughe F-gas							
Veicoli aziendali							
Stationary combustion							
Processi							
SCOPE 2							
Elettricità							
Teleriscaldamento							
SCOPE 3						Non calcolato	
Beni e servizi acquistati							
Beni capitali							
Attività correlate al carburante ed energia non incluse in <i>Scope 1</i> o <i>2</i>							
Trasporto e distribuzione a monte							
Rifiuti prodotti							
<i>Business travel</i>							
Spostamento casa-lavoro dei dipendenti							
Beni in leasing a monte							
Uso dei prodotti venduti							
Beni in leasing a valle							
Trasporto e distribuzione a valle							
Elaborazione dei prodotti venduti							
Fine vita del prodotto							
Franchises							
Investimenti							

Tabella 2.4: Contesto dell'analisi: attività considerate, confronto con i *peers*

Riguardo lo *Scope 1* e *2*, dalla tabella 2.4, si riscontra che le attività considerate dalle diverse aziende per queste due categorie sono circa le stesse. Nel caso di Mattioli, ad esempio, non viene preso in esame il teleriscaldamento perché non se ne fa uso. Un'altra differenza dall'analisi svolta sull'azienda torinese rispetto alle altre, è che vengono valutate le perdite del sistema antincendio, mentre in nessun altro report vi è tale indicazione; sulle altre voci vi è in generale allineamento. Una differenza sostanziale che si ha tra Mattioli e i *peers* è che tutti hanno dei punti vendita da considerare nell'audit, come: punti vendita primari (*flagship stores*), *franchising*, *shop-in-shop*, boutique; ciò va a pesare sui consumi energetici dell'organizzazione in termini di energia elettrica e climatizzazione degli ambienti, quindi si tratta di emissioni che possono essere sia dirette che indirette a seconda dei tipi di impianto delle strutture.

Per quanto concerne lo *Scope 3* invece, si fa riferimento a quanto indicato dal *GHG protocol*, ovvero vengono specificate quindici categorie di attività che rientrano in questo ambito; in particolare, esse sono:

- (C1) Acquisto di beni e servizi.
- (C2) Beni capitali: emissioni derivanti dalla produzione di beni di capitale, come macchinari, edifici e veicoli acquistati dall'azienda.
- (C3) Attività legate al carburante ed energia non incluse in *Scope 1* o *Scope 2*: emissioni derivanti dall'estrazione, produzione e trasporto di combustibili e energia acquistati, ma non direttamente consumati dall'azienda.
- (C4) Trasporto e distribuzione a monte.
- (C5) Rifiuti generati nelle operazioni.
- (C6) Viaggi di lavoro.
- (C7) Spostamenti casa-lavoro dei dipendenti.
- (C8) Leasing a monte: emissioni derivanti dalle operazioni di beni affittati dall'azienda.
- (C9) Trasporto e distribuzione a valle ovvero, dopo che i prodotti hanno lasciato l'azienda.
- (C10) Lavorazione dei prodotti venduti: emissioni derivanti dalla lavorazione ulteriore dei prodotti venduti dall'azienda da parte di terzi.
- (C11) Uso dei prodotti venduti.
- (C12) Fine vita dei prodotti venduti.
- (C13) Leasing a valle: emissioni derivanti dalle operazioni di beni affittati a terzi dall'azienda.
- (C14) Franchising.
- (C15) Investimenti: emissioni derivanti dalle operazioni degli investimenti fatti dall'azienda, come partecipazioni in altre aziende o progetti finanziati.

Le categorie principalmente considerate sono quelle da (C1) a (C7). Come già anticipato, l'approvvigionamento di materie prime è un punto critico in quanto responsabile di gran parte delle emissioni dello *Scope 3*, come seconda attività maggiormente emissiva si hanno i trasporti (soprattutto *upstream*), seguiti dagli spostamenti dei dipendenti e dai *business travel*. In particolare, dalla tabella 2.4, si nota che tutti i *peers* hanno considerato le categorie C2 e C3, a differenza di Mattioli. Questo è dovuto al fatto che l'analisi svolta mirava a definire e quantificare le attività che rappresentano un impatto maggiore all'interno del bilancio GHG, come ad esempio l'approvvigionamento delle materie prime. Nei futuri step verrà ampliata l'analisi, andando ad integrare anche le categorie mancanti, fornendo una visione completa. La figura 2.3, riassume la ripartizione dello *Scope 3* per ogni azienda considerata, seguendo le categorie appena presentate⁹.

⁹Tiffany & Co. considera nella voce "Acquisto di beni e servizi" anche beni capitali e rifiuti.

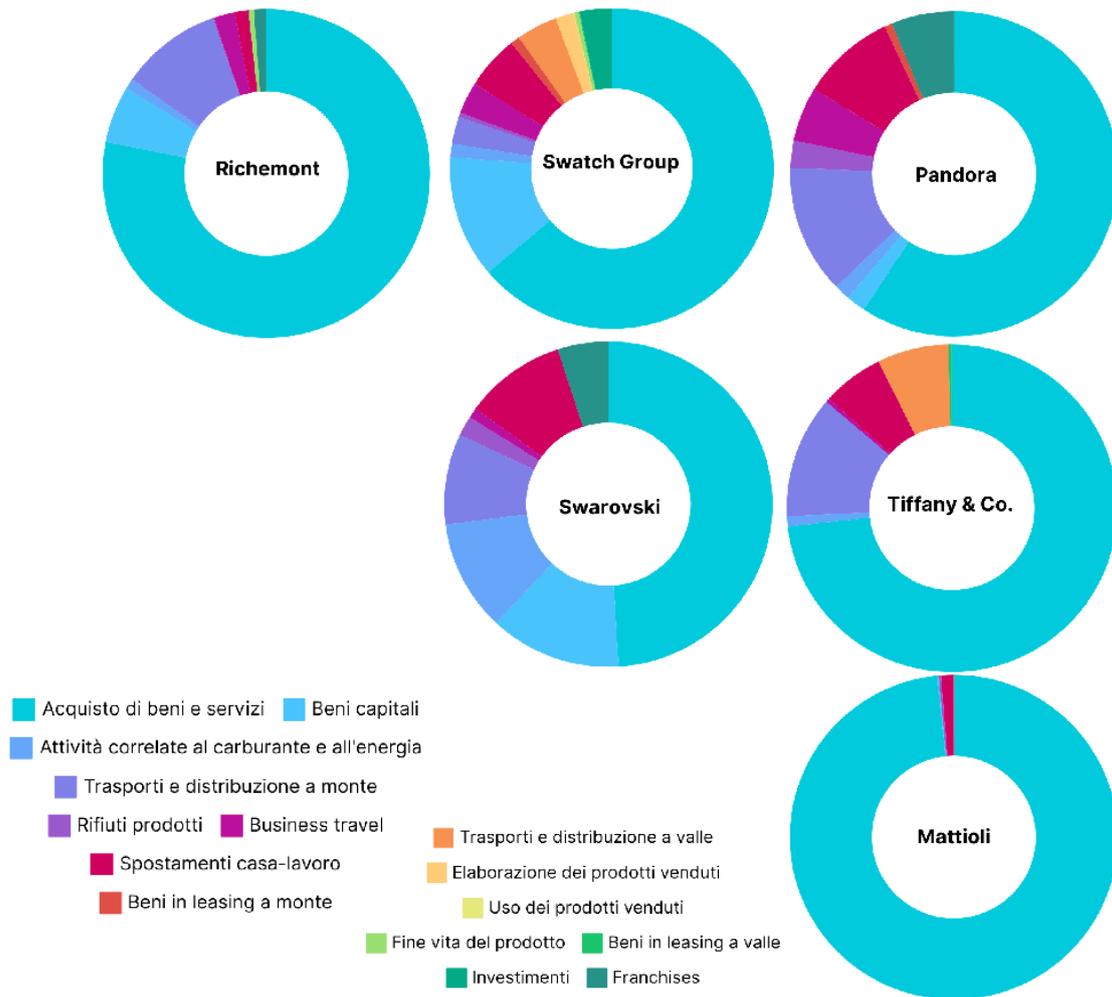


Figura 2.3: *Scope 3*: confronto delle diverse categorie tra i *peers*

Molte delle aziende *peers* hanno varie sedi produttive dislocate in diverse aree geografiche, anche al di fuori dell'Europa; per dare un'idea generale rispetto alle distanze a cui talune organizzazioni sono soggette, viene riportata di seguito una cartina riassuntiva con indicati i differenti luoghi in cui esse hanno i propri stabilimenti (figura 2.4).

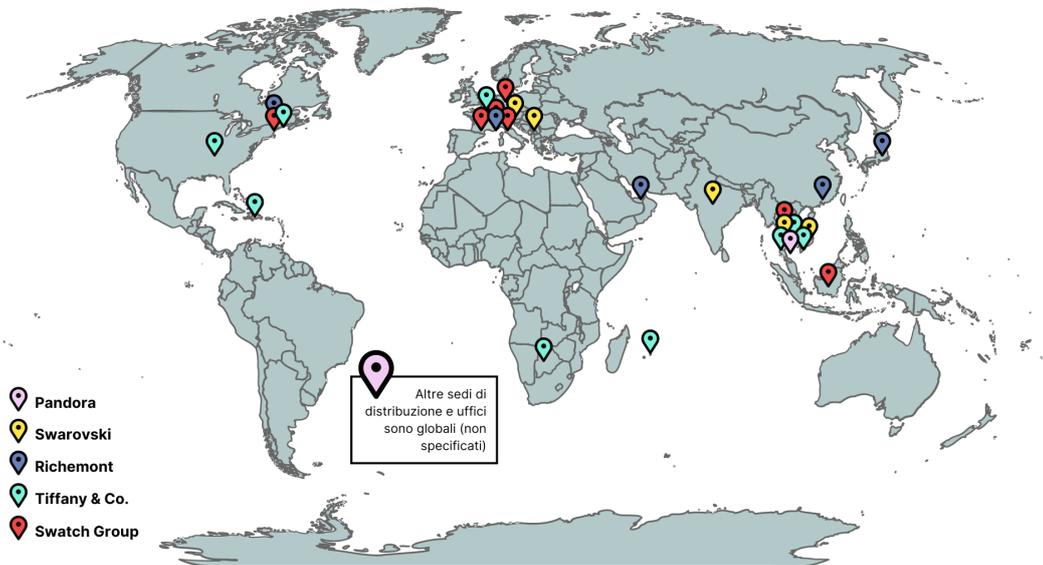


Figura 2.4: Dislocazione delle diverse sedi produttive dei *peers*

Quanto riportato può spiegare il grande impatto che i trasporti hanno sullo *Scope 3* per le organizzazioni considerate come *peers*; per Mattioli invece, non si riscontra tale influenza in quanto lavora solo in Italia, quindi di conseguenza gli spostamenti hanno un raggio molto contenuto in paragone. Inoltre, si può affermare che, essendo tutti i *peers* aziende con più dipendenti rispetto a Mattioli (vedi figura 2.5), si registra anche un maggior impatto dovuto allo spostamento dei lavoratori.

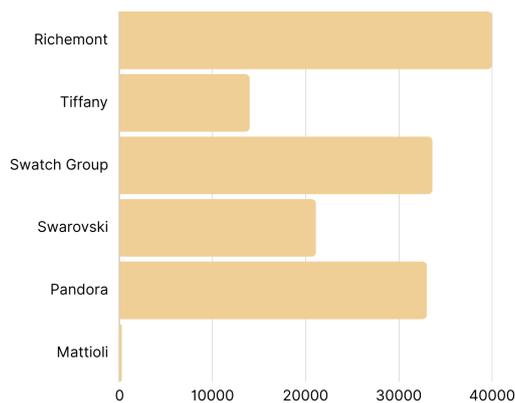


Figura 2.5: Dimensioni delle aziende a confronto

Come introdotto all'inizio del capitolo, fare analisi di *carbon footprint* è utile al fine di monitorare i risultati in termini di riduzione delle emissioni di gas serra. A tal fine, per

imporre dei target da perseguire in un certo arco temporale, può essere utilizzato il programma *SBTi: Science Based Targets initiative*. L'*SBTi*¹⁰ fornisce una metodologia per assicurare che questi obiettivi siano allineati con l'accordo di Parigi, il cui obiettivo è limitare il riscaldamento globale a ben al di sotto dei 2°C rispetto ai livelli preindustriali e di proseguire gli sforzi per limitare l'aumento della temperatura a 1,5°C. Le aziende che aderiscono al programma *SBTi* sottopongono i loro target di riduzione delle emissioni ad una rigorosa revisione per garantirne la scientificità e l'efficacia nella lotta contro il cambiamento climatico. Nella tabella 2.3, viene indicato quali delle aziende osservate ha aderito a tale programma. Nella colonna "*SBTi commitment*" è possibile trovare l'espressione "altro", la quale indica che vengono imposti degli obiettivi di riduzione, ma non seguendo lo standard sopracitato.

2.3 Criticità evidenziate

Le criticità che si possono riscontrare nello svolgere un *carbon audit* sono riducibili a due differenti punti di vista, ovvero:

- Dal punto di vista dell'ente responsabile dello studio, ciò che può rendere difficoltosa l'analisi è la mancanza di materiale specifico che possa descrivere le emissioni di ogni attività considerata.
- Dal punto di vista dell'azienda, fornire tutti i dati richiesti spesso può essere un ostacolo, quindi non è così insolito riscontrare comportamenti reticenti da parte di imprese che si trovano a svolgere questo tipo di analisi.

2.3.1 Il punto dell'auditor

Come già accennato nella sezione 2, un punto cruciale per chi calcola la *carbon footprint* di un'azienda è ottenere dei fattori emissivi per ogni attività considerata nel contesto dell'analisi. Il settore in cui operano le organizzazioni considerate in questo studio, ovvero quello dei gioielli e beni di lusso in generale, è un settore abbastanza di nicchia; per questo non è scontato trovare molta documentazione a riguardo. Infatti, la problematica principale riguarda l'identificazione dei fattori di emissione per i materiali preziosi, come ametista, topazio, acqua marina, zaffiri (ecc.): in letteratura non si hanno informazioni rispetto a quest'ultimi materiali, rendendo quindi difficile l'identificazione del loro contributo all'interno del bilancio emissivo. Alla luce di ciò, quel che è stato fatto per Mattioli è imporre il fattore emissivo del diamante anche per le pietre preziose e semipreziose. Questa assunzione porta sicuramente una sovrastima delle emissioni per questi materiali, ma è opportuno mantenere un approccio cautelativo, in mancanza di altre indicazioni. Con l'intento di confrontare le strategie applicate dalle altre aziende del settore, si è ricercato all'interno dei report sopracitati se ci fossero informazioni a riguardo; l'analisi svolta¹¹ viene riassunta nella figura seguente (2.6).

¹⁰Maggiori informazioni sono fornite al capitolo 4

¹¹Morellato è stato escluso dall'analisi in quanto non ha eseguito l'audit per lo *Scope 3*

<i>Richemont</i>	Viene esplicitato che: FE diamanti lavorati - Truecost "ESG analysis May 2019, The Socioeconomic and Environmental Impact of Large-Scale Diamond Mining" Le materie prime per cui non è possibile reperire un FE rilevante sono state escluse dall'analisi
<i>Tiffany & Co.</i>	Il rapporto discute ampiamente le pratiche di tracciabilità e approvvigionamento responsabile, mancano dettagli specifici sui database o sulle relazioni utilizzate per calcolare esattamente le emissioni relative ai metalli preziosi e ai minerali
<i>Swarovski</i>	Utilizza prevalentemente dati e protocolli per garantire che i metalli preziosi e le gemme siano tracciabili e riciclati quando possibile, al fine di ridurre significativamente le emissioni di carbonio e l'impatto ambientale. Tuttavia, non viene fornito un dettaglio specifico sui database o sulle relazioni utilizzate per calcolare questi fattori di emissione.
<i>Swatch Group</i>	Viene esplicitato che, FE per oro (e in generale i metalli preziosi) da miniera vengono direttamente chiesti alle miniere che li forniscono; scelgono miniere responsabili socialmente ed ambientalmente. Nel report si evidenziano i processi e gli standard utilizzati per l'approvvigionamento di metalli preziosi e pietre preziose e indicano l'uso di database e metodologie riconosciuti per il calcolo delle emissioni, sebbene i dettagli specifici sui fattori di emissione per i materiali preziosi stessi non siano stati dettagliati.
<i>Pandora</i>	Viene esplicitato che: Se il volume del materiale è noto viene moltiplicato per un EF sulla base di un'analisi di LCA (LCAs chiave di seguito) FE argento - GaBi database 2019 FE oro riciclato - Hafner, 2019 FE oro estratto - World Gold Council 2018
<i>Mattioli</i>	FE diamante - Environmental Impacts of Mined Diamonds, Imperial College London, 2021 FE pietre preziose e semi-preziose - lo stesso utilizzato per i diamanti (assunzione cautelativa) FE argento - Gem and Jewelry Industry sets to reduce carbon footprints, GIT FE oro (100% riciclato) - Gold and Climate Change: current and future impacts, World Gold Council, 2019 FE Platino - The environmental costs of platinum-PGM mining and sustainability: Is the glass half-full or half-empty?, Mineral Engineering

Figura 2.6: Emissioni dovute alle materie prime: confronto individuazione FE

Come si può evincere dalla figura 2.6, nessuno ha dato informazioni specifiche riguardo le pietre preziose e semi-preziose anche se tali materie prime sono sicuramente utilizzate all'interno dei processi produttivi di tutte le aziende riportate. Alla luce delle informazioni riportate le strade percorribili possono essere le seguenti:

- Escludere dall'analisi le materie per cui non è possibile reperire un fattore di emissione rilevante, come deciso da Richemont; questo sicuramente renderà l'analisi incompleta, però a fronte di una mancanza consistente di dati è possibile omettere tali informazioni rispetto al bilancio, finché non si avrà la conoscenza adatta.
- Assegnare il fattore emissivo di un altro materiale che si può considerare simile, come si è fatto per Mattioli.
- Affidarsi alle informazioni specifiche che possono dare i fornitori, se essi hanno svolto degli studi in merito e sono in grado di fornire dati di questo tipo; Swatch Group afferma, per quanto riguarda i metalli preziosi, di reperire le specifiche rispetto alle emissioni GHG solo da miniere responsabili (socialmente e ambientalmente).
- Svolgere degli studi di LCA (*Life Cycle Assessment*) specifici per determinati materiali; questo è possibile se si conosce in modo approfondito tutto il percorso che viene svolto al fine di ottenere una data materia, per la quale occorre calcolare la *carbon footprint*.

2.3.2 Il punto dell'azienda

Al fine di approfondire il punto di vista dell'azienda sottoposta all'*audit* si è chiesto a Mattioli le proprie impressioni a riguardo. La principale criticità evidenziata è sicuramente il

dover coinvolgere diversi enti all'interno dell'organizzazione al fine di reperire tutti i dati; infatti, occorre un coordinamento delle varie aree interne in quanto i dati necessari sono dislocati in più settori. Più la struttura di un'azienda è complessa, maggiore è la difficoltà riscontrata nel realizzare la collaborazione sopracitata. Le realtà aziendali di grandi dimensioni hanno una struttura molto ramificata, quindi può risultare complicato individuare le figure giuste per raccogliere i dati interni per l'*audit*; è necessario, quindi, un responsabile che possa coordinare l'operazione, ma soprattutto è fondamentale che venga trasmesso il messaggio per cui si sta chiedendo tale lavoro (di acquisizione dati). Infatti, dall'esperienza di Mattioli risulta che, spiegando le motivazioni e il fine dell'attività svolta (anche se non sempre in maniera approfondita), si riscontra un senso di curiosità e interesse verso i temi ambientali da parte dei soggetti coinvolti nel processo, favorendo così una migliore collaborazione.

Rispetto ai vari elementi da fornire, si è riscontrata maggiore difficoltà nel dare informazioni riguardo ai materiali di processo utilizzati, in quanto per essi non vi è un tracciamento attento come per le materie prime, che nel caso in questione sono materiali con un valore e un costo elevato trattandosi di aziende orafe. Tali materiali sono di ausilio alla produzione (come il liquido per le stampanti 3D, l'olio da taglio, cere, solventi, ecc.), rientrano nei processi produttivi ma non si ha la stessa conoscenza di dettaglio che si ha per le materie lavorate; ciò introduce, quindi, un problema nel momento in cui occorre quantificare ognuno di essi.

Alle volte invece, occorre fare delle stime in quanto non si è a conoscenza del dato reale; ad esempio, si sono stimate le informazioni rispetto allo spostamento dei dipendenti: come la frazione dei mezzi a diesel rispetto a quelli a benzina, piuttosto che la percentuale di dipendenti che utilizzano l'auto rispetto a bici/monopattino, ed infine i chilometri mediamente percorsi. Un'altra area soggetta a stime è la manutenzione, nella quale può capitare che qualcosa venga acquistato al di fuori del sistema tracciato e quindi si perdono informazioni puntuali.

Sebbene tale analisi possa rappresentare un'attività complessa se ci si sottopone la prima volta, è innegabile che, una volta spianata la strada da percorrere, la seconda volta che ci sottopone allo stesso processo il percorso sarà più facile. Inoltre, con l'esperienza si sviluppa la sensibilità rispetto a quali informazioni richiedono un maggiore dettaglio, in quanto rappresentano *hotspot* emissivi, e quali invece possono essere trattate in modo più approssimato.

Capitolo 3

Sviluppo del piano di sostenibilità e collegamenti con gli aspetti energetici

Nel capitolo 2, è stato sottolineato più volte che il principale obiettivo di una *carbon audit* è monitorare le emissioni di GHG dell'azienda, con l'intento di perseguire i target di riduzione stabiliti, seguendo le linee guida dell'SBTi¹ o altre metodologie. Questi obiettivi, definiti come percentuali di riduzione nei tre *Scope*, devono essere raggiunti entro scadenze precise. Tuttavia, non esiste una soluzione unica per raggiungere tali obiettivi: ogni azienda può adottare diverse strategie, in funzione del contesto in cui opera, delle caratteristiche del territorio, delle infrastrutture disponibili e, soprattutto, degli *hotspot* emissivi identificati. Nel capitolo 3, verrà approfondito il piano di sostenibilità sia dal punto di vista delle soluzioni proposte, sia dal punto di vista tecnico, spiegando come queste soluzioni siano state applicate al caso studio; inoltre, nella sezione degli approfondimenti (3.2), verranno presentate ulteriori analisi che ampliano il tema, non rimanendo strettamente legati al caso studio.

3.1 Le soluzioni proposte e confronto con i peers

È stato sviluppato per Mattioli un piano di sostenibilità con diverse proposte perseguibili al fine di soddisfare la riduzione del 42% delle emissioni di *Scope* 1+2; la scadenza è fissata al 2030. Al momento non sono stati calcolati i target per lo *Scope* 3, i quali saranno inseriti nei prossimi step. La figura 3.1 riporta le soluzioni proposte per l'azienda torinese analizzata; al fine di soddisfare il target imposto con SBTi non è necessario implementarle tutte, a seconda della strategia che verrà scelta se ne applicheranno alcune, in modo sufficiente per raggiungere la riduzione di emissioni imposta. Di seguito verranno argomentate le soluzioni proposte in figura (3.1), suddivise rispetto allo *Scope* per cui realizzano una riduzione di emissione.

¹Maggiori informazioni riguardo l'SBTi sono fornite nel capitolo 4

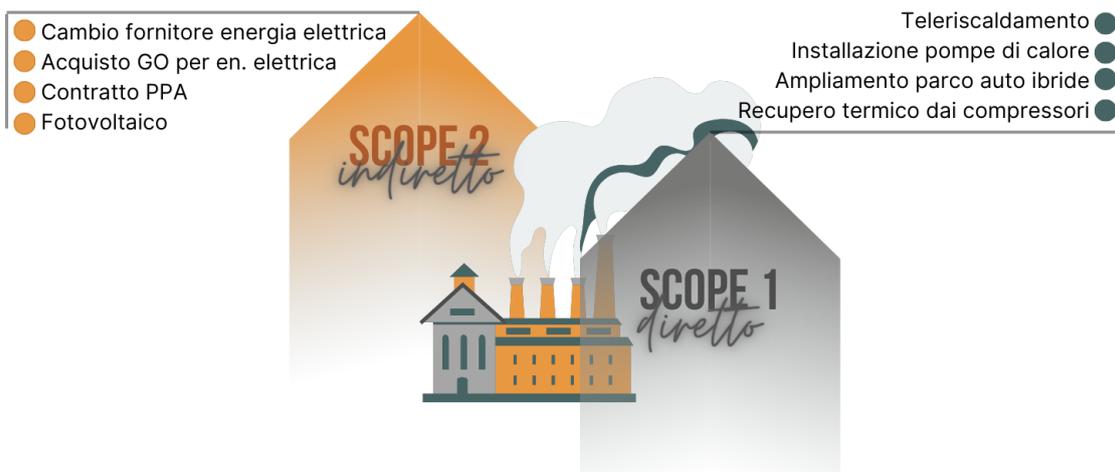


Figura 3.1: Soluzioni proposte per Mattioli S.p.A.

3.1.1 Riduzione scope 1

Ampliamento del parco autovetture ibride. Le emissioni dovute al parco auto dell'azienda sono da considerarsi all'interno del conteggio dello *Scope 1*; al fine di ridurre tale impatto si potrebbe valutare l'acquisto in *leasing* di auto ibride. Questo permetterebbe, a parità di chilometri percorsi nei viaggi aziendali, di diminuire le emissioni in quanto cambierebbe il fattore di emissione specifico, dovuto al fatto che il combustibile fossile consumato (nelle stesse condizioni) sarà inferiore.

Recupero termico dai compressori. La produzione di aria compressa è un processo con un'efficienza complessiva molto bassa, dovuta ai svariati passaggi di trasformazione che necessita per ottenere energia meccanica finale a partire dall'energia elettrica in ingresso. La figura 3.2 mostra gli step che portano a conseguire il risultato desiderato: il rendimento totale del processo è rappresentato dalla produttoria di tutti i singoli rendimenti che caratterizzano ogni processo ($\eta_{tot} = \eta_{ME} * \eta_C * \dots * \eta_t \approx 0.15$) [38].

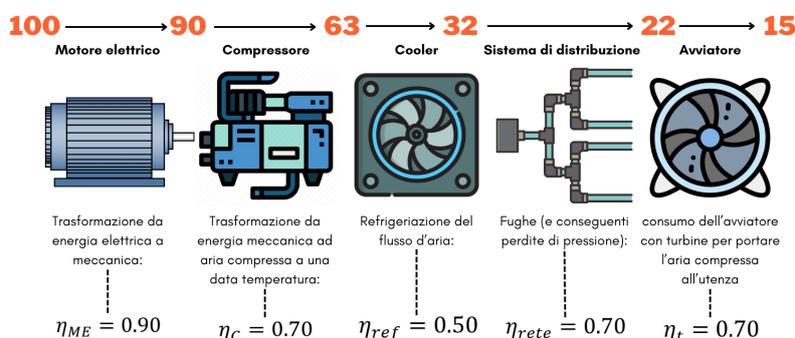


Figura 3.2: Rendimento produzione aria compressa

Invece di dissipare il calore, è possibile sviluppare il recupero di cascami termici, portando ad un miglioramento dell'efficienza del processo. A seconda del cascame termico disponibile, del fluido utilizzato e del tipo di impianto presente, il recupero termico può essere applicato in diverse aree e contesti, non limitandosi solo al processo dell'aria compressa. Saranno fornite maggiori dettagli sulle varie opzioni e applicazioni nella sezione 3.2.

Installazione di pompe di calore. Una soluzione molto attuale per eliminare l'uso delle caldaie a gas nella produzione di calore è l'installazione di pompe di calore. Queste, se opportunamente predisposte, possono soddisfare non solo il fabbisogno termico invernale, ma anche quello estivo. L'adozione di questa tecnologia elimina completamente la dipendenza dalla combustione di gas, impiegando invece fluidi frigorigeni.

Di conseguenza, si ottiene una riduzione delle emissioni, poiché, come accennato, vi è un significativo risparmio di gas. Conoscendo la potenza media annua di ciascuna caldaia installata nello stabilimento, è possibile selezionare pompe di calore con una potenza termica di targa adeguata alle esigenze. La corretta dimensione della potenza di ogni pompa di calore è cruciale anche per determinare l'investimento necessario per l'acquisto delle macchine. Inoltre, conoscendo il consumo medio annuo di gas (in Sm^3) per ciascuna caldaia sostituita, è possibile stimare la riduzione percentuale di CO_{2eq} .

Teleriscaldamento. Un'altra soluzione proposta, che può essere complementare all'installazione delle pompe di calore o perseguita singolarmente, è l'allacciamento alla rete di teleriscaldamento. Al momento, questa opzione è meno immediata, poiché la zona di Torino in cui si trova lo stabilimento dell'azienda non è ancora allacciata alla rete. Inoltre, a Torino non si è ancora verificata l'evoluzione del teleriscaldamento verso le tecnologie di quarta e quinta generazione, che sono attualmente oggetto di studio [39]. Queste nuove generazioni di teleriscaldamento puntano a soluzioni più efficienti per abbassare la temperatura di mandata, integrare l'uso di fonti rinnovabili e sfruttare cascami termici per alimentare la rete.

Tuttavia, nel momento in cui si verificherà l'ampliamento della rete e l'implementazione di queste nuove tecnologie, il teleriscaldamento diventerà una valida alternativa. L'allacciamento alla rete può essere considerato singolarmente, eliminando così la necessità di caldaie a gas e riducendo significativamente le emissioni di *Scope 1*. Inoltre, in combinazione con le pompe di calore, potrebbe massimizzare ulteriormente l'efficienza energetica, contribuendo a un fattore di emissione nettamente inferiore rispetto a quello di una singola caldaia installata in sito.

3.1.2 Riduzione Scope 2

Cambio fornitore di energia. Con l'approccio *Market-based* per il calcolo delle emissioni derivanti dal consumo di energia elettrica, si va a considerare il fattore di emissione specifico del proprio fornitore, al posto di quello nazionale, utilizzato nell'approccio *Location-based*. In particolare, il FE dipende dal mix energetico che caratterizza la produzione di un dato fornitore; scegliendo quindi una società di fornitura con un'alta percentuale di fonti rinnovabili all'interno del proprio mix energetico porta a un beneficio in termini di riduzione di emissioni di *Scope 2*.

Acquisto GO. Le garanzie di origine (GO) sono certificati assegnati ai produttori di energia elettrica da fonti rinnovabili, basati sull'energia effettivamente prodotta e immessa in rete ogni anno solare. Questi certificati mirano a promuovere la trasparenza nei contratti di vendita di energia rinnovabile. In particolare, viene emesso un titolo GO per ogni MWh di energia rinnovabile immesso in rete da questi impianti. I titoli GO vengono rilasciati, trasferiti e annullati elettronicamente attraverso il portale web gestito dal GSE, ovvero il Gestore dei Servizi Energetici (Portale GO) [40]. Il produttore, proprietario di impianti ad energia rinnovabile, acquista dal GSE titoli GO per il dato impianto; a sua volta il grossista compra tali garanzie dai produttori, in modo da dimostrare agli utenti interessati a fornirsi di energia verde l'effettiva provenienza dell'energia comprata. In questo modo si azzerano completamente le emissioni dovute all'approvvigionamento di energia elettrica, essendo che deriva da fonti rinnovabili.

Impianto Fotovoltaico. Una soluzione che porterebbe a raggiungere, da sola, il target di *Scope 2* per la sede di Torino è l'installazione di un impianto fotovoltaico. Si è studiato, per l'estensione di superficie utilizzabile e l'inclinazione ottimale, che l'impianto porterebbe a un sufficiente autoconsumo tale da soddisfare il requisito sulle emissioni di tipo 2. Per impianti di questo tipo è fondamentale valutare il tempo di ritorno dell'investimento (PBT: *PayBack Time*), in funzione di eventuali incentivi ottenibili, risparmio della spesa energetica (acquistandone meno perché una quota è auto-prodotta), l'investimento iniziale².

Contratto PPA. Nel caso in cui non si avesse la possibilità di realizzare direttamente sul proprio terreno un impianto ad energia rinnovabile, si può valutare di stipulare un contratto PPA (*Power Purchase Agreement*) con un fornitore energetico. Il produttore costruisce e gestisce un impianto di generazione energetica, la quale viene venduta all'acquirente a un prezzo stabilito nel contratto, che può essere fisso o indicizzato ai mercati energetici. I PPAs sono un efficace strumento di sostenibilità poiché permettono alle aziende di utilizzare energia rinnovabile, riducendo così le loro emissioni di carbonio e contribuendo agli obiettivi di sostenibilità ambientale. Un altro vantaggio significativo è la ripartizione del rischio costo. Stabilendo un prezzo fisso per l'energia per un determinato numero di anni, l'acquirente può proteggersi dalle fluttuazioni dei prezzi del mercato energetico. Ciò significa che una parte del consumo energetico viene acquistata a un prezzo predeterminato, mentre per il restante fabbisogno l'acquirente può affidarsi a fornitori sul mercato, bilanciando così il rischio e la spesa complessiva.

3.1.3 Confronto con i peers

Per ampliare l'analisi rispetto alle soluzioni proposte per attuare un piano di sostenibilità, si sono realizzate le seguenti tabelle riassuntive (3.1, 3.2) in modo da presentare quanto riportato dai soggetti considerati *peers*, elencati al capitolo 2.

²Un approfondimento sarà fornito nella sezione seguente (3.2)

	Richemont	Tiffany&Co.	Swarovski
SCOPE 1	Priorità all'approvvigionamento di energia rinnovabile attraverso l'installazione di impianti on-site (pompe di calore, impianti geotermici)	Efficientamento energetico dei processi	Efficientamento energetico. Elettificazione dei processi produttivi. Investire nelle strutture energetiche: sistema di riscaldamento, pompe di calore ecc.
SCOPE 2	Installazione on-site, l'approvvigionamento di energia rinnovabile dai fornitori locali. Utilizzo di acqua di falda, utilizzo di calore di scarto (dei compressori)	Installazione on-site (PV). Approvvigionamento di energia rinnovabile dai fornitori locali (RECs)	Aumento dell'energia rinnovabile all'interno del mix energetico (acquisto di certificati EAC). Solare fotovoltaico on-site
EDIFICI	Sviluppo di tool per la valutazione degli edifici (<i>Green Building Score Card</i>): identificare opportunità di miglioramento. Guide interne per ridurre il consumo energetico nei nostri edifici.	30% degli edifici certificati LEED	Programma di risparmio energetico: include sia i siti produttivi che uffici e shops. Store Swarovski certificati LEED, altri stores: GLEAM standards

	SwatchGroup	Pandora	Morellato	Mattioli
SCOPE 1	Sostituire i sistemi di raffrescamento con refrigeranti GHG free. Nuovi veicoli non-fossil fuel. Recupero/trasformazione delle emissioni. <i>Carbon capture</i>	Aumento del rinnovabile; Efficientamento dei processi	Monitoraggio dei consumi; Efficientamento energetico	Ampliamento del parco autovetture ibride; Recupero termico dai compressori esistenti; Installazione delle pompe di calore; Teleriscaldamento
SCOPE 2	Aumentare l'energia rinnovabile prodotta, procurarsi energia rinnovabile tramite certificazioni, aumentare l'efficienza di edifici e processi	Aumento del rinnovabile (PV on-site, impianto a biomassa); Certificazioni RECs, Contratti vPPA	Implementazione fotovoltaico	Cambio fornitore di energia elettrica; Acquisto di GO; PV on-site; Contratto PPA
EDIFICI		Nuove strutture produttive realizzate con certificazione. In progetto di acquistare per tutti gli stores certificazioni RECs	Monitoraggio dei consumi	

Tabella 3.1: Confronto soluzioni proposte per la riduzione di *Scope 1 e 2*

In particolare, nella tabella 3.1 sono riportate le soluzioni descritte per lo *Scope 1 e 2*; si riscontra un generale allineamento rispetto quanto proposto. Specificamente si hanno:

- **Efficientamento:** può essere inteso sia rispetto ai processi produttivi, sia lo stabile in generale; attraverso un'analisi attenta dei consumi nel tempo è possibile individuare situazioni anomale e quindi vi è occasione di miglioramento. Ciò può essere realizzato implementando lo standard ISO 50001, il quale è progettato per aiutare le organizzazioni a migliorare continuamente le loro prestazioni energetiche, compresa l'efficienza energetica, l'uso dell'energia e il consumo.
- **Elettificazione dei processi produttivi:** riuscendo ad elettrificare anche i processi che richiedono utilizzo di energia termica, come le fornaci, si può tagliare drasticamente l'utilizzo di gas naturale; questo abbinato ad utilizzo di energia elettrica verde porta ad un abbattimento delle emissioni di *Scope 1*.
- **Installare sistemi di raffrescamento *GHG free***³.
- ***Carbon capture*:** si può altresì valutare di catturare la CO_2 prima che venga emessa in atmosfera con specifiche sezioni di trattamento dei fumi; tale processo è attualmente molto studiato. Ci sono diverse tecnologie per svolgere il sequestro di anidride carbonica post combustione; infatti, può avvenire tramite l'utilizzo di ammine, solventi, sostanze solide (come le zeoliti) ed anche microalghe.
- **Applicare soluzioni con impianti ad energia rinnovabile, sia *on-site* sia tramite utilizzo di certificati energetici (RECs *Renewable Energy Certificates*) oppure PPA.**

³Si faccia riferimento alla sezione 3.2.

Certificazione degli edifici ed efficienza energetica

Inoltre, nella tabella 3.1 viene inserita un'altra riga, la quale pone alcune riflessioni rispetto agli edifici posseduti dalle varie organizzazioni considerate. Molte di esse infatti, hanno ottenuto certificazioni per diverse loro strutture, specialmente per quanto riguarda i punti vendita di cui sono proprietarie. Tre delle sei aziende *peers* valutate dichiarano di aver degli edifici certificati LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*); è il sistema di valutazione degli edifici verdi più utilizzato al mondo. Ideata dal U.S. Green Building Council (USGBC)⁴, la certificazione LEED offre un quadro di riferimento per edifici sostenibili, salubri, altamente efficienti e che consentono di risparmiare sui costi, apportando benefici ambientali, sociali e di *governance*. Le categorie LEED possono anche contribuire al raggiungimento degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile delle Nazioni Unite (SDGs). Riconosciuta a livello globale come simbolo di successo in ambito sostenibile, la certificazione LEED è supportata da un'intera industria di organizzazioni e individui impegnati a promuovere la trasformazione del mercato. Vi sono però sentimenti contrastanti rispetto all'efficienza effettiva di edifici LEED rispetto ad altri non certificati nello stesso settore. Infatti, sebbene gli edifici LEED siano progettati con l'intento di essere energeticamente efficienti, la loro performance effettiva può variare notevolmente. Fattori come le modifiche in fase di costruzione, il comportamento degli occupanti e la mancanza di un rigoroso sistema di ispezione possono influenzare negativamente l'efficienza energetica reale degli edifici certificati[41]. Consultando anche i seguenti testi [42] e [43], è emerso che, non è garantito che tutti gli edifici LEED siano significativamente più efficienti dal punto di vista energetico rispetto agli edifici non certificati. Le variazioni nei risultati possono essere attribuite a diversi metodi di valutazione, caratteristiche del design e fattori operativi degli edifici. Dalle osservazioni portate, si può concludere che non è sufficiente ottenere una certificazione, ma è fondamentale che avvenga una reale gestione energetica e monitoraggio dei consumi per l'edificio.



Figura 3.3: Processo di Certificazione LEED e Fattori Critici di Efficienza Energetica

⁴<https://www.usgbc.org/leed>

Riduzione Scope 3: interventi dei peers

La tabella 3.2 riporta invece quanto detto dalle diverse imprese rispetto alla riduzione dello *Scope 3*. Sono state riportate le quindici categorie del *GHG protocol*, per ogni organizzazione sono stati segnati i macro-argomenti considerati nei report. L'intensità di colore delle caselle, indica l'importanza del dato argomento all'interno del bilancio sulle emissioni di tipo 3: più il tono è tenue e minore sarà l'impatto percentuale. È importante sottolineare che ridurre le emissioni di questo tipo non è facile, dal momento che la maggior parte dei rilasci in questione sono causati dai *suppliers* dell'azienda; quindi, non dipendono dall'impresa in sé ma ne inficiano le prestazioni in termini emissivi. Spesso per cercare di ridurre queste emissioni si fa uso del *carbon offset*: è un meccanismo volto a bilanciare le emissioni di gas serra prodotte da una determinata attività compensandole con azioni che riducono o assorbono una quantità equivalente di emissioni in un altro contesto. Alcuni esempi possono essere: progetti per la realizzazione di impianti rinnovabili, progetti di riforestazione, progetti di efficientamento energetico in Paesi terzi, progetti sulla gestione dei rifiuti, progetti sulla cattura e stoccaggio della CO_2 . Questo meccanismo sicuramente ha un risvolto positivo rispetto allo sviluppo di un'economia sostenibile a livello globale, ma non aiuta in alcun modo la riduzione delle emissioni di cui è responsabile l'organizzazione. Infatti, tale soluzione non è contemplata dall'SBTi, il quale si basa esclusivamente su principi scientifici al fine di raggiungere una reale riduzione delle emissioni dell'azienda (è accettabile solo per eliminare le emissioni residue, ovvero il 5-10%). Nell'ultima riga della tabella 3.2, sono indicate le organizzazioni che hanno affermato di partecipare ad alcuni progetti di *carbon offset*. Quest'ultime sono anche iscritte all'SBTi quindi quello che fanno per enti terzi rientra come volontariato e non come soluzione al target di riduzione (risulta come un "di più"). Rispetto a ciò che viene fatto attivamente dalle imprese considerate, dalla tabella si evince che le soluzioni principali condivise sono:

- Realizzare un modello di trasporti più sostenibile (trasporto della materia e del prodotto); ad esempio, passando da trasporti via aerea a trasporti via nave o su rotaia è possibile ridurre in parte le emissioni imputate ai trasporti.
- Incentivare la *soft mobility* per i dipendenti, come trasporti pubblici, utilizzo di biciclette elettriche, *carsharing*, ecc. Anche se Mattioli non ha ancora sviluppato il suo piano di sostenibilità, si è già attivato per cercare di ridurre l'impatto dovuto allo spostamento dei propri dipendenti; infatti, ha già acquistato bici elettriche per agevolare la mobilitazione sostenibile del proprio personale che vive entro un certo raggio dall'azienda.
- Sviluppare un'economia circolare al fine di ridurre i rifiuti prodotti dall'azienda; ciò viene pensato soprattutto per il *packaging*, ma anche per il design del prodotto (con possibilità di riparare la merce venduta).
- Far affidamento ad una filiera di fornitori responsabili, sia socialmente che ambientalmente. Come già sottolineato, la maggior parte delle emissioni per lo *Scope 3* è attribuibile ai *suppliers* dell'azienda, è quindi fondamentale assicurarsi che quest'ultimi siano attenti a ridurre a loro volta la propria impronta di carbonio.

SCOPE 3	Richemont	Tiffany&Co.	Swarovski	SwarovskiGroup Piano di sostenibilità non ancora pubblicato	Pandora	Morcello Non calcolato	Martini Piano di sostenibilità non ancora pubblicato
Beni e servizi acquistati	Port Of Sales Materials POSNO 360 & Packaging 360 pilot programme	Attraverso la loro influenza, sostengono un'azione responsabile verso l'ambiente coinvolgendo tutta la <i>supply chain</i>	Lavorare con i <i>suppliers</i> per ridurre l'impatto		utilizzo del 100% di energia rinnovabile in ogni stadio della coltivazione dei diamanti. Utilizzo di materiali riciclati o a basso impatto sia per la produzione di gioielli sia per il packaging		
Beni capitali							
Attività correlate al carburante ed energia non incluse in Scope 1 o 2							
Trasporto e distribuzione a monte			Sustainable Transport Initiative		Utilizzo di trasporti con carburante più sostenibile. Cambiare il modello di trasporto		
Rifiuti prodotti	Adozione di principi di economia circolare per ridurre i rifiuti	Sustainable Packaging Guidelines: riduzione dei rifiuti e rinvenibilità di economia circolare	Rendere l'imballaggio destinato al consumatore totalmente riciclabile o compostabile. Carta 100% certificata FSC				
Business travel	soft mobility: incentivazione dell'uso di mezzi pubblici, bicicletta, car-sharing		Promuovere lo spostamento del cliente da aereo a treno Hybrid working policy		Cambiare approccio rispetto al <i>business travel</i> al consumatore rispetto allo spostamento dei dipendenti		
Spostamento casa-lavoro dei dipendenti							
Beni in leasing a monte							
Uso dei prodotti venduti							
Beni in leasing a valle							
Trasporto e distribuzione a valle			Carbon offset di tutte le spedizioni, non pesa sul cliente viene fatto gratuitamente da Swarovski <i>Sustainable Transport Initiative</i>				
Elaborazione dei prodotti venduti							
Fine vita del prodotto							
Franchises					Incoraggiare all'uso di energia rinnovabile		
Investimenti							
Utilizzo di carboni offset	Offset compensazione: supportando diversi progetti certificati da Vera VCS o Vera CCB8 (Cartier cerca di ammettere la quota dei progetti di rimozione del carbonio ad alto impatto certificati, che rappresentano quasi l'80% della compensazione totale del marchio)	Offset: Chyula Hills Conservation Trust project, which in part conserves critical habitat for elephants and lions	Carbon avoidance offsets				

Tabella 3.2: Confronto soluzioni proposte per la riduzione di *Scope 3*

3.2 Applicazioni tecnologiche sul caso studio e approfondimenti

Come discusso nella sezione 3.1, esistono diverse soluzioni per ridurre le emissioni di GHG. Tuttavia, è importante tenere presente che non tutte sono applicabili allo stesso modo in ogni contesto. È fondamentale considerare il contesto specifico in cui l'azienda opera, gli *hotspot* emissivi e le caratteristiche delle strutture aziendali. Per questo motivo, ogni realtà aziendale richiede uno studio personalizzato per identificare il piano di sostenibilità più appropriato.

Partendo dalle soluzioni elencate in precedenza, è stata creata la tabella 3.3 a scopo riassuntivo. Successivamente, verranno forniti i dettagli tecnici di alcune delle proposte presentate a Mattioli, con l'obiettivo di identificare gli interventi necessari per il caso studio in esame e fornire delle informazioni più dettagliate delle tecnologie presentate. In particolare, le soluzioni analizzate sono: pompe di calore, recupero termico dei compressori e impianti fotovoltaici.

I calcoli presentati nelle sezioni successive devono essere considerati adatti alla modellazione preliminare delle soluzioni, con l'obiettivo di fornire stime indicative in termini di riduzione delle emissioni attese. Per la realizzazione effettiva degli interventi, sarà necessario condurre uno studio di fattibilità più approfondito⁵.

SCOPE 1	SCOPE 2
Impianti rinnovabili on-site (geotermico, pompe di calore, ..)	Impianti rinnovabili on-site (fotovoltaico, eolico, ...)
Efficientamento energetico di processi industriali (per ridurre il consumo di gas)	Approvvigionamento di energia rinnovabile da fornitori locali
Efficientamento energetico dell'edificio (per ridurre il fabbisogno termico)	Certificazioni GO
Veicoli non <i>fossil fuel</i>	Contratti PPA
Recupero delle emissioni (<i>carbon capture</i>)	Efficientamento energetico dell'edificio (per ridurre il consumo elettrico)
Recupero termico	Efficientamento energetico di processi industriali (per ridurre il consumo elettrico)
Teleriscaldamento	

Tabella 3.3: Strategie di Riduzione delle Emissioni per *Scope 1* e *Scope 2*

3.2.1 Pompe di calore

Calcoli e selezione delle pompe di calore

Per la sostituzione delle caldaie, si è valutata l'installazione di pompe di calore aria-acqua⁶. Con riferimento alla tabella 3.4, di seguito vengono illustrati i passaggi effettuati per la corretta selezione delle pompe di calore e il calcolo della riduzione percentuale delle emissioni di *Scope 1*.

⁵Tale studio non è incluso nel presente lavoro di tesi

⁶Approfondimenti sul funzionamento e le tipologie di pompe di calore sono forniti nella sezione successiva

Caldaie esistenti				
	Caldaia condensing +Robur	Caldaia Wolf MGK-2-170	Caldaia Wolf MGK-2-170	Victrix Pro
Potenza media annuale [kW]	15	81	170	18
Potenza di targa [kW]	n.d.	160	160	n.d.

Pompe di calore				
	Trane	Clivet	Clivet	Trane
Potenza termica [kWth]	21.2	97	178.9	21.2
Risparmio di gas [Sm^3]	1494	8040	16933	1758
Riduzione emissioni [tCO_{2eq}]	-2.99	-16.11	-33.93	-3.52
Emissioni di CO_{2eq} evitate [% scope 1]	4%	21%	44%	5%

FE combustione GN [$tCO_{2eq}/10^3 Sm^3$]	2.004	pci GN [kWh/Sm^3]	9.8056
---	-------	-----------------------	--------

Tabella 3.4: Dimensionamento delle pompe di calore per Mattioli

- Sono stati reperiti i dati mensili di consumo di gas [Sm^3] leggibili dal PDR (punto di riconsegna) di ciascuna caldaia. Conoscendo il potere calorifico inferiore specifico [kWh/Sm^3] e ipotizzando un rendimento $\eta = 0.9$, è stata calcolata la richiesta di energia termica dell'edificio, mese per mese.

$$E_{th} = V_{GN} \cdot pci \cdot 0.9 \quad [kWh] \quad (3.1)$$

I valori mensili sono stati sommati per ottenere l'energia termica annua necessaria al riscaldamento (considerando che per cinque mesi all'anno le caldaie non forniscono energia termica per il riscaldamento dei locali).

$$E_{th\ annuale} = \sum_{i=1}^{12} E_{th,i} \quad [kWh_{anno}] \quad (3.2)$$

- Sono state ipotizzate le ore di funzionamento mensili delle caldaie, assumendo otto ore di utilizzo al giorno, per cinque giorni a settimana, e quattro settimane al mese, per un totale di 160 ore mensili. Questa ipotesi vale per tutti i mesi, tranne per aprile e ottobre, nei quali si prevede un funzionamento ridotto di quattro ore al giorno, per un totale di 80 ore al mese. Le ore di funzionamento annuali sono state poi ottenute sommando i valori mensili.
- Con le ore di funzionamento annue e l'energia termica annuale è stata calcolata la potenza termica richiesta:

$$P_{th\ annuale} = \frac{E_{th\ annuale}}{h_{anno}} \quad [kW] \quad (3.3)$$

La potenza così determinata è quella indicata come "Potenza media annuale" in tabella 3.4.

- Basandosi sulla potenza termica calcolata in 3.3, è stata selezionata una pompa di calore in grado di soddisfare i requisiti di potenza identificati. In tabella 3.4 sono riportate le pompe di calore selezionate, con le rispettive potenze per il funzionamento invernale.
- Per il calcolo della riduzione delle emissioni, si è considerato che il gas precedentemente utilizzato per il riscaldamento sarebbe completamente risparmiato nella situazione post operam, e la riduzione delle emissioni corrisponderebbe a:

$$Riduzione\ emissioni = \frac{V_{GN} \cdot FE_{GN}}{1000} \quad [tCO_{2eq}] \quad (3.4)$$

- Infine, conoscendo le emissioni totali annue di *Scope 1*, è stata calcolata la riduzione percentuale come:

$$Riduzione\ \% = \frac{Riduzione\ emissioni}{Emissioni_{scope1,tot}} \quad (3.5)$$

I calcoli presentati si sono ripetuti per ogni caldaia collocata in azienda. Sommando le percentuali così calcolate si ottiene una riduzione totale del 74% delle emissioni di *Scope 1*.

Considerazioni sull'utilizzo della pompa di calore

L'utilizzo delle pompe di calore offre indubbi benefici in termini di riduzione delle emissioni dirette di GHG, poiché non comporta la combustione di gas e quindi elimina totalmente le emissioni dirette legate alla produzione di calore. Tuttavia, è importante considerare che questa tecnologia richiede energia elettrica per funzionare, il che può comportare emissioni indirette di GHG se l'elettricità proviene da fornitori con un mix energetico poco sostenibile. Di conseguenza, l'uso di pompe di calore senza una valutazione adeguata dell'origine dell'energia elettrica, preferibilmente da fonti rinnovabili o con un fattore di emissione (FE) meno impattante, potrebbe risultare meno sostenibile del previsto. Infatti, se da un lato si ottiene una riduzione delle emissioni dirette, dall'altro si potrebbe assistere a un aumento delle emissioni indirette dovute a un maggiore consumo di elettricità. Pertanto, è fondamentale considerare eventuali interventi sull'approvvigionamento di energia elettrica⁷.

Approfondimenti sulla tecnologia

La pompa di calore è una macchina termodinamica a ciclo inverso, trasferisce energia termica in verso contrario a quello che si avrebbe naturalmente per differenza di temperatura [44]. Infatti, considerando il Secondo Principio della termodinamica (Clausius, 1850), «il calore non può passare di per sé da un corpo più freddo ad uno più caldo» [45], stabilendo quindi un verso preferenziale al trasferimento del calore; la pompa di calore sfrutta l'energia elettrica per invertire il normale decorso presentato. Questa macchina è in grado di sfruttare il calore a bassa temperatura, il quale è molto presente nell'ambiente naturale,

⁷Nel caso specifico esaminato, sono stati valutati diversi interventi per ridurre l'impatto legato al consumo elettrico (vedi 3.1.2)

ma non solo, si pensi ad esempio i cascami termici che non vengono recuperati in processi industriali perché non efficientemente conveniente.

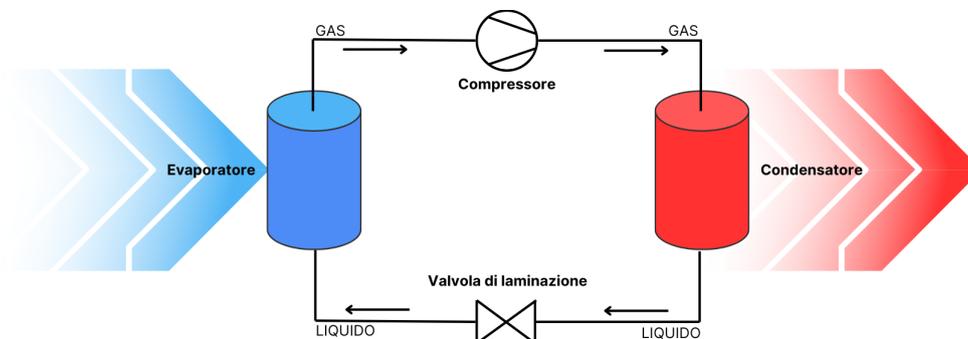


Figura 3.4: Schema componenti e ciclo della pompa di calore

Nella figura 3.4 viene schematizzato il funzionamento di questa tecnologia; si riconoscono quattro passaggi fondamentali, ovvero [46]:

- il compressore comprime il fluido portando ad un aumento della temperatura;
- nel condensatore il fluido refrigerante passa dallo stato di vapore a quello di liquido, cedendo calore alla sorgente calda;
- la valvola di espansione fa espandere il fluido portando ad un abbassamento della temperatura;
- nell'evaporatore il fluido refrigerante passa dallo stato liquido a quello vapore, assorbendo calore dalla sorgente fredda.

Il fluido di lavoro che circola all'interno della macchina è molto importante al fine del buon funzionamento di essa, perciò verrà dedicato un approfondimento specifico sulle caratteristiche e proprietà chimico-fisiche che deve avere.

L'efficienza per la pompa di calore viene calcolata mediante il rapporto tra la potenza termica resa e l'energia assorbita; a seconda del tipo di funzionamento si hanno indicatori di efficienza diversi:

- *Coefficient Of Performance*: $COP = Q_1/W = Q_1/(Q_1 - Q_2)$, per il caso invernale; Q_1 rappresenta il calore ceduto all'ambiente, mentre Q_2 è il calore prelevato alla sorgente a bassa temperatura.
- *Energy Efficiency Ratio*: $EER = Q_2/W = Q_2/(Q_1 - Q_2)$, per il funzionamento estivo; in questo caso Q_1 rappresenta il calore rilasciato all'esterno, mentre Q_2 è il calore rimosso dall'interno.

In entrambi i casi, Q_1 si riferisce al calore ceduto dal condensatore, mentre Q_2 è il calore assorbito dall'evaporatore; quindi, lo schema fornito in figura 3.4 nel caso estivo si inverte ovvero, l'evaporatore si interfaccia con l'ambiente interno, mentre il condensatore con la sorgente esterna.

La sorgente di calore esterna è un fattore importante per la scelta e l'installazione di una pompa di calore; come presentato da [46], esistono le seguenti possibilità:

- **Aria:** Le pompe di calore aria-aria e aria-acqua utilizzano l'aria esterna come sorgente di calore. Questi sistemi sono comuni per la loro facilità di installazione e costi iniziali relativamente bassi.
- **Acqua:** Le pompe di calore acqua-acqua sfruttano l'acqua di falda, fiumi o laghi come sorgente di calore. Questi sistemi sono molto efficienti, ma richiedono una fonte d'acqua disponibile e possono avere costi di installazione più elevati.
- **Geotermia:** Le pompe di calore geotermiche utilizzano il calore del terreno. Possono essere installate con sonde verticali o orizzontali e offrono un'efficienza molto alta grazie alla temperatura relativamente costante del suolo.
- **Sistemi ibridi:** Alcuni sistemi combinano diverse sorgenti di calore per ottimizzare l'efficienza e la flessibilità operativa. Ad esempio, una pompa di calore può utilizzare sia l'aria che l'acqua come sorgenti di calore, a seconda delle condizioni ambientali.

Le pompe di calore più commercialmente utilizzate nelle industrie sono quelle a ciclo chiuso [47], in particolare quelle a compressione, perciò l'analisi continuerà in modo specifico riguardo i fluidi frigoriferi utilizzati nei cicli a compressione.

Fluidi frigoriferi e Nuova normativa F-gas. I fluidi frigoriferi o frigoriferi sono particolari fluidi che presentano proprietà chimico-fisiche e termodinamiche ottimali al fine di poter lavorare correttamente nelle macchine inverse. Essi devono essere chimicamente inerti e stabili in modo da evitare che interagiscano con altri materiali della macchina; inoltre è fondamentale verificare la compatibilità di essi con l'ambiente, considerando tutte le fasi del ciclo vita al fine di minimizzare l'impatto ambientale [48]. Nella figura seguente (3.5), sono stati riassunti i requisiti che un fluido frigorifero dovrebbe soddisfare ([48], [45]).

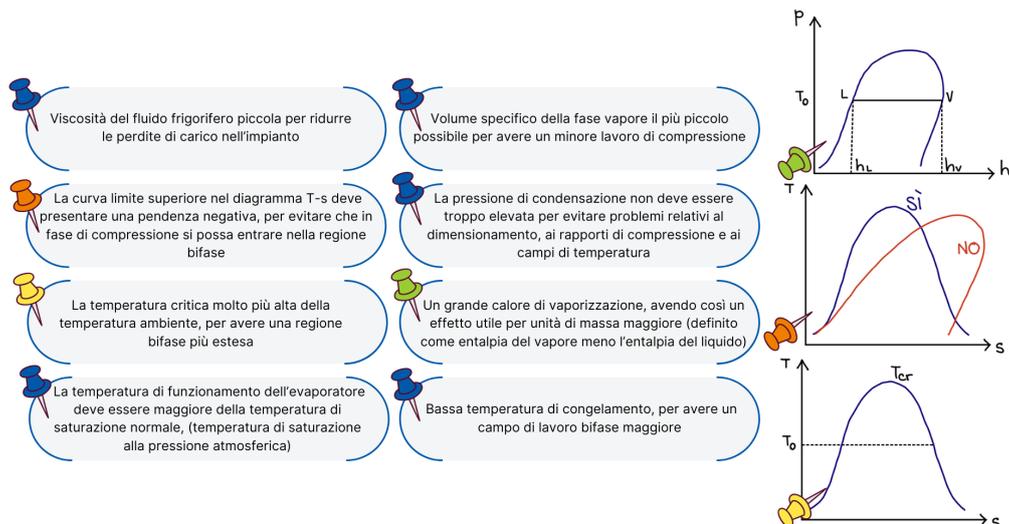


Figura 3.5: Proprietà chimico-fisiche richieste ai fluidi frigoriferi

Il rispetto di tutte queste condizioni non è verificato da nessun fluido, per questo motivo, la sua scelta deve essere perseguita facendo un bilancio tra le varie condizioni chimico-fisiche e termodinamiche citate.

Di seguito, nella tabella 3.5, sono riassunti alcuni fluidi frigoriferi e le loro proprietà, in modo da realizzare un confronto. In particolare si può notare che, in termini di tossicità, l'unico davvero pericoloso è l'R-717 (ammoniaca): è altamente tossico e irritante per gli occhi, la pelle e le vie respiratorie, a concentrazioni elevate può essere letale. La principale problematica legata ai Clorofluorocarburi (CFC) è la loro azione catalitica distruttiva sull'ozono presente in atmosfera [45]; per questo motivo, nel 1974 con il Protocollo di Montreal, sono stati gradualmente banditi. ODP (*Ozone Depletion Potential*) uguale a 1 indica la massima capacità distruttiva della molecola d'ozono. Ulteriore problematica di molti di questi fluidi è il loro elevato GWP. In linea con gli obiettivi dell'Accordo di Parigi, a febbraio 2024 è stato pubblicato il nuovo regolamento del Parlamento europeo sui gas fluorurati ad effetto serra; di seguito sono riassunti gli step di *phaseout* previsti [49].

Pompe di calore e condizionamento				
GAS / GWP	Tipo	Prima del 01/01/2026	01/01/2026	01/01/2032
GWP > 2500	Vergine	OK	NO	NO
	Rigenerato / Riciclato	OK	OK	NO
GWP < 2500	Vergine	OK	OK	OK
	Rigenerato / riciclato	OK	OK	OK

Apparecchiature fisse di refrigerazione				
GAS / GWP	Tipo	01/01/2025	01/01/2026	01/01/2032
GWP > 2500	Vergine	NO	NO	NO
	Rigenerato / Riciclato	OK	NO	NO
GWP > 750	Vergine	OK	OK	NO
	Rigenerato / riciclato	OK	OK	OK

Figura 3.6: Restrizioni sui gas utilizzabili previsti Regolamento (UE) n.2024/573 [50]

È evidente che occorre un cambiamento anche rispetto alla progettazione di nuove pompe di calore con refrigeranti sempre più green. Una delle principali novità in questo ambito è l'utilizzo dell'R-290, ovvero il propano. Non è una novità in senso stretto, in quanto in realtà i refrigeranti naturali erano già utilizzati in passato [47]; viene quindi proposta una riscoperta di queste sostanze (e in particolare del propano) per lo sviluppo di una nuova generazione di pompe di calore, proprio grazie al loro basso impatto ambientale [51]. Il propano è di interesse in quanto è possibile ottenere una temperatura dell'acqua in uscita di 100 gradi Celsius a una pressione moderata, mentre per raggiungere 90 gradi Celsius con l'ammoniaca è necessaria una pressione di progetto di 60 bar [47]. Come già annunciato è evidente che l'R-290 presenta una complicazione a livello di sicurezza a causa della sua infiammabilità; è fondamentale che vengano definite delle nuove procedure a livello di installazione, considerando che tutta la parte contenente il fluido refrigerante sarà da tenere all'esterno e ben isolata.

Classificazione	Fluido	ODP	GWP	Inflammabile	Tossico	Viscosità [$\mu\text{Pa}\cdot\text{s}$]	Volume [m^3/kg]	T critica [°C]	Tsat @ pamb	Calore di vap [kJ/kg]
CFC	R-12	1	10900			193.1	0.0279	110	-29.75	166.17
HCFC	R-22	0.06	1810			167.7	0.02324	95	-40.81	233.75
	R-32	0	675	x		114.9	0.02175	78	-51.65	381.86
HFC	R-125	0	3500			143.1	0.01138	65	-48.09	164.1
	R-134a	0	1430			200.4	0.03186	101.1	-26.07	216.97
	R-410	0	2088			124.3	0.01571	71	-51.44	272.97
Sostanze pure	R-744 (CO ₂)	0	1			59	0.00433	31	-56.56	350.38
	R-717 (NH ₃)	0	0			133	0.13201	130	-33.33	1369.5
	R-290 (C ₃ H ₈)	0	3	x		98.1	0.04978	97	-42.11	425.59

Tossicità elevata
Tossicità moderata, dannosi se ad alte concentrazioni
Tossicità bassa, generalmente non dannosi

Tabella 3.5: Confronto dei diversi fluidi frigoriferi, dati reperiti da [52] e [53]

GWHP - GroundWater Heat Pumps Gran parte del territorio di pianura della Provincia di Torino ricade nella fascia 0-5 metri di soggiacenza [54]; considerando, quindi, che nel territorio torinese è presente in modo consistente acqua di falda superficiale, potrebbe essere di interesse valutare l'utilizzo di GWHP al posto di AHP (*Air Heat Pumps*), la quale ha un grande potenziale come fonte di calore [55]. Per una valutazione accurata, sarebbe necessario studiare se la falda sia effettivamente presente nella zona in cui è collocata l'azienda in esame; perciò quanto presentato risulta solo un'ipotesi aggiuntiva. Questa fonte è particolarmente interessante per la sua capacità di mantenere una temperatura quasi costante durante tutto l'anno, solitamente compresa tra gli 11 e i 15°C. Questo rappresenta un notevole vantaggio rispetto, ad esempio l'utilizzo dell'aria come sorgente: offre un'efficienza energetica superiore rispetto all'aria esterna, la cui temperatura può variare notevolmente tra estate e inverno. È però da considerare che, al fine di utilizzare l'acqua da un pozzo è necessaria l'autorizzazione da parte delle autorità competenti [56], quindi potrebbero esserci dei rallentamenti nelle pratiche in tal senso. Nel valutare l'efficienza della pompa di calore, è importante considerare anche l'energia consumata dalla pompa per trasferire l'acqua da un pozzo all'altro attraverso il sistema. Infatti, sebbene i sistemi GWHP beneficino generalmente di ottime condizioni operative grazie alle temperature stabili dell'acqua sotterranea durante tutto l'anno, ci sono situazioni in cui potrebbero consumare più energia per il pompaggio dell'acqua sotterranea. Questo avviene solitamente quando il livello dell'acqua sotterranea diminuisce o il tasso di pompaggio aumenta [55]. I sistemi GWHP (pompe di calore ad acqua di falda) sono costituiti da pozzi per la produzione di acqua, unità di pompa di calore, pompe sommerse e di circolazione, e scambiatori di calore. La loro configurazione può variare a seconda delle esigenze progettuali e del numero di componenti utilizzati. Alcuni di questi sistemi, noti come diretti, non hanno scambiatori di calore tra la pompa di calore e le pompe sommerse, permettendo all'acqua sotterranea di fluire direttamente attraverso la pompa di calore. Questi sono spesso impiegati in applicazioni di minori dimensioni. Al contrario, i sistemi indiretti, che includono uno scambiatore di calore tra la pompa sommergibile e la pompa di calore, sono comunemente utilizzati per impianti di grandi dimensioni, come quelli commerciali [55]. Di seguito viene riportato lo schema del *layout* di un GWHP indiretto 3.7.

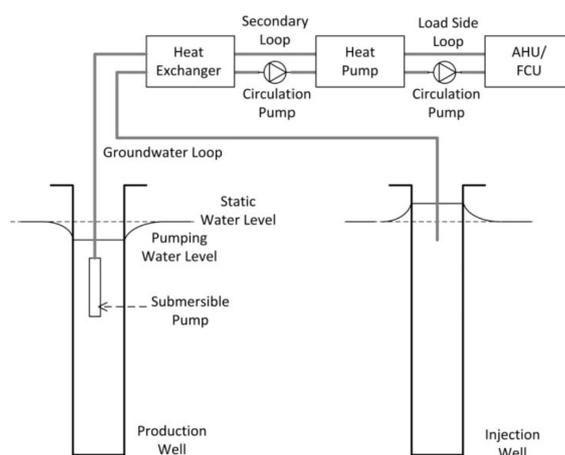


Figura 3.7: Layout di sistema per un GWHP indiretto [55]

3.2.2 Recupero del calore di scarto

Nel caso studio, è stata analizzata la possibilità di recuperare il calore di scarto (WHR) dai compressori impiegati per la produzione di aria compressa. L'azienda utilizza due compressori che operano in parallelo e in modo alternato; pertanto, nei calcoli per stimare la riduzione delle emissioni di GHG, si è considerato il funzionamento di un solo compressore alla volta. Il raffreddamento del processo avviene tramite aria; per recuperare questo flusso, si è ipotizzato un utilizzo diretto per la climatizzazione degli ambienti, previa installazione di filtri per garantire la qualità dell'aria.

Calcoli eseguiti. Di seguito sono presentati i calcoli utilizzati per stimare la riduzione potenziale delle emissioni attraverso l'applicazione del WHR ai compressori dell'azienda. La tabella 3.6 sintetizza i risultati dell'analisi preliminare.

Recupero termico compressori		
Potenza elettrica [kW]	Percentuale energia th recuperabile [-]	Potenza termica recuperabile [kW]
45	80%	36
Fattore di carico [-]	Ore riscaldamento [h]	Recupero energia termica [kWh/anno]
0.8	1000	28800
Consumo di gas evitato [Sm^3]	Riduzione emissioni [tCO_{2eq}]	Emissioni di CO_{2eq} evitate [% scope 1]
2937	-5.89	-8%

FE combustione GN [$tCO_{2eq}/10^3 Sm^3$]	pci GN [kWh/Sm^3]
2.004	9.8056

Tabella 3.6: Calcoli recupero termico da calore di scarto compressore Mattioli

- La potenza termica recuperabile è stata calcolata a partire dalla potenza elettrica moltiplicandola per la percentuale di energia termica recuperabile (ipotizzata pari all'80%).

$$P_{th,rec} = P_{el} \cdot \% \text{ energia termica recuperabile} \quad [kW] \quad (3.6)$$

- Successivamente, è stata stimata l'energia termica recuperabile, considerando che il compressore non opera sempre a piena potenza, applicando quindi un fattore di carico pari a 0.8. Inoltre, sono state calcolate le ore di riscaldamento per la stagione invernale, ipotizzando un funzionamento di 10 ore al giorno, 5 giorni a settimana per 20 settimane all'anno, per un totale di 1000 ore. Il calcolo risultante è riportato di seguito.

$$E_{th,rec} = P_{th,rec} \cdot F_{carico} \cdot h_{riscaldamento} \quad [kWh/anno] \quad (3.7)$$

- Si è calcolato poi il consumo di gas che si eviterebbe con la soluzione del WHR; l'energia termica recuperabile derivante dall'espressione precedente (3.7) viene, quindi, divisa per il potere calorifico inferiore del gas naturale, presente in tabella 3.6.

$$V_{GN} = \frac{E_{th,rec}}{pci_{GN}} \quad [Sm^3] \quad (3.8)$$

- Infine, per ottenere il valore percentuale di riduzione di emissioni rispetto al totale di *Scope 1*, si è moltiplicato il precedente risultato (3.8) per il fattore emissivo derivante dalla combustione del gas naturale, ottenendo la riduzione di emissioni; il valore risultante viene diviso per le tonnellate totali emesse rispetto allo *Scope 1*, come espresso dall'equazione seguente.

$$Riduzione \% = \frac{V_{GN} \cdot FE_{GN}/1000}{Emissioni_{scope1,tot}} \quad (3.9)$$

Considerazioni sull'utilizzo del WHR

L'uso diretto dell'aria calda generata dal raffreddamento dell'aria compressa è particolarmente efficace durante la stagione invernale. In estate, tuttavia, questo flusso verrebbe disperso senza possibilità di recupero. Considerando un funzionamento di 8 ore al giorno, 5 giorni a settimana, per 50 settimane all'anno, si arriverebbe a un totale di 2000 ore/anno, il doppio delle ore utilizzate nell'equazione per il calcolo dell'energia termica recuperabile (3.7). Idealmente, se fosse possibile sfruttare il calore per l'intero periodo di funzionamento, si migliorerebbe l'efficienza complessiva. Tuttavia, poiché il gas naturale impiegato viene utilizzato quasi esclusivamente per il riscaldamento, la dispersione estiva non rappresenta un problema significativo in termini di emissioni e sostenibilità. Si tratta semplicemente di energia non recuperata perché non necessaria in quel periodo, rendendo il processo di produzione dell'aria compressa meno efficiente, come avviene attualmente.

Approfondimenti sulla tecnologia

Il recupero del calore di scarto rappresenta una delle strategie più promettenti per migliorare l'efficienza energetica nel settore industriale e contribuire alla riduzione delle emissioni di gas serra. Questo approccio non solo permette di sfruttare il calore altrimenti disperso nell'ambiente, ma supporta anche il raggiungimento degli ambiziosi obiettivi energetici stabiliti a livello europeo e nazionale. La Commissione Europea, attraverso il piano "Fit for 55", ha aggiornato il quadro normativo in materia di efficienza energetica, fissando un target di riduzione del 38% del consumo di energia primaria entro il 2030 (figura 3.8). In Italia, il Piano Nazionale Integrato per l'Energia ed il Clima (PNIEC) si propone di ridurre i consumi di energia primaria del 43% entro il 2030, con una particolare attenzione al settore industriale, che da solo rappresenta il 25% del consumo finale di energia e oltre il 50% delle emissioni di CO₂ a livello europeo[57].

Nel contesto industriale, fino al 70% dell'energia utilizzata viene impiegata in processi termici, come forni, reattori e caldaie, ma fino a un terzo di questa energia viene sprecata sotto forma di calore non recuperato [59]. Tecnologie di recupero del calore di scarto (*Waste Heat Recovery*, WHR) possono essere adottate per recuperare e riutilizzare questa energia, contribuendo così non solo al risparmio di combustibili ma anche alla riduzione delle emissioni nocive e al miglioramento dell'efficienza produttiva. Queste tecnologie variano a seconda della temperatura del calore da recuperare e del settore industriale coinvolto, e includono il recupero sotto forma di aria calda, acqua o vapore, la conversione in energia chimica o elettrica, e l'utilizzo in sistemi di riscaldamento o raffreddamento. L'importanza del recupero del calore di scarto è ulteriormente sottolineata dalla sua capacità di ridurre i costi operativi e di migliorare la sostenibilità delle industrie, in un contesto di aumento

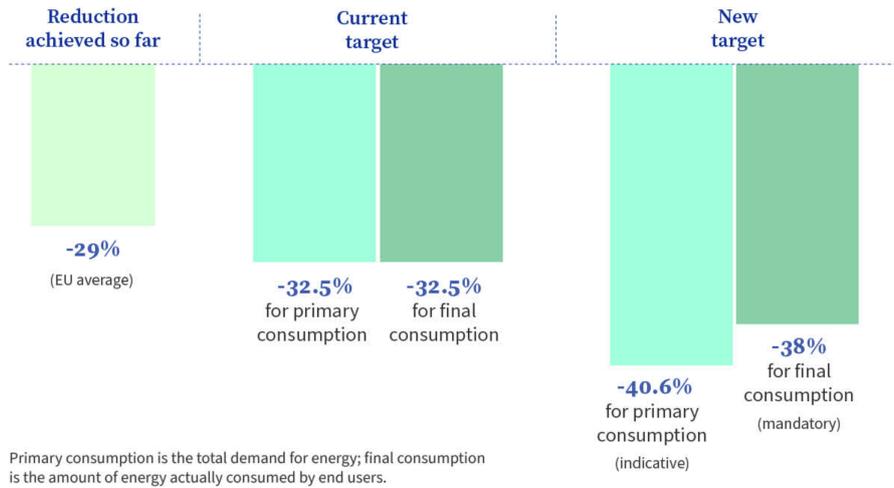


Figura 3.8: Target di consumo primario e finale rispetto al 2007 con obiettivo al 2030 [58]

dei prezzi del combustibile e crescente preoccupazione per il riscaldamento globale [60]. Promuovere l'adozione di queste tecnologie, superando le attuali barriere gestionali, è essenziale per realizzare i potenziali benefici economici e ambientali che il recupero del calore di scarto può offrire a livello europeo [57].

Implementazione del WHR a seconda del livello termico disponibile. Si classifica il calore di scarto a seconda della temperatura a cui si trova, in particolare, secondo [60], si possono dividere in: alta temperatura (*High Temperature*, HT) per cascami superiori ai 400°C, media temperatura (*Medium Temperature*, MT) per flussi tra i 100 e 400°C, bassa temperatura (*Low Temperature*, LT) se è minore di 100°C. Si deve inoltre considerare che non tutti i flussi termici di scarto si possono sfruttare traendone profitto. Infatti, occorre valutare il reale potenziale del calore di scarto per determinare quanta energia può essere effettivamente recuperata e sfruttata, tenendo conto non solo dei limiti fisici e tecnici, ma anche della fattibilità economica; vengono perciò definiti i seguenti potenziali: potenziale teorico, tecnico ed economico (o fattibile). Il potenziale teorico considera solo i vincoli fisici, come la temperatura del calore rispetto all'ambiente, senza valutare se il calore può essere effettivamente estratto e utilizzato. Il potenziale tecnico tiene conto della fattibilità tecnica del recupero, ad esempio se la temperatura è sufficientemente alta per il funzionamento delle tecnologie disponibili. Infine, il potenziale economico valuta se l'applicazione della tecnologia per il recupero del calore è economicamente vantaggiosa [61]. Solo i flussi di scarto con un potenziale economico possono essere recuperati traendone un vantaggio sia ambientale che economico.

Le tecnologie per l'impiego del calore di scarto nell'industria si distinguono in passive e attive. Le tecnologie passive utilizzano il calore direttamente, mantenendo lo stesso livello di temperatura o abbassandolo, mentre le tecnologie attive lo trasformano in un'altra forma di energia o lo elevano a una temperatura superiore. Gli scambiatori di calore e i sistemi di accumulo termico sono le principali soluzioni passive, utilizzate per riciclare o riutilizzare il calore all'interno dell'industria per riscaldare o preriscaldare altri processi. Le tecnologie attive, come i sistemi di assorbimento, le pompe di calore meccaniche e i cicli Rankine

organici (ORC), trasformano il calore di scarto in calore (WHTH - *Waste Heat To Hot*), freddo (WHTC - *Waste Heat To Cold*) o elettricità (WHTP - *Waste Heat To Power*). Tra queste, WHTH e WHTC sono considerate tecnologie di trasformazione del calore, in quanto modificano la temperatura del calore in ingresso, aumentandola o diminuendola [61].

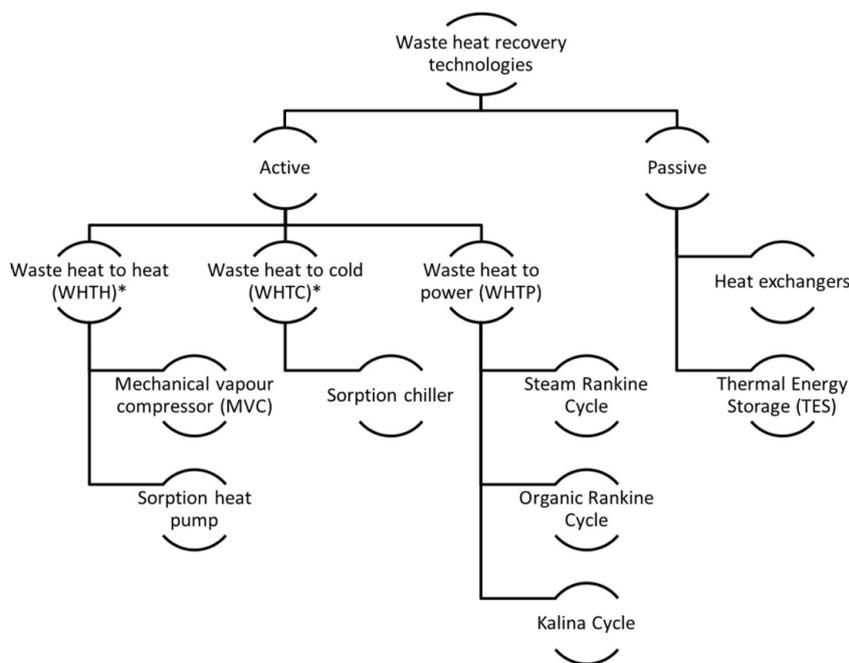


Figura 3.9: Caratterizzazione delle tecnologie per WHR [61]

Le tecnologie riportate in figura 3.9, sono da applicare in base al livello termico disponibile e secondo il tipo di recupero che si desidera sviluppare; infatti, si può valutare di attuare [59]:

- il trasferimento di calore tra i gas di scarico e l'aria di combustione per il suo preriscaldamento;
- il trasferimento di calore al materiale in ingresso nei forni;
- la generazione di vapore ed energia elettrica;
- il riscaldamento di aria per la climatizzazione dell'edificio;
- l'utilizzo del calore di scarto con una pompa di calore per riscaldare o raffreddare gli impianti.

Consultando le tecnologie proposte da [60], è stata elaborata una tabella per fornire indicazioni utili a valutare le diverse opzioni disponibili e a comprendere quale tecnologia possa essere più appropriata in base alle specifiche esigenze. Come si può notare leggendo la tabella 3.7, in primis occorre valutare il livello termico disponibile, oltre al tipo di fluido con

cui si ha a che fare; infatti, alcune soluzioni sono più indicate per trattare con aria mentre altre con acqua. Inoltre, è bene conoscere se la cross-contaminazione può rappresentare un problema o meno per l'applicazione in questione. L'output desiderato dal recupero del calore di scarto sicuramente è un altro punto fondamentale per la scelta dell'intervento da realizzare: ad esempio, solo determinate soluzioni (si faccia riferimento alla tabella 3.7) possono portare alla produzione di energia elettrica.

Tipi di WHR	livello termico	Input	Output	Peculiarità
Bruciatore rigenerativo	HT	fumi di scarico	air combustion preheater	può raggiungere livelli di efficienza molto elevati, grazie alla grande capacità termica del materiale ceramico
Bruciatore con recupero termico	HT	fumi di scarico	air combustion preheater	meno efficiente di quello rigenerativo, ma strutturalmente molto semplice (è sufficiente un HE)
Air preheater - Rigeneratore	HT	fumi di scarico	aria calda	vi è un materiale ad alta capacità termica che accumula il calore del flusso caldo
HSRG	HT	fumi di scarico	vapore	può essere accoppiato a un ciclo termodinamico per la generazione di potenza
Waste heat boilers	MT/HT	Fumi di scarico	vapore	di solito poi combinato con turbina e generatore al fine di produrre potenza
Air preheater - recuperatore	MT/HT	fumi di scarico	aria calda	si utilizzano diversi HE con differenti materiali a seconda dell'applicazione (in ceramica se si ha a che fare con alta temperatura)
Air preheater - Run around coil	MT/HT	calore di scarto	aria calda	principalmente utilizzato in impianti di climatizzazione e ventilazione
Plate heat exchanger	MT/HT	fluido caldo	riscaldamento di un altro fluido	evita la cross-contaminazione
Heat pipes systems	MT/HT	fluido caldo	trasferimento di calore per conduzione e radiazione	evita la cross-contaminazione
Condensazione diretta	MT/HT	fumi di scarico	acqua calda	
Condensazione indiretta	MT/HT	fumi di scarico	acqua calda	evita la cross-contaminazione
Transport membrane condenser	MT/HT	fumi di scarico	acqua calda	le membrane evitano la contaminazione nonostante il contatto diretto
ORC	MT/LT	diversi cascami termici	potenza elettrica	
Kalina cycle	MT/LT	diversi cascami termici	potenza elettrica	a differenza del ciclo ORC utilizza un fluido bifase (acqua e ammoniaca) aumentando le prestazioni dell'evaporatore e del condensatore
Air preheater - Rigeneratore rotativo	LT/MT	flusso caldo	aria calda	vi è un materiale poroso tra i due flussi, serve per trasferire calore. (vi è cross-contaminazione ma adatto per recupero di umidità dall'aria uscente)
Economizzatore	LT/MT	fumi di scarico	riscaldamento di liquidi	aiuta ad aumentare l'efficienza di un processo preriscaldando il fluido di lavoro
Pompa di calore	LT/MT	fonte di calore	aria/acqua calda	

Tabella 3.7: Confronto diverse tecnologie di WHR

Soluzioni a bassa temperatura. Si vuole ora investigare in modo più approfondito le opportunità di recupero termico dalle fonti a bassa temperatura nei processi industriali, sia perché rappresentano un grande potenziale teorico per il WHR e sia perché rientra nel caso analizzato per Mattioli S.p.A. Nel caso studio in esame, si è valutato il recupero diretto dell'aria utilizzata come fluido refrigerante nel processo di produzione dell'aria compressa; i calcoli e il principio di funzionamento sono stati già presentati a inizio della sezione 3.2.2. La soluzione proposta rappresenta uno dei possibili interventi realizzabili rispetto al recupero termico nella produzione di aria compressa; infatti, vi sono diverse possibilità a seconda del fluido refrigerante utilizzato. Ad esempio, il documento [62] presenta la soluzione implementata su una sala compressorii raffreddata ad olio.

Di seguito verranno esplorate ulteriori opzioni nel campo del recupero di calore di scarto a bassa temperatura. È importante sottolineare che queste soluzioni non sono direttamente applicabili al caso studio in esame, ma servono a fornire un approfondimento del tema, illustrando diverse tecnologie e approcci nel contesto del *waste heat recovery* a basse temperature.

Tra le opzioni considerate, è significativo il contributo dello studio dell'ENEA, intitolato Water-Energy Nexus [63]. Questo articolo approfondisce il tema del teleriscaldamento di quarta generazione in un contesto di simbiosi industriale, evidenziando l'uso di cascami termici industriali a bassa temperatura. Le industrie più idonee per questo tipo di applicazioni sono quelle che operano a temperature elevate, con processi produttivi stabili e in grado di fornire calore in maniera continua. Tuttavia, lo studio rileva che alcune reti di distribuzione considerano temperature relativamente basse, come 50°C in mandata e 35°C in ritorno, o temperature medio-basse, come 70°C in mandata e 45°C in ritorno [63].

Di particolare interesse è anche un articolo incluso nella *literature review* dello stesso documento, che propone l'integrazione di pompe di calore per il recupero di cascami termici a bassa temperatura. Questa soluzione consente di raggiungere le temperature necessarie per diverse utenze [64]. Le pompe di calore, come illustrato nella tabella 3.7, sono infatti una scelta efficace per sfruttare il calore di scarto a bassa/media temperatura. Grazie al loro funzionamento, descritto nella sezione 3.2.1, esse riescono a innalzare il livello termico del calore di scarto, rendendolo più utile per varie applicazioni, sebbene ciò richieda un certo consumo elettrico.

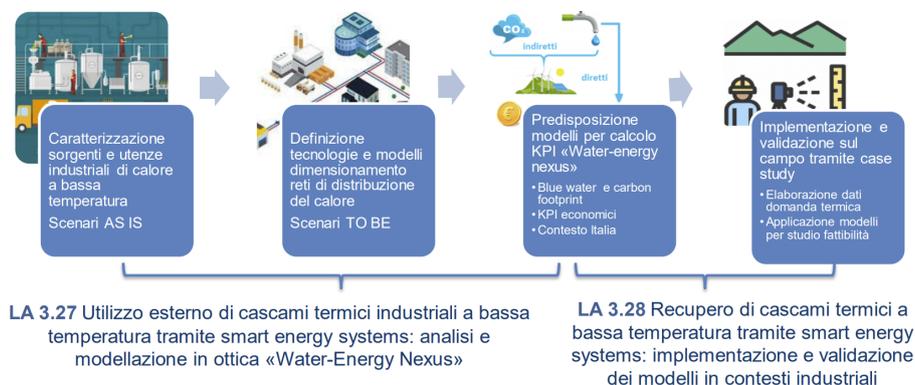


Figura 3.10: Infografica del progetto Water-Energy Nexus [63]

La figura 3.10 illustra lo sviluppo del progetto, ponendo particolare attenzione alle potenzialità del recupero di calore di scarto a bassa temperatura all'interno di una rete smart di teleriscaldamento. Come evidenziato nel documento [63], l'opportunità di recupero termico esterno si prospetta interessante: «Sia la piccola taglia che le basse temperature del calore di recupero, storicamente viste come criticità, emergono ora come potenziali elementi di efficientamento nel contesto del teleriscaldamento di quarta generazione, dove le pompe di calore trovano applicazioni significative». È importante sottolineare però che, l'applicazione del teleriscaldamento per soddisfare i fabbisogni di calore di processo a bassa temperatura è diffusa in molti Paesi europei, ma in Italia al momento rimane di scarsa applicazione.

Infine, come evidenziato nella tabella 3.7, una possibile soluzione per il recupero di calore a bassa temperatura è rappresentata dall'uso di cicli termodinamici come l'ORC (*Organic Rankine Cycle*) o il ciclo Kalina. Tuttavia, è importante notare che questi sistemi richiedono un processo che generi uno scarto di calore in modo continuo e stabile. Solo in tali condizioni possono rappresentare una soluzione efficace per il recupero termico, sfruttando il calore residuo per la produzione di energia. Di conseguenza, questi cicli non sono compatibili con il recupero di calore derivante dal processo di produzione di aria compressa, dove la produzione di calore è intermittente o irregolare.

3.2.3 Fotovoltaico & PPA/GO

Nel caso studio di Mattioli, in relazione allo *Scope 2*, sono state valutate diverse soluzioni, come descritto nella sezione 3.1.2. Tuttavia, l'unico intervento che potrebbe essere realizzato direttamente presso lo stabilimento aziendale è l'installazione di un impianto fotovoltaico per l'autoproduzione di energia elettrica. Di seguito viene presentata una stima preliminare del dimensionamento del possibile impianto, in particolare per calcolare la riduzione delle emissioni di *Scope 2*.

Calcoli eseguiti

VOCE	VALORE caso 1	VALORE caso 2
Potenza installata [kWp]	500	600
N. moduli	1163	1395
Energia annua producibile [kWh]	663 936	796 723
Fabbisogno elettrico stabilimento [kWh]	1 051 543	1 051 543
Consumo elettrico percentuale	58%	51%
Consumo elettrico [kWh]	609 895	536 287
Autoconsumo elettrico	92%	67%
Riduzione emissioni [tCO_{2eq}]	-206.75	-181.80
Riduzione % scope 2	-58%	-51%

Fattore di emissione EE - IREN [tCO_2/MWh]	0.339
--	-------

Tabella 3.8: Calcoli dimensionamento fotovoltaico per stabilimento futuro Mattioli

La tabella (3.8) riporta i calcoli svolti per una pre-valutazione riguardante la possibilità di installare un impianto fotovoltaico. L'obiettivo è ridurre l'impatto emissivo, quantificando (approssimativamente ma in modo indicativo) la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra (GHG).

Si è proceduto nel seguente modo:

- Utilizzando *Solar Edge*, un software online per la modellazione di impianti fotovoltaici, si è valutata la superficie effettivamente disponibile per l'installazione presso il futuro stabilimento (possibile), con l'obiettivo di determinare la massima potenza installabile. È emerso che la potenza massima installabile potrebbe raggiungere quasi 1MWp.
- Considerando diverse taglie di impianti installabili, si è analizzato l'effettivo consumo elettrico che ciascuna taglia potrebbe soddisfare rispetto al fabbisogno elettrico dello stabilimento.
 - Tramite il software online *JRC Photovoltaic Geographical Information System*⁸, fornito dalla Commissione Europea, si è stimata la produzione oraria di energia per un anno solare tipo, tenendo conto di parametri quali posizione dello stabilimento, potenza di picco, tipologia dei pannelli, perdite, sistema di montaggio e inclinazione dei pannelli.
 - Conoscendo i consumi orari di un solo POD dell'azienda⁹, si sono confrontati i valori di produzione oraria stimati con il software *JRC* e i dati di consumo orari del POD.
 - Per determinare la quota di fabbisogno elettrico che il fotovoltaico potrebbe coprire, si sono confrontati i dati di produzione e consumo su base oraria: quando il consumo orario è inferiore alla produzione fotovoltaica, si assume che tutto il consumo sia coperto dal fotovoltaico; al contrario, se il consumo supera la produzione, si considera solo l'energia prodotta dal fotovoltaico, con la parte rimanente fornita dalla rete. In questo modo si è potuta calcolare la percentuale di consumo elettrico potenzialmente coperta dal fotovoltaico.

$$E_{cons\ PV\ POD1} = \begin{cases} E_{h\ prod} & \text{se } E_{h\ cons} > E_{h\ prod}, \\ E_{h\ cons} & \text{se } E_{h\ cons} \leq E_{h\ prod}. \end{cases} \quad (3.10)$$

$$\% \text{ consumo elettrico} = \frac{E_{cons\ PV\ POD1}}{E_{annuale\ POD1}} \cdot 100 \quad (3.11)$$

- Per stimare il consumo elettrico complessivo, si è moltiplicata la percentuale precedentemente calcolata (3.11) per il fabbisogno elettrico annuale totale dello

⁸https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html

⁹POD, ovvero *Point Of Delivery*, è il punto fisico di trasferimento dell'energia dal fornitore al cliente. L'azienda in esame dispone di due POD per lo stabilimento, ma sono disponibili i consumi orari di un solo punto, per cui si sono fatte delle ipotesi per considerare entrambi i punti.

stabilimento, includendo i consumi di entrambi i POD. In questo modo, si è ottenuta l'energia elettrica consumata direttamente dal fotovoltaico.

$$E_{PV\ consumabile} = \% \text{ consumo elettrico} \cdot F_{\text{abbisogno EE}} \quad [kWh] \quad (3.12)$$

- Per determinare la quota di autoconsumo rispetto alla produzione fotovoltaica totale stimata, si è divisa l'energia consumata (3.12) per la produzione annua stimata con il software *JRC*.

$$Autoconsumo_{PV} = \frac{E_{PV\ consumabile}}{E_{\text{annua producibile}}} \cdot 100 \quad (3.13)$$

- Infine, si è calcolata la riduzione percentuale delle emissioni legate allo *Scope 2*, conoscendo il fattore di emissione relativo alla produzione di energia elettrica del fornitore di riferimento per Mattioli. Tenendo conto della riduzione del consumo di energia elettrica dalla rete nella situazione post-impianto fotovoltaico, si è calcolata la riduzione percentuale, riportata in tabella 3.8.

$$E_{\text{emiss}_{ante}} = \frac{F_{\text{abbisogno EE}} \cdot FE_{EE}}{1000} \quad [tCO_{2eq}] \quad (3.14)$$

$$E_{\text{emiss}_{post}} = \frac{(F_{\text{abbisogno EE}} - E_{PV\ consumabile}) \cdot FE_{EE}}{1000} \quad [tCO_{2eq}] \quad (3.15)$$

$$Riduzione \% \text{ Scope2} = \frac{E_{\text{emiss}_{ante}} - E_{\text{emiss}_{post}}}{E_{\text{emiss}_{ante}}} \cdot 100 \quad (3.16)$$

Considerazioni sull'installazione del fotovoltaico

L'obiettivo principale dell'installazione di un impianto fotovoltaico, in questo contesto, è la riduzione delle emissioni indirette dovute all'approvvigionamento di energia elettrica, focalizzandosi quindi sull'ottimizzazione dell'autoconsumo. Secondo questo principio, non è essenziale installare la massima potenza disponibile rispetto alla superficie, ma piuttosto avvicinare il più possibile la produzione energetica ai consumi aziendali in tempo reale. Dato che l'energia solare non è programmabile, il picco di produzione non coinciderà necessariamente con il profilo di consumo dell'azienda.

Per determinare la potenza ottimale in linea con il principio di autoconsumo, sono state considerate più possibili capacità installabili: in tabella 3.8 sono stati riportati solamente i calcoli per 500 *kWp* e 600 *kWp*. I risultati indicano che, sebbene l'impianto da 600 *kWp* produca più energia, l'autoconsumo risulterebbe inferiore, rendendo questa opzione meno vantaggiosa.

Nel caso dell'impianto da 500 *kWp*, l'autoconsumo stimato è del 92%, un valore soddisfacente, considerando che si ricerca almeno un valore intorno al 70-80%. Per migliorare ulteriormente questo valore, si potrebbe considerare l'installazione di sistemi di accumulo, in modo da sfruttare l'energia autoprodotta anche durante i periodi di minor produzione, come la notte, quando alcuni macchinari aziendali operano per molte ore consecutive.

Nel caso in cui non fosse possibile realizzare l'installazione direttamente in loco, si sono esplorate soluzioni alternative, come l'acquisto di GO o la stipula di contratti PPA. Queste opzioni verranno analizzate nella sezione seguente, con un focus anche sul finanziamento delle FER tramite incentivi. Inoltre, considerando l'alto FE caratterizzante il mix energetico

del fornitore attuale dell'azienda, è stato suggerito di valutare di scegliere un nuovo fornitore il cui fattore emissivo sia più vantaggioso, in modo da abbassare ulteriormente l'impatto di *scope 2* dell'impresa.

Approfondimenti sulle FER e possibilità di PPA/GO

In risposta all'Accordo di Parigi [8] e all'Agenda 2030 [5], l'Italia ha sviluppato il "Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima" (PNIEC); il documento in particolare fornisce l'elenco delle principali misure atte a realizzare gli obiettivi in tema di energia rinnovabile. Per quanto riguarda il settore elettrico, l'obiettivo è sostenere la realizzazione di nuovi impianti e la salvaguardia e il potenziamento del parco di impianti esistenti [65]. Si vuole in particolare porre attenzione rispetto ai meccanismi incentivanti previsti dal Piano: viene riconfermato il decreto FER-1 e annunciato il FER-2, il quale è entrato in vigore recentemente nell'agosto del 2024. I meccanismi incentivanti per le fonti energetiche rinnovabili sono cruciali per accelerare la transizione verso un sistema energetico sostenibile. Questi strumenti aiutano a coprire i costi iniziali elevati delle tecnologie rinnovabili, offrono stabilità economica agli investitori e stimolano l'innovazione tecnologica, contribuendo così alla riduzione delle emissioni di gas serra e alla protezione dell'ambiente. I due decreti citati prevedono l'incentivazione di tecnologie differenti, come presentato in figura 3.11, quindi è possibile considerarli come strumenti complementari e paralleli. Inoltre, vi è in programma un ulteriore decreto denominato FER-X, il quale prevede di incentivare 62GW di fonti rinnovabili tradizionali (prevalentemente fotovoltaico ed eolico)[66].



Figura 3.11: Tecnologie incentivabili dai decreti FER-1 e FER-2

Un altro strumento molto forte per la penetrazione del rinnovabile sul territorio è il *Power Purchase Agreement* (PPA), ovvero un contratto tra acquirente e produttore di energia elettrica a un prezzo e per un periodo di tempo prestabiliti [67]. I PPA sono basati sulle prestazioni dell'impianto (*Performance-Based Contract - PBC*), mirano a creare un accordo

"equo" e controllato del rischio per l'acquisto e la vendita di energia [68]. Il funzionamento di un PPA si basa su alcune caratteristiche principali: innanzitutto, il contratto stabilisce un prezzo dell'energia che può essere fisso o indicizzato, e una quantità minima e massima di energia da consegnare, superati i quali possono scattare penali. Questo meccanismo consente di mitigare i rischi legati alla variabilità della produzione da fonti rinnovabili, proteggendo l'acquirente dalle fluttuazioni del mercato energetico e favorendo la stabilità dei flussi di cassa per il produttore [67] [68]. Le parti coinvolte sono principalmente due, ovvero l'acquirente (*Off-Taker*) e il produttore (*Power Producer*), ma può esserci un'ulteriore attore coinvolto, cioè il finanziatore (*Leader*), nel caso in cui chi costruisce il sito richieda il capitale necessario ad un altro ente (il finanziatore appunto). Nelle grafiche seguenti vengono sintetizzati i benefici, per ogni parte coinvolta, derivanti dalla stipulazione di un PPA. Per quanto riguarda il produttore (figura 3.12), la possibilità di avere un contratto lungo che assicuri il ritiro dell'energia da un acquirente forte, può facilitare l'ottenimento del capitale di investimento con un tasso di interesse minore; inoltre, assicurarsi un compratore con una certa sicurezza finanziaria riduce il rischio di investimento, portando delle entrate regolari (flussi di cassa in entrata). Sicuramente l'impegno del *Power Producer* nella lotta al cambiamento climatico gli gioverà benefici in termini di buona pubblicità e consenso dell'opinione pubblica. Infine, l'utilizzo di contratti PPA aiuta lo sviluppo del *business* del produttore, in quanto la standardizzazione di termini e condizioni dei contratti porta a minori costi di risorse umane ed economiche, aumentando i guadagni futuri a parità di entrate [67].

L'acquirente (figura 3.13) ha interesse a siglare contratti di questo tipo poiché gli consentono di fissare il prezzo di acquisto dell'energia, in parte o nella sua totalità, per un periodo definito. Questo offre la possibilità di prevedere con maggiore certezza i costi futuri legati all'approvvigionamento di energia elettrica. Un ulteriore vantaggio è legato all'immagine aziendale: come per il produttore, anche l'acquirente migliora la propria reputazione utilizzando energia pulita, rispettando al contempo gli obblighi europei di riduzione delle emissioni di GHG. Inoltre, l'acquirente, o *Off-Taker*, può continuare a concentrarsi sul proprio core *business* senza doversi occupare della gestione e della manutenzione di un impianto ad energia rinnovabile on-site.



Figura 3.12: PPA: benefici del produttore



Figura 3.13: PPA: benefici dell'acquirente

Infine, anche il finanziatore dell'investimento (figura 3.14) beneficia in termini di visibilità mediatica, poiché il suo supporto a progetti legati a fonti energetiche rinnovabili contribuisce alla costruzione di un futuro sostenibile.

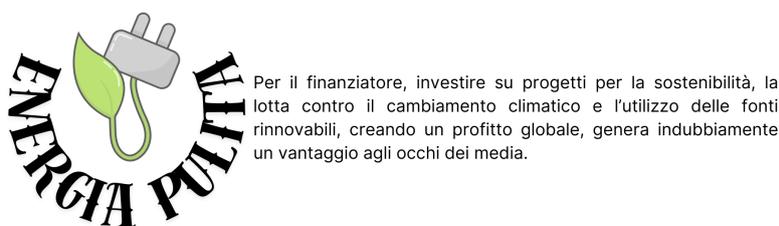


Figura 3.14: PPA: benefici del finanziatore

I PPA presentano varie tipologie, ciascuna adatta a diverse esigenze e modalità operative. Il PPA fisico (figura 3.15) prevede la consegna diretta dell'energia al punto di consumo dell'acquirente, attraverso la rete elettrica pubblica o una connessione privata. In questo caso, il produttore si impegna a fornire l'energia prodotta direttamente all'acquirente, e quest'ultimo paga un prezzo predefinito per l'energia effettivamente utilizzata.



Figura 3.15: Diagramma del PPA fisico

Il PPA virtuale o finanziario (figura 3.16), invece, non prevede la consegna fisica dell'energia: il produttore vende l'energia al mercato, e le parti si accordano su un "prezzo di esercizio" e un prezzo di riferimento di mercato. Questa tipologia è particolarmente adatta

per le aziende che non possono accedere fisicamente all'energia rinnovabile ma desiderano beneficiare della sua produzione.



Figura 3.16: Diagramma del PPA finanziario o virtuale

Altre forme di PPA includono il PPA multi-acquirente e il PPA *self-owned off-site*. Nel primo caso (figura 3.17), più soggetti condividono l'energia acquistata da un singolo produttore; nel secondo caso (figura 3.18) invece, l'azienda possiede direttamente l'impianto rinnovabile, che vende l'elettricità sul mercato all'ingrosso, l'azienda annulla le garanzie di origine (GOs) contro il proprio consumo di elettricità [67] [69].



Figura 3.17: Diagramma PPA multi-acquirente

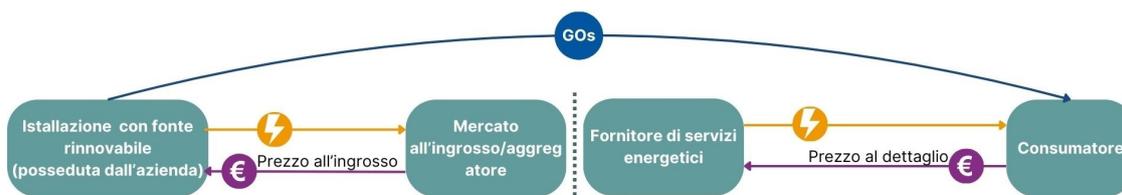


Figura 3.18: Diagramma PPA *self-owned off-site*

Un'altra soluzione complementare per approvvigionarsi di energia rinnovabile è rappresentata dalle *Garanzie di Origine (GO)*. Per le aziende che desiderano ridurre la propria impronta di carbonio e rispettare gli obiettivi europei in materia di riduzione delle emissioni, le GO rappresentano uno strumento strategico. Attraverso l'acquisto di queste certificazioni, è possibile garantire che l'energia consumata sia al 100% rinnovabile, senza necessariamente investire direttamente in impianti di produzione di energia rinnovabile. Questo risulta particolarmente vantaggioso per le aziende che, per motivi tecnici o logistici, non possono installare impianti on-site o siglare contratti di tipo PPA.

Le GO offrono flessibilità agli acquirenti, in quanto possono essere acquistate e annullate in qualsiasi momento, permettendo all'azienda di bilanciare il proprio consumo energetico con l'energia rinnovabile certificata in modo efficiente. Infine, le Garanzie di Origine sono uno strumento fondamentale per migliorare la rendicontazione della sostenibilità aziendale, poiché forniscono una chiara evidenza del consumo di energia pulita, che può essere utilizzata nelle dichiarazioni di sostenibilità e nei report ESG, contribuendo a migliorare la trasparenza verso gli *stakeholder* [67]. Pertanto, considerare l'acquisto di GO in aggiunta a soluzioni come i PPA può essere una strategia efficace per accelerare la transizione verso un consumo energetico a zero emissioni.

Capitolo 4

Sviluppo SBTi e planning degli interventi

A questo punto dello studio viene presentata la pianificazione degli interventi, come preannunciato nell'introduzione di questo lavoro. Prima però è necessario illustrare brevemente che cos'è il protocollo SBTi e come funziona, in quanto è lo standard che è stato scelto per pianificare i target di riduzione delle emissioni dell'azienda in esame.

Cos'è l'SBTi?

Il programma *Science Based Targets initiative* (SBTi) è un'iniziativa globale nata nel 2014 dalla collaborazione tra il *Carbon Disclosure Project* (CDP), il *UN Global Compact*, il *World Resources Institute* (WRI) e il *World Wide Fund for Nature* (WWF). Lanciato per guidare le aziende nella riduzione delle emissioni di gas serra, l'SBTi si allinea agli obiettivi dell'Accordo di Parigi, che mira a limitare l'aumento della temperatura globale ben al di sotto dei 2°C rispetto ai livelli preindustriali, con l'ambizione di non superare 1.5°C.

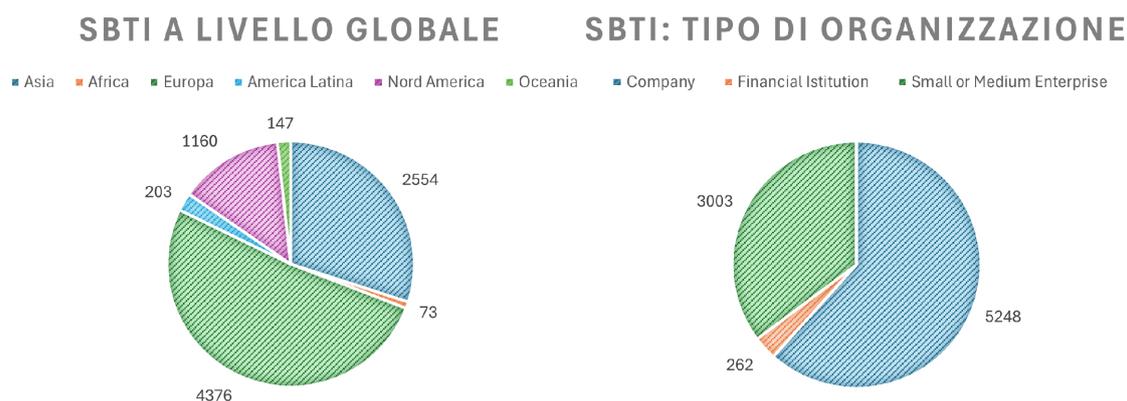


Figura 4.1: Adesione globale alla SBTi e coinvolgimento per tipologia di organizzazione

Promuove la validazione scientifica dei target di riduzione di CO_2 di un'azienda in base alle sue emissioni, al suo settore di appartenenza e dimensione azienda. Inoltre, l'SBTi

incentiva la trasparenza e la responsabilità, incoraggiando le imprese a prendere impegni ambiziosi e a rendere pubblici i loro progressi. La figura 4.1 riassume qual è l'influenza del programma a livello mondiale: in Europa si ha il maggior numero di organizzazioni iscritte, in seconda posizione l'Asia e poi l'America del Nord [70]. È bene sottolineare che, esistono altri programmi che aiutano le aziende a ridurre le loro emissioni; quindi, non è detto che le imprese che non sono sottoposte all'SBTi non stiano lavorando per ridurre il proprio impatto.

4.1 Presentazione dell'SBTi tool e risultati ottenuti

Il protocollo SBTi prevede i seguenti step, riportati in figura 4.2; essi servono a una data organizzazione per fissare i propri obiettivi di riduzione, sviluppare un piano per raggiungerli e provvedere a monitorare il loro progresso.

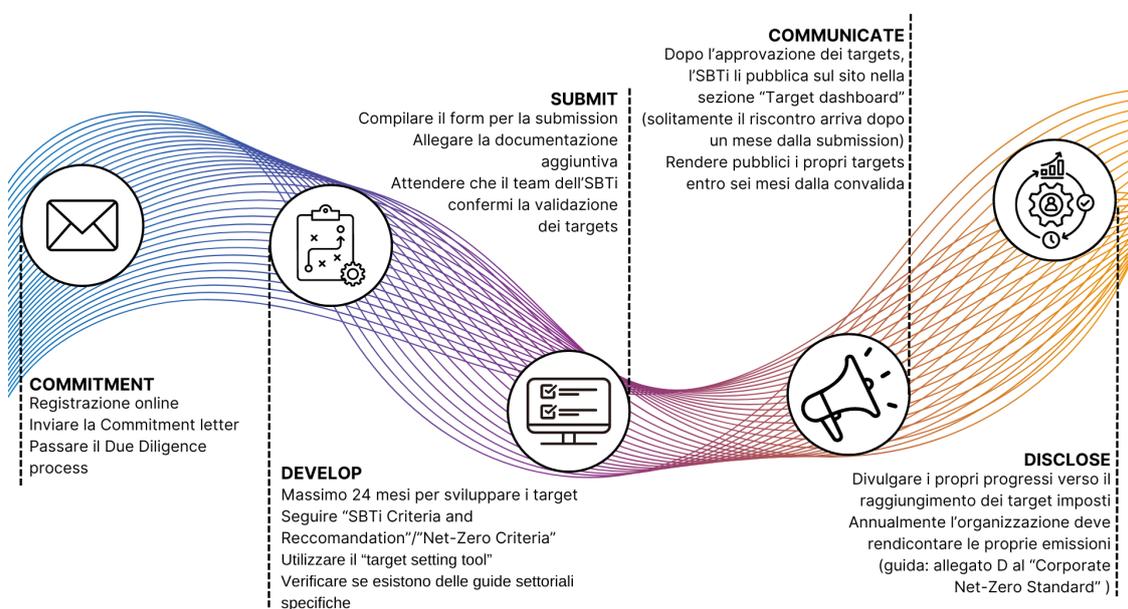


Figura 4.2: Procedimento per definire i target "science-based"

Rispetto al *Commitment* vi sono due possibili strade:

- *Near-Term science-based emissions reduction targets*: gli obiettivi *Near-Term* richiedono alle aziende di raggiungere riduzioni significative delle emissioni entro i prossimi 5-10 anni. Per quanto riguarda le emissioni di *Scope 1* e *Scope 2*, le aziende devono impegnarsi a ridurle di almeno il 42% rispetto ai livelli di base entro il 2030, in linea con lo scenario di riscaldamento globale di 1.5°C. Per le emissioni di *Scope 3*, che includono tutte le altre emissioni indirette lungo la catena del valore, l'impegno richiesto è una riduzione del 25% entro lo stesso periodo, secondo lo scenario "Well Below 2°C".

- *Net-Zero targets, including a long-term science-based target*: gli obiettivi *Net-Zero*, invece, sono previsti per essere raggiunti entro il 2050 o prima e richiedono un impegno a lungo termine. Le aziende devono ridurre le emissioni di *Scope 1* e *Scope 2* di almeno il 90-95% rispetto ai livelli di base. Per le emissioni di *Scope 3*, la riduzione richiesta è di almeno il 90% entro il 2050. Oltre a queste riduzioni drastiche, le aziende devono anche investire in strategie di rimozione del carbonio per neutralizzare le emissioni residue, al fine di raggiungere un bilancio netto di zero emissioni.

In base al percorso scelto, occorre seguire i passaggi successivi facendo riferimento alla documentazione fornita dall'SBTi. Dopo aver sviluppato i target (fase *Develop*), occorre sottoporli agli esperti del team SBTi tramite *Submission*; per entrambe le fasi è necessario compilare un *tool* scaricabile dal loro sito. È importante che si svolga la fase di *Submit* entro 24 mesi dal *Commitment*. Una volta approvati i target presentati, verranno pubblicati nel sito in una sezione apposita; tale passaggio richiede al massimo un mese dalla fase precedente. L'organizzazione, a sua volta, deve comunicare l'obiettivo di riduzione delle emissioni che si impegna a perseguire. Infine viene specificato che annualmente l'impresa deve comunicare i progressi, gli sforzi, che sta intraprendendo al fine di raggiungere gli obiettivi imposti.

In particolare, è fondamentale che si prenda visione dei criteri e raccomandazioni che il programma fornisce in modo dettagliato attraverso il materiale del sito; alcuni punti chiave sono riportati nella figura seguente (4.3).

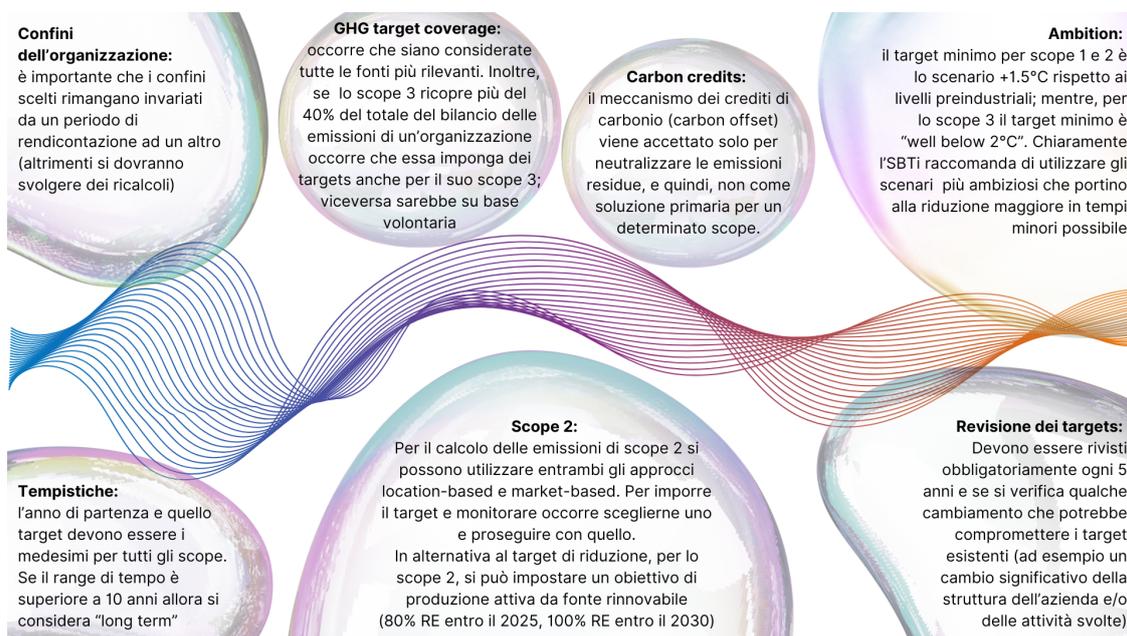


Figura 4.3: Alcuni criteri e raccomandazioni generali estrapolati dall'*SBTi corporate near-term criteria*

Mattioli S.p.A. si è già iscritto al programma e prevede entro novembre 2024 di svolgere il *Commitment* e di conseguenza avrà poi come scadenza novembre 2026 per la fase di *Submission*. In particolare, hanno scelto di seguire lo scenario *Near-term*, quindi con una

riduzione delle emissioni del 42% per *Scope* 1 e 2, e del 25% per *Scope* 3, entro il 2030 (anno stabilito come *deadline*). Al fine di sviluppare i target da raggiungere si deve far riferimento al *tool*¹ implementato dal team dell'SBTi; conoscendo le emissioni del *base year* e quelle calcolate dall'ultimo *carbon audit* svolto, e avendo impostato l'anno target, lo strumento fornito è in grado di calcolare la riduzione di emissioni annuale necessaria per soddisfare l'obiettivo.

4.2 Pianificazione degli interventi

Per raggiungere i target prefissati, è necessario elaborare una strategia di riduzione che distribuisca gli interventi selezionati lungo il periodo disponibile. Il piano di sostenibilità, illustrato nel capitolo 3, propone diverse soluzioni attuabili, che consentirebbero all'azienda di centrare gli obiettivi entro la scadenza stabilita, a condizione che si proceda con una pianificazione accurata. Ciò implica la scelta ponderata degli interventi da implementare e la loro programmazione nel tempo a disposizione.

4.2.1 Incentivi per gli interventi

Nel contesto della pianificazione, è fondamentale valutare l'accesso agli incentivi disponibili per sostenere finanziariamente gli interventi programmati. Quelli maggiormente noti a livello nazionale sono i certificati bianchi e i certificati verdi. I certificati bianchi, o titoli di efficienza energetica (TEE) sono lo strumento attraverso il quale viene attestata l'attuazione degli interventi e progetti di incremento di efficienza e risparmio energetico. Il GSE approva l'emissione in favore dei soggetti autorizzati ad operare, di Titoli annuali di Efficienza Energetica in numero pari al valore della riduzione dei consumi ottenuta, sulla base della seguente equivalenza: 1 TEE = 1 TEP di energia primaria risparmiata [71]. Rispetto al meccanismo di funzionamento dei TEE², esistono soggetti obbligati e volontari:

- I soggetti obbligati sono le imprese di distribuzione di energia elettrica e del gas; tale vincolo è stato imposto con i decreti ministeriali del 20 luglio 2004 e successive modifiche (inclusi i decreti del 21 dicembre 2007, 28 dicembre 2012, 11 gennaio 2017 e 21 maggio 2021).
- I soggetti volontari includono: le imprese di distribuzione di energia elettrica e gas naturale non obbligate (DG e DE); le società terze operanti nei servizi energetici, comprese le imprese artigiane e i consorzi (SSE); i soggetti obbligati alla nomina dell'Energy Manager secondo la legge 10/91 (SEM); e le imprese operanti nei settori industriale, civile, terziario, agricolo, trasporti e servizi pubblici, con nomina di un Energy Manager certificato o dotate di un sistema di gestione dell'energia conforme alla norma ISO 50001 (EMV).

¹<https://sciencebasedtargets.org/resources/files/SBTi-target-setting-tool.xlsx>

²Guida operativa per disporre le pratiche: <https://www.gse.it/servizi-per-te/news/certificati-bianchi-pubblicata-la-nuova-guida-operativa>

I distributori obbligati presentano al GSE, entro il 31 maggio, i Titoli di Efficienza Energetica (TEE) dell'anno precedente, e il GSE verifica il raggiungimento dell'obiettivo annuo di risparmio energetico. Il GME emette i titoli basandosi sulla certificazione dei risparmi fornita dal GSE. I titoli possono essere compravenduti tramite contratti bilaterali o su un mercato dedicato gestito dal GME. I distributori che non raggiungono i loro obiettivi acquistano titoli per colmare il deficit, mentre chi li supera può vendere i titoli in eccesso. Le ESCO, senza obblighi specifici, possono vendere titoli ottenuti da progetti autonomi per generare profitti; da qui l'interesse dei soggetti volontari a realizzare progetti per ottenere certificati bianchi e trarne profitto sul mercato. [71]. La figura seguente illustra il funzionamento del mercato dei TEE (4.4).

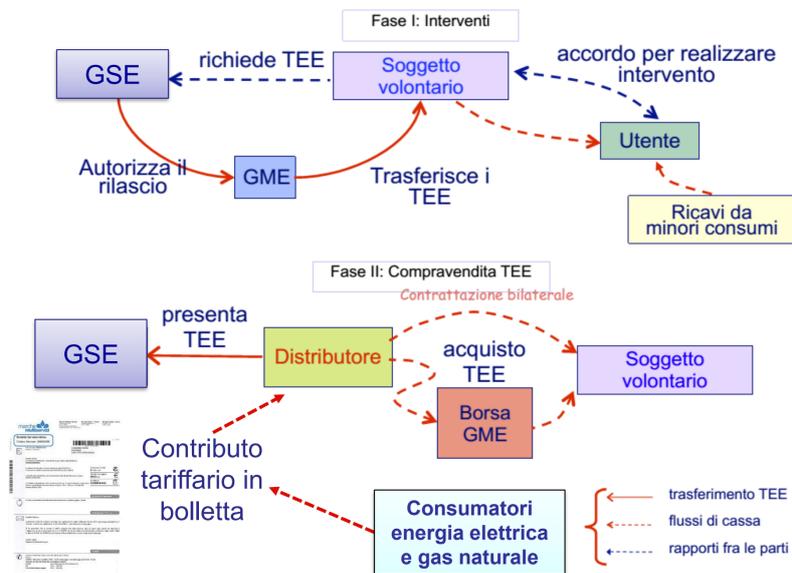


Figura 4.4: Il meccanismo complessivo del mercato dei titoli di efficienza energetica [71]

Esistono due tipi differenti di progetti ammissibili al meccanismo di incentivazione, ovvero i Progetti Standardizzati (PS)³ o Progetti a Consuntivo (PC); i progetti standardizzati sono quelli per i quali i risparmi energetici sono calcolati seguendo parametri predefiniti, rendendo la valutazione e l'approvazione più veloci. Al contrario, i progetti a consuntivo sono più complessi e personalizzati, e i risparmi energetici vengono determinati dopo l'intervento, attraverso misurazioni e analisi dettagliate. Inoltre, un progetto risulta adatto per essere presentato al GSE se rispetta i requisiti leggibili in figura 4.5.

Con riferimento alla figura 4.5, si vuole soffermare l'attenzione rispetto al principio di addizionalità. Tale principio riconosce unicamente i risparmi addizionali, dunque quelli che non si sarebbero comunque potuti ottenere grazie all'evoluzione tecnologica, alla diffusione delle tecnologie sul mercato e all'esistenza di standard e requisiti minimi obbligatori [72].

³Fogli di calcolo per i risparmi dei progetti standardizzati: <https://www.gse.it/servizi-per-te/efficienza-energetica/certificati-bianchi/presentare-progetti/progetti-standardizzati>



Figura 4.5: Requisiti per l'ammissibilità dei progetti di efficientamento ai TEE

Al fine di valutare il risparmio è bene identificare la *baseline* di riferimento, si deve considerare il valore minimo tra il consumo della configurazione impiantistica antecedente alla realizzazione del progetto di efficienza energetica ed il consumo di riferimento di mercato ($C_{baseline} = \min(C_{ex-ante} - C_{rif})$ [72]).

Per quanto riguarda l'incentivazione delle fonti rinnovabili, come già illustrato, è possibile ottenere certificati verdi in base alla tipologia di impianto e alla potenza nominale del progetto. L'analisi dei decreti sull'incentivazione delle FER evidenzia l'importanza di realizzare impianti che massimizzino l'autoconsumo, piuttosto che aumentare la capacità produttiva semplicemente per generare più energia. Questo approccio è fondamentale per evitare il sovraccarico della rete elettrica, considerata la non programmabilità delle fonti rinnovabili. Per ulteriori dettagli, si rimanda alla sezione 3.2.3.

Oltre ai certificati bianchi e verdi, un'opzione rilevante per l'azienda è il "Conto Termico", un incentivo gestito dal GSE (Gestore dei Servizi Energetici). Il Conto Termico mira a promuovere l'efficienza energetica e la produzione di energia termica da fonti rinnovabili attraverso il finanziamento di interventi specifici come l'installazione di pompe di calore, impianti solari termici e sistemi di coibentazione. Questo incentivo copre fino al 65% delle spese sostenute per gli interventi, rendendolo particolarmente interessante per l'azienda, che potrebbe considerarlo come un valido supporto per ridurre i costi associati agli investimenti necessari per soddisfare i target del protocollo SBTi. Valutare il Conto Termico potrebbe quindi favorire una più rapida realizzazione degli interventi previsti, contribuendo a migliorare l'efficienza energetica dell'azienda in modo sostenibile e conveniente.

Ciò che è stato presentato riguarda i meccanismi a livello nazionale, è bene però prestare attenzione rispetto alle varie opportunità di bandi regionali che potrebbero agevolare la costruzione di certi progetti.

4.2.2 Presentazione scenari proposti

Nella sezione seguente verranno presentate due diverse strategie di riduzione (figura 4.6 e 4.7), basate sulle proposte di interventi precedentemente discusse al capitolo 3; entrambi gli scenari rispettano i target auto-imposti seguendo il protocollo SBTi.

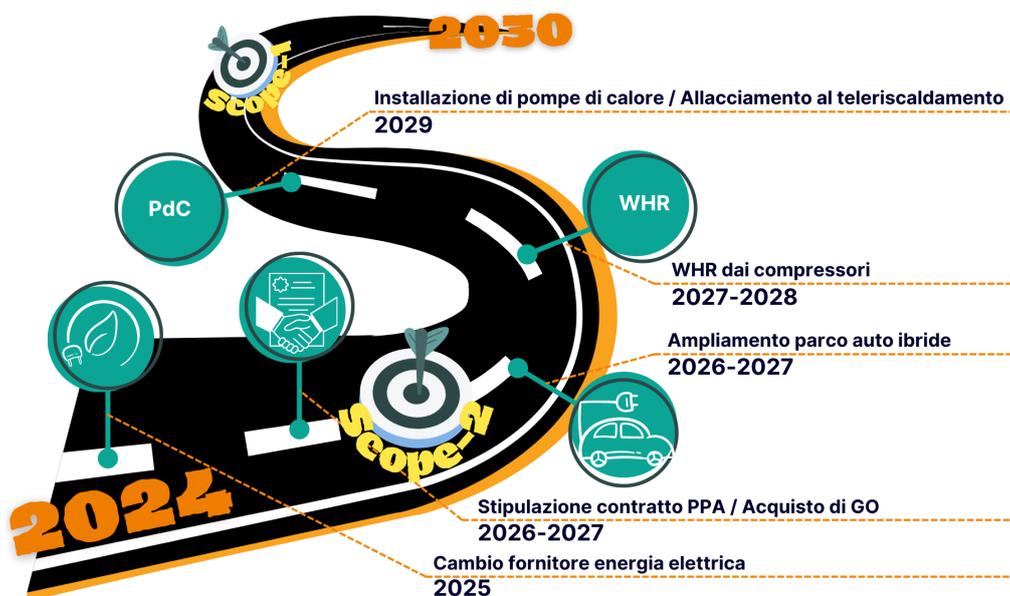


Figura 4.6: Proposta pianificazione interventi: scenario 1

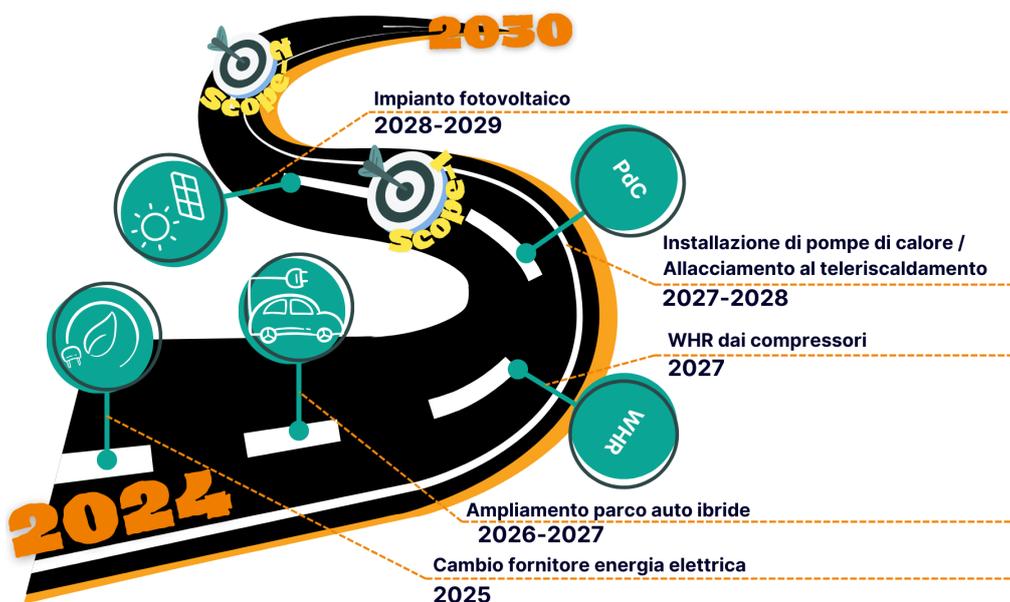


Figura 4.7: Proposta pianificazione interventi: scenario 2

Principalmente, il perseguimento di uno o dell'altro scenario dipende dalla possibilità o meno di realizzare un impianto fotovoltaico sullo stabilimento di Mattioli. Di conseguenza, nel primo scenario presentato, si ipotizza di raggiungere il target relativo allo *Scope 2* stipulando un contratto PPA (o mediante l'acquisto di GO) e cambiando il fornitore di energia, al fine di acquistare elettricità con una percentuale maggiore di fonti rinnovabili nel mix energetico. Per quanto riguarda lo *Scope 1* invece, si prevede di raggiungere l'obiettivo posto grazie ai seguenti interventi: ampliamento del parco auto aziendale delle macchine ibride, recupero termico dai compressori e installazione di pompe di calore per sostituire le caldaie a gas o, in alternativa, allacciamento al teleriscaldamento. Come già detto nella sezione 3.1.1, al momento non si conosce quando avverrà l'ampliamento della rete di teleriscaldamento di Torino, ma sicuramente è un intervento su cui la città investirà; se dovesse avvenire in tempo utile al fine di permettere all'azienda di adempiere al target su *Scope 1*, allora sarà una valida soluzione per Mattioli. Infatti, è da considerare che IREN ha in progetto di modernizzare la propria rete oltre che ridurre l'impatto della produzione di energia termica per il teleriscaldamento con il progetto "*Green District Heating*" [39]. Rispetto al secondo scenario è previsto di raggiungere prima lo *Scope 1*, con i medesimi interventi elencati per il primo scenario (e quindi stesse considerazioni). La differenza sostanziale è la realizzazione di un impianto fotovoltaico direttamente sullo stabilimento dell'azienda, invece di affidarsi a un contratto PPA. In questo caso l'impianto realizzato rimarrà di proprietà dell'azienda, ma non sono da trascurare l'ingente costo iniziale e le spese per la manutenzione dello stesso.

Capitolo 5

Bilancio ESG

Nel capitolo 1 si è parlato ampiamente del ruolo che hanno i bilanci di sostenibilità rispetto allo sviluppo sostenibile a cui ambisce l'Europa. Inoltre si è presentato l'escursus che la normativa europea ha subito in questo contesto, fino al raggiungimento della CSRD, la quale dovrà guidare le imprese dell'unione verso una corretta rendicontazione dei temi ESG. In particolare, nel capitolo seguente, verrà presentata la procedura seguita al fine di realizzare il report per Mattioli S.p.A. per l'anno 2023, il quale rappresenta la prima rendicontazione di informazioni NF per l'azienda. Si è adottato lo standard GRI¹, aggiornato alla sua ultima versione (2021), in quanto rappresenta uno degli standard più diffusi in Europa, offrendo maggiori riferimenti per la sua applicazione. Tuttavia, per allinearsi alle recenti indicazioni della CSRD ([13]), sarà necessario effettuare una transizione dall'approccio del GRI a quello introdotto dall'EFRAG tramite gli ESRS.

5.1 Standard GRI

Lo standard GRI aggiornato alla sua ultima versione è organizzato in tre pacchetti "universali" (GRI 1, GRI 2 e GRI 3), diversi standard specifici per ogni tema materiale e degli standard di settore (rispetto al campo in cui opera l'azienda). In particolare, i riferimenti universali sono:

- GRI 1 il quale riporta i requisiti e i principi per l'uso degli standard GRI;
- GRI 2 che richiede informative obbligatorie sull'organizzazione che rendiconta;
- GRI 3 che riporta le informazioni necessarie al fine di definire i temi materiali dell'organizzazione.

Quindi, per comprendere come redarre un documento di sostenibilità secondo il protocollo GRI, è fondamentale apprendere quanto detto dal GRI 1 e GRI 3, oltre che contestualizzare le informazioni circa la realtà aziendale, seguendo il GRI 2. Di seguito viene fornito l'elenco dei requisiti presenti all'interno della primo documento indicato (GRI 1), si veda la figura

¹<https://www.globalreporting.org/standards/download-the-standards/>

5.1. Rispetto agli standard di settore, il GRI 1 stabilisce nel Requisito 3 che questi devono essere esaminati solo se ne esiste uno specifico per il settore dell'azienda che rendiconta. Tuttavia, non è garantito che esista uno standard adeguato, poiché il GRI ha sviluppato approfondimenti per soli quattordici settori. Poiché il settore del lusso è piuttosto di nicchia, non esiste uno standard specifico per questo ambito. Di conseguenza, per identificare i temi materiali di Mattioli, è stato adottato un approccio diverso, che verrà illustrato nella sezione 5.1.1. Infine, gli standard specifici servono per approfondire ciascun tema materiale precedentemente identificato tramite la procedura descritta nel GRI 3; pertanto, non tutti saranno presi in considerazione.

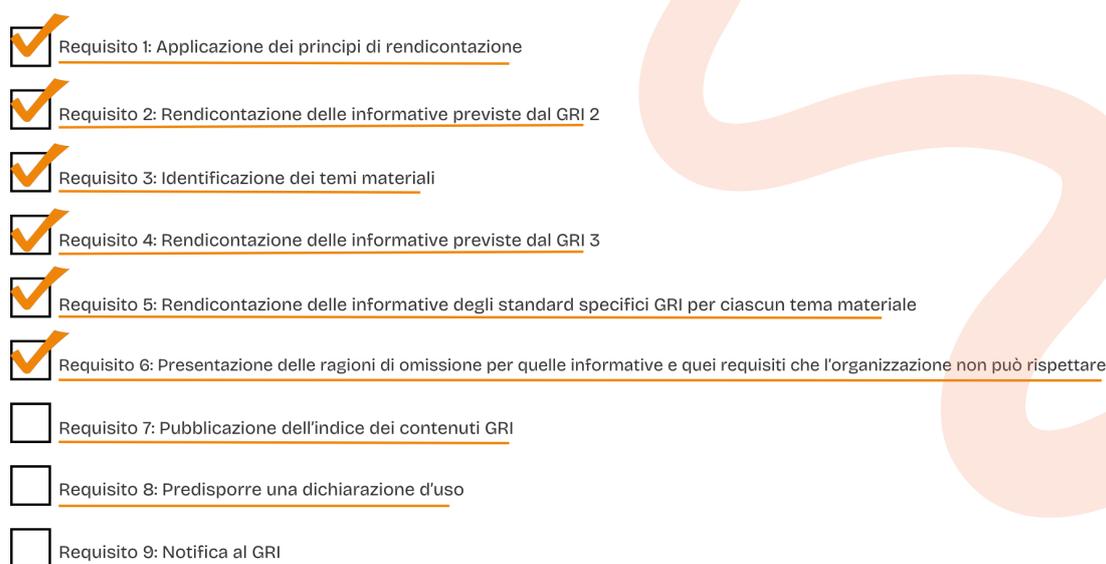


Figura 5.1: Requisiti di rendicontazione imposti dal GRI 1

Rispetto alla lista in figura 5.1, viene inoltre specificato che:

- I principi citati nel Requisito 1, sono stati riassunti nella grafica seguente 5.2.
- Riguardo l'identificazione dei temi materiali (Requisito 3) segue un paragrafo apposito nella sezione (5.1.2).
- Le ragioni di omissione accettate dal GRI descritte nel Requisito 6 sono quattro, ovvero: "non applicabile", "divieti normativi", "vincoli di riservatezza", "informazioni non disponibili/incomplete". Quindi, per ogni informativa che non si può rispettare, occorre fornire una spiegazione dell'omissione conforme a una delle quattro ragioni esposte.
- I Requisiti 7, 8 e 9 non sono stati svolti in questa sede.

La rendicontazione in conformità agli Standard GRI consente a un'organizzazione di fornire un quadro completo dei propri impatti più significativi sull'economia, sull'ambiente e sulle

persone, compresi quelli sui diritti umani e su come essa gestisca tali impatti. Ciò permette agli utenti di tali informazioni di poter fare valutazioni e prendere decisioni informate in merito agli impatti dell'organizzazione e sul suo contributo allo sviluppo sostenibile.



Figura 5.2: Principi di rendicontazione dati dal GRI 1

5.1.1 Implementazione dello standard

Come introdotto nel seguente capitolo, è stata svolta, assieme a Mattioli, la loro prima analisi di materialità che ha portato infine alla stesura del report per l'anno 2023. In questa sezione viene presentato il percorso e le attività che sono state fondamentali al fine della riuscita del lavoro annunciato; la figura 5.3 svolge da *roadmap* delle attività svolte. Al fine di coordinare il lavoro con Mattioli sono state fatte *calls* di allineamento con il responsabile HSE (*Health, Safety, and Environment*) e in parte con l'HR (*Human Resources*). L'elemento fondamentale per impostare lo studio è stata l'analisi di materialità, che ha occupato gran parte del processo. Come già detto, non esiste uno standard di settore specifico per industrie gioielliere, per questo si è deciso di seguire due strade parallele, ovvero:

- svolgere un *benchmark* rispetto alle informazioni rendicontate da altre aziende impegnate nello stesso campo² (le aziende *peers* sono state introdotte nel capitolo 2).
- Analizzare i temi materiali proposti per il settore minerario (GRI 14): nonostante Mattioli non appartenga a tale ambito si è pensato che, siccome il cuore della loro produzione dipende dalle materie prime che acquistano, potesse essere un buon

²Richemont[32], Tiffany & Co.[33], Swarovski[34], Swatch Group[35], Pandora[36] e Morellato Group[37]

punto di partenza valutare che argomenti fondamentali sono considerati nel contesto estrattivo.

Confrontando le tematiche emerse dalle due differenti analisi si è ottenuto l'elenco dei temi potenzialmente materiali per Mattioli, il quale è stato sottoposto all'azienda al fine di ottenere il loro parere (come indicato al punto 4 della figura 5.3).

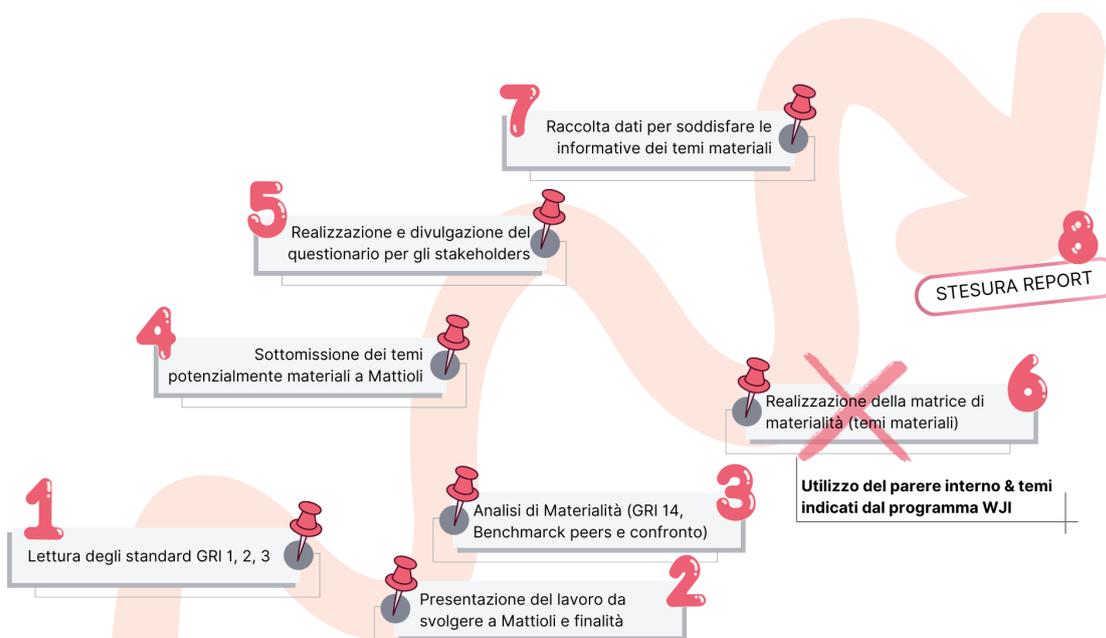


Figura 5.3: Attività svolte al fine di implementare il modello fornito dal GRI

Per avere il punto di vista degli *stakeholder* è stato sviluppato un questionario, con i medesimi temi sottoposti all'azienda, in modo da poter mettere a confronto le risposte di entrambe le parti interessate. In allegato alla tesi (A.1) sono stati inseriti gli studi fatti al fine di contestualizzare quanto presentato.

Il sondaggio è stato realizzato utilizzando Google Moduli e condiviso tramite e-mail dall'ufficio amministrativo di Mattioli. Ogni tema potenzialmente materiale presentato richiedeva di fornire un giudizio di importanza su una scala da 1 (per nulla importante) a 5 (molto importante, prioritario)³. Per ciascun tema, si sarebbero dovuti raccogliere diversi pareri, in base alla sensibilità di ciascun soggetto coinvolto. Per ottenere un unico risultato rappresentativo dell'insieme, è stata prevista una tabella di ponderazione, assegnando a ciascun *stakeholder* un valore compreso tra zero e uno (esclusi), in funzione della sua rilevanza per il business di Mattioli. In questo modo, si sarebbe potuto calcolare un unico valore numerico per ogni tema, riflettendo il parere di tutti gli *stakeholder*, bilanciato in base all'influenza relativa che ciascuno esercita sull'azienda.

Il coinvolgimento degli *stakeholder* si è rivelato insoddisfacente, come evidenziato dal numero limitato di risposte al questionario distribuito: al sondaggio ha risposto solo l'8% dei

³In appendice è riportato un esempio del questionario (A.4)

soggetti coinvolti, quindi l'analisi di materialità non è stata completata. Questa mancanza di partecipazione rappresenta una sfida significativa nella promozione della consapevolezza riguardo all'importanza delle analisi di sostenibilità. Poiché il tema della sostenibilità è ancora poco trattato e non pienamente compreso da molti attori, fatica ad attirare l'attenzione necessaria. Di conseguenza, ci si trova spesso di fronte a comportamenti reticenti, caratterizzati da un mancato impegno o da una scarsa risposta su questioni cruciali per il futuro delle imprese e della società. Ci si augura che il recepimento della direttiva del decreto legislativo 125 del 6 settembre 2024⁴ crei maggiore attenzione sul tema.

5.1.2 Matrice di materialità

Il primo capitolo del GRI 3 fornisce delle linee guida per identificare i temi materiali; le fasi da seguire sono riportate nella figura 5.4.



Figura 5.4: GRI 3: Determinazione dei temi materiali

Il processo si suddivide in quattro fasi: le prime tre fasi sono dedicate a contestualizzare gli impatti effettivi e potenziali del settore in cui opera l'azienda, identificando quelli di maggiore rilevanza; la quarta fase, invece, è volta a stabilire le priorità tra i temi più significativi da rendicontare.

1. Comprendere il contesto dell'organizzazione: inizialmente è necessario condurre un'analisi ad ampio spettro delle attività aziendali e delle relazioni commerciali per individuare gli impatti effettivi e potenziali. Inoltre, occorre identificare gli *stakeholder* dell'azienda, i quali saranno da coinvolgere nella fase finale.

⁴Decreto che ha dato attuazione alla direttiva (UE) 2022/2464 (*Corporate Sustainability Reporting Directive*), sancisce l'obbligo della rendicontazione di sostenibilità, individuale o consolidata, per società costituite secondo determinati modelli societari

2. Individuare impatti effettivi o potenziali⁵: l'azienda può essere coinvolta in modo diverso (5.5) nella generazione degli impatti, ed il modo in cui essa è partecipe ne determina come dovrebbe far fronte agli stessi. Generalmente si dovrebbero considerare gli impatti descritti negli standard di settore e verificare se essi siano pertinenti per organizzazione stessa. In assenza di Standard di Settore applicabili, l'organizzazione dovrebbe descrivere come ha identificato gli impatti comunemente associati al proprio settore e, nel caso in cui uno o più di questi impatti non siano rilevanti, fornire una spiegazione del motivo.
3. Valutare l'importanza di un impatto: rispetto ai temi identificati nella fase precedente, occorre valutare quali siano realmente di interesse per l'azienda, in modo che essa si possa concentrare su quelli più significativi (spesso non è possibile affrontarli tutti assieme). Per valutare la significatività di un impatto effettivo si considera la sua gravità, mentre se è potenziale occorre considerare anche la probabilità (analisi di rischio).
4. Prioritizzazione degli impatti più importanti: attraverso la matrice di materialità, impostando una soglia di rilevanza è possibile determinare i temi materiali per l'organizzazione.

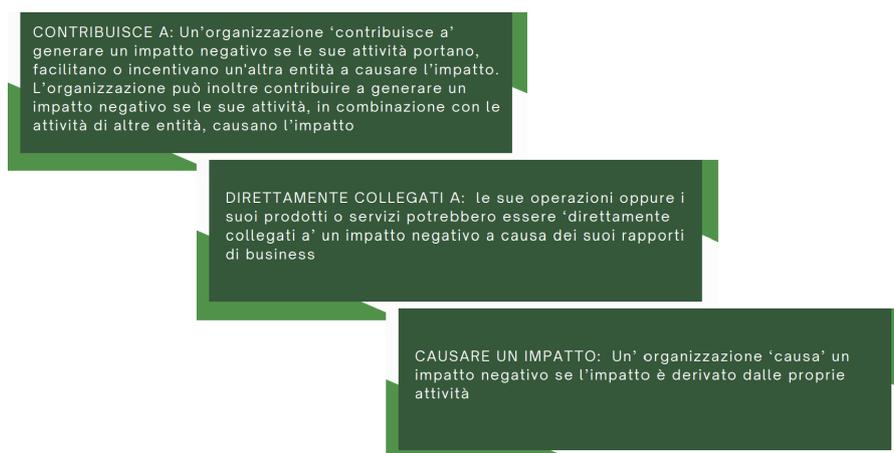


Figura 5.5: Coinvolgimento di un'organizzazione rispetto ad un impatto

Poiché non è stato possibile realizzare la matrice di materialità per i motivi precedentemente esposti, si è deciso di considerare come temi materiali quelli selezionati da Mattioli, in linea con le indicazioni della WJI. La figura 5.6 riporta le linee guida fornite dalla WJI.

La tabella 5.1 riassume i temi materiali inclusi nel report redatto per Mattioli. In particolare, quelli evidenziati in grassetto corrispondono ai temi indicati dalla WJI e riportati in figura 5.6.

⁵Gli impatti effettivi sono quelli che già si sono manifestati, mentre quelli potenziali sono quelli che potrebbero presentarsi.

Goals	Minimum Requirements	
1. Climate Resilience	<ul style="list-style-type: none"> Science-Based Targets (SBTi) 	
2. Preserving Resources for Nature and Communities	<ul style="list-style-type: none"> Define a roadmap for nature commensurate to the company's level of ambition and capabilities Develop and communicate internally a company's nature commitment Develop a company's nature strategy Complete a high-level biodiversity materiality assessment across your company's value chain Identify priority areas for detailed impact assessment, identify data gaps and develop a plan for detailed impact assessment. 	
3. Fostering Inclusiveness across the value chain	<ul style="list-style-type: none"> Publicly available human rights policy statement and conduct human rights due diligence in line with the UNGPs and OECD DD Guidance Become a Women's Empowerment Principles (WEPs) signatory with a work plan following the WEPs framework Promote decent working conditions and respect for fundamental rights at work via a publicly available statement of policy, within own operations and supply chains line with the eight ILO core conventions 	

	1. Climate Resilience	2. Preserving Resources for Nature & Communities	3. Fostering Inclusiveness across the value chain
Topics	GRI 302: Energy	TNFD	GRI 408: Child Labor
	GRI 305: Emissions	GRI 304: Biodiversity	GRI 409: Forced Labor
	ESRS E1: Climate Change	GRI 413: Local communities	ESRS S1: Own Workforce
	SBTi	SFDR	ESRS S2: Workers in the value chain
			ESRS S3: Affected Communities
			ESRS S4: Consumers and End Users
		Corporate Sustainability Due Diligence Directive	
		Conflict Minerals Regulation	
		SFDR	
		OECD Due Diligence Guidelines for MNEs	
		UNGP	

Figura 5.6: WJI framework structure [73]

CLIMATE RESILIENCE	PRESERVING RESOURCES FOR NATURE AND COMMUNITIES	FOSTERING INCLUSIVENESS ACROSS THE VALUE CHAIN
GRI 302: Energy	GRI 304: Biodiversity	GRI 408: Child Labor
GRI 305: Emissions	GRI 413: Local communities	GRI 409: Forced Labor
	(APPROVIGIONAMENTO) • GRI 301: Materials	(DIRITTI UMANI E STANDARD LAVORATIVI) GRI 401: Occupazione
	GRI 303: Gestione dell'acqua	(SALUTE, SICUREZZA E BENESSERE) GRI 403: Salute e sicurezza sul lavoro;
	GRI 306: Rifiuti	(DIVERSITA', INCLUSIONE, UGUAGLIANZA) GRI 405: Diversità e pari opportunità; GRI 406: Non discriminazione
		(EDUCATION & TRAINING) GRI 404: Formazione e istruzione

Tabella 5.1: Temi materiali che si sono scelti per il report di sostenibilità 2023

5.2 Stesura del report

Il primo report di sostenibilità di Mattioli è stato redatto su base volontaria, poiché l'obbligo previsto dalla CSRD entrerà in vigore a partire dal 2025, con riferimento alle informazioni relative all'anno 2024, come indicato al capitolo 1.

Come mostrato nell'infografica (5.3), al punto sette, si è proceduto alla raccolta dei dati aziendali in linea con le informative GRI sui temi selezionati. Questa fase ha coinvolto l'HSE Manager dell'azienda, il quale aveva accesso alla maggior parte dei dati richiesti.

Nel report, è stata data particolare importanza alla comunicazione della visione prospettica dell'azienda riguardo il percorso di sostenibilità. A tal fine, una sezione del documento è dedicata alla sintesi dei target e delle metriche, utili a definire e monitorare la strategia di sostenibilità di Mattioli. A titolo esemplificativo, viene presentata una delle tabelle, presenti nel report, che riassume i KPIs rilevanti per misurare le performance in relazione al tema "Climate resilience" (tabella A.2, in allegato).

Capitolo 6

Aggiornamento del report in linea con la CSRD

Il capitolo seguente, rappresenta la congiunzione tra la rendicontazione realizzata al capitolo 5 e i nuovi standard ESRS, introdotti con la CSRD. Questo rappresenta il capitolo conclusivo del lavoro di tesi e, assieme al quinto capitolo, tratta nello specifico le tematiche di sostenibilità per il caso studio analizzato; infatti, queste due parti del testo contestualizzano e approfondiscono l'applicazione dei temi ESG all'interno di un contesto industriale.

6.1 Struttura degli ESRS e indicazioni generali

Cosa sono gli ESRS

Gli *European Sustainability Reporting Standards* (ESRS) sono un insieme di standard progettati per armonizzare la rendicontazione della sostenibilità aziendale in Europa. Sviluppati dall'*European Financial Reporting Advisory Group* (EFRAG), questi standard mirano a migliorare la qualità, la trasparenza e la comparabilità delle informazioni fornite dalle aziende sui loro impatti ambientali, sociali e di *governance* (ESG). Gli ESRS stabiliscono criteri chiari e standardizzati che le imprese devono seguire per comunicare le loro performance di sostenibilità, permettendo una valutazione più accurata da parte di investitori e *stakeholder* e contribuendo a ridurre il rischio di *greenwashing*. A partire dal 2024, l'adozione di questi standard è diventata obbligatoria per tutte le grandi imprese e le società quotate nell'UE, con un'estensione progressiva ad altre categorie di aziende. Questo quadro normativo rappresenta un cambiamento significativo nelle pratiche di rendicontazione aziendale, rendendo la trasparenza un requisito essenziale per la competitività e la fiducia nel mercato europeo¹.

¹Per maggiori informazioni riguardanti il contesto normativo consultare la sezione 1.2.3

La struttura degli ESRS

Come è stato visto anche per il GRI, i nuovi standard europei sono organizzati in diversi documenti, alcuni di essi sono da applicare obbligatoriamente, mentre altri dipendono dalla materialità o meno di un certo tema per l'organizzazione. Lo schema riportato in figura 6.1 riassume e distingue la documentazione fornita dall'EFRAG per la dichiarazione di sostenibilità. Come si può leggere dalla 6.1, l'ESRS 1 e l'ESRS 2 sono linee guida obbligatorie e si applicano a tutti i settori, come anche i protocolli specifici per ogni *topic*, con la differenza che non sono mandatori: la loro applicazione dipende dal risultato del *materiality assessment*. Inoltre, sono previsti dei modelli specifici per settore, i quali sono strettamente legati all'ambito di appartenenza dell'organizzazione; quest'ultimi però non sono ancora del tutto sviluppati.

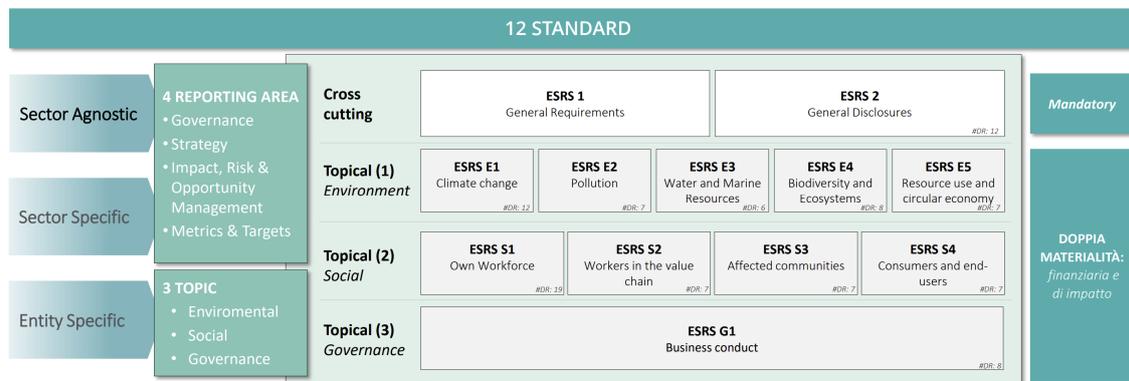


Figura 6.1: Documentazione e struttura dell'ESRS [74]

Indicazioni generali

Entity Specific Disclosures. All'interno dell'ESRS 1 [75], viene specificato che, se un tema considerato materiale per un'azienda non è coperto da un *topical standard* dato dall'EFRAG, allora l'organizzazione può presentare delle informative specifiche (*Entity Specific*). In Appendice A del documento citato vengono fornite le indicazioni circa la realizzazione dell'informativa specifica.

Dove e come pubblicare la DS. Un punto fondamentale riportato nel capitolo 1 è la necessità di comparabilità e coerenza delle informazioni fornite all'interno della dichiarazione di sostenibilità. A conferma di ciò, viene affermato che deve esserci continuità tra DNF e report sulla gestione: «l'impresa deve riportare tutte le informazioni [...] all'interno di una sezione specifica della relazione sulla gestione»². Per questo, è anche definito che il perimetro di rendicontazione deve coincidere con quello del bilancio finanziario. Occorre quindi che le due sezioni siano ben distinte, ma pubblicate in un documento unico; per soddisfare le crescenti esigenze di trasparenza da parte delle diverse categorie di *stakeholder*, i nuovi standard stabiliscono requisiti specifici riguardanti l'integrazione tra le

²Paragrafo 8.2 del [75]

informazioni fornite nel report di sostenibilità e quelle presenti nel bilancio finanziario [74]. Viene specificato che le informazioni devono essere fornite utilizzando un formato leggibile sia dall'uomo che dalle macchine³; la presentazione delle informazioni di sostenibilità in un formato *machine-readable* non solo migliora l'efficienza e la precisione del report, ma supporta anche la trasparenza, la conformità normativa e l'uso avanzato dei dati, rendendo l'intero processo di *reporting* più efficace e utile per tutte le parti interessate.

Informazioni obbligatorie. Lo standard ESRS 2 [76] stabilisce i requisiti di contenuto a cui tutte le organizzazioni devono far conto, sono quindi da considerarsi informazioni obbligatorie. Tali richieste coprono quattro aree tematiche rispetto cui l'azienda deve render conto, ovvero:

- *Governance* (GOV): implica il coinvolgimento degli organi direttivi nella gestione delle questioni di sostenibilità, con particolare attenzione alla loro responsabilità, formazione e ai sistemi di controllo sui rischi.
- *Strategy* (SBM): deve mostrare come la sostenibilità sia integrata nel modello di business, tenendo conto degli interessi degli *stakeholder* e gestendo rischi e opportunità legati a impatti materiali.
- *Metrics* (MDR): le imprese devono fornire dati concreti sui progressi delle loro politiche sostenibili e monitorare l'efficacia delle azioni.
- *Impact, Risk and Opportunity* (IRO): richiede una chiara descrizione dei processi adottati per identificare, valutare e affrontare questi aspetti, con politiche e azioni specifiche per gestire le questioni materiali.

Alla luce di ciò, si può affermare che l'ESRS 2 mira a fornire una base completa per garantire che le imprese siano trasparenti nella loro gestione della sostenibilità, fornendo informazioni dettagliate non solo sulle politiche e le metriche, ma anche sui processi di *governance* e strategia che guidano tali politiche. Questi requisiti obbligatori rappresentano una cornice essenziale per costruire fiducia con gli *stakeholder* e assicurare una gestione aziendale responsabile e orientata al lungo termine. Cercando un parallelismo con lo standard GRI, introdotto nel capitolo 5, alcune delle informazioni richieste dall'ESRS 2 trovano corrispondenza con la GRI-2, in particolare riguardo agli aspetti di *governance* e strategia. D'altra parte, le informazioni relative alla gestione del rischio e all'identificazione dei temi materiali possono essere paragonate alle linee guida fornite dal GRI-3, che richiedono una descrizione delle modalità di gestione e valutazione dei rischi e delle opportunità legati alla sostenibilità. Questo standard include anche requisiti che si sovrappongono in parte con l'area delle Metriche dell'ESRS 2, in particolare per quanto riguarda il monitoraggio delle attività e delle politiche aziendali. Tuttavia, è importante notare che l'ESRS 2 richiede un livello di dettaglio maggiore nella descrizione delle ipotesi e delle metodologie utilizzate per definire le metriche, aspetto che non è altrettanto approfondito nelle richieste del GRI-3.

³Paragrafo 8.1 [75]: in risposta della necessità di dati digitali e accessibili (vedi figura 1.9)

Value chain (VC). Fondamentale per l'intera articolazione della dichiarazione di sostenibilità è la catena del valore dell'organizzazione: il coinvolgimento previsto dall'ESRS è a 360 gradi, le informazioni sulla *value chain* non sono limitate a una sezione specifica del report, ma attraversano e influenzano diversi ambiti e argomenti della rendicontazione di sostenibilità [74]. È fondamentale non solo considerare l'intera catena del valore (VC) durante la fase di identificazione dei temi materiali, ma anche fornire descrizioni dettagliate degli impatti, dei rischi e delle opportunità in relazione a ciascun segmento della catena del valore. Inoltre, è necessario spiegare in che modo le politiche, le azioni e gli obiettivi aziendali interagiscono con la catena del valore, includendo informazioni specifiche richieste dai diversi standard tematici. La figura 6.2 illustra chiaramente la natura pervasiva della catena del valore in questo contesto.

ESRS	Disclosure Requirement	Informazioni correlate alla catena del valore
ESRS 2, E1, E2, E3, E4, E5	ESRS 2 IRO-1 – Description of the processes to identify and assess material impacts, risks and opportunities	1. Identificazione di impatti, rischi e opportunità lungo la catena del valore , considerando le tematiche: Rischi fisici e di transizione (E1) Tematiche legate all'inquinamento (E2) Tematiche legate alle risorse idriche e marine (E3) Tematiche legate alla biodiversità (E4) Tematiche legate all'economia circolare (E5)
ESRS 2	SBM-1 – Strategy, business model and value chain	2. Descrizione degli elementi chiave della strategia, del business model e della value chain dell'Azienda al fine di fornire una comprensione della sua esposizione agli IRO e da dove originano.
ESRS 2	SBM-3 - Material impacts, risks and opportunities and their interaction with strategy and business model	3. Descrizione degli IRO (anche in relazione alla VC)
ESRS 2	<ul style="list-style-type: none"> BP-1 – General basis for preparation of the sustainability statement BP-2 – Disclosures in relation to specific circumstances GOV-5 Risk management and internal controls over sustainability reporting 	4.1. L'Azienda dovrà dare disclosure sulla copertura della catena del valore nella rendicontazione: <ul style="list-style-type: none"> VC coperta all'interno del Sustainability Statement Uso di eventuali stime Copertura delle informazioni sulla VC nel sistema di controllo interno per il reporting
ESRS 2	<ul style="list-style-type: none"> MDR-P – Policies adopted to manage material sustainability matters MDR-A – Actions and resources in relation to material sustainability matters MDR-T – Tracking effectiveness of policies and actions through targets 	4.2. L'Azienda dovrà dare disclosure su come e se le politiche, azioni o obiettivi coprono la catena del valore.
ESRS G1	<ul style="list-style-type: none"> ESRS G1-1 Business conduct policies and corporate culture ESRS G1-2 Management of relationships with suppliers ESRS G1-3 Prevention and detection of corruption and bribery 	4.3. Elementi di corporate governance che possono avere impatto sulla VC (es. politiche, relazioni con i fornitori, tematiche sulla prevenzione della corruzione)
ESRS	Disclosure Requirement	Informazioni correlate alla catena del valore
ESRS E1	<ul style="list-style-type: none"> ESRS E1-1 Transition plan for climate change mitigation E1-6 – Gross Scopes 1, 2, 3 and Total GHG emissions E1-7 – GHG removals and GHG mitigation projects financed through carbon credits 	5. metriche specifiche: <ul style="list-style-type: none"> Emissioni GHG di scope 3 (quantificazione, azioni di riduzione, variazioni nel perimetro) Assorbimento e lo stoccaggio di gas serra in tonnellate metriche di CO2eq derivanti da progetti sviluppati nell'ambito delle proprie operazioni o a cui ha contribuito la propria catena del valore.
ESRS E2	E2-5 Substances of concern and substances of very high concern	5. metriche specifiche: Informazioni riguardanti la produzione, l'uso, la distribuzione, la commercializzazione e l'import/export di sostanze preoccupanti e di estrema preoccupazione , specificando le quantità generate, utilizzate e rilasciate come emissioni o parte di prodotti o servizi.
ESRS E4	E4-1 Transition plan and consideration of biodiversity and ecosystems in strategy and business model	5. metriche specifiche: Resilienza della strategia e del business model aziendale in relazione alla biodiversità ed agli ecosistemi , includendo l'analisi dei rischi nelle proprie operazioni e nella catena del valore
ESRS E5	E5-4 Resource inflows	5. metriche specifiche: Descrizione e disclosure dei flussi di risorse rilevanti lungo la catena del valore a monte dell'impresa, includendo prodotti, materiali, acqua e beni immobili.
ESRS S2	• All	5. metriche specifiche: Informativa riguardo gli impatti materiali sui lavoratori della catena del valore connessi alle own operations e alla catena del valore dell'azienda stessa.
ESRS S3	• All	5. metriche specifiche: Informativa volta a comprendere gli impatti materiali sulle comunità interessate connessi alle operazioni e alla catena del valore dell'impresa, attraverso i suoi prodotti o servizi, nonché attraverso le sue relazioni commerciali, e i relativi rischi e opportunità materiali
ESRS S4	• All	5. metriche specifiche: Informativa volta a comprendere gli impatti materiali sui consumatori e sugli utenti finali connessi alle operazioni e alla catena del valore dell'impresa, attraverso i suoi prodotti o servizi, nonché attraverso le sue relazioni commerciali, e i relativi rischi e opportunità materiali

Figura 6.2: Informazioni correlate alla catena del valore negli standard ESRS [74]

È evidente che un corretto coinvolgimento della *value chain* comporta una maggiore complessità nel reperimento dei dati. Per evitare di gravare eccessivamente sulla reportistica

da produrre, è stabilito che: se, dopo aver compiuto ogni ragionevole sforzo, non è possibile raccogliere i dati, le informazioni devono essere stimate utilizzando i dati medi del settore e altre proxy [75].

Phase-in process. A riprova della flessibilità data in questa fase di adattamento al nuovo standard, vengono fornite una serie di disposizioni transitorie⁴ riguardo alla *value chain*, alle informazioni comparative e alle rendicontazioni *entity-specific*. In tabella 6.1, sono riportate alcune delle azioni di *phase-in*, inoltre, l'elenco degli obblighi di informativa che sono introdotti gradualmente è riportato in appendice C al documento[75].

Entity-specific disclosures		l'impresa può introdurre nella propria rendicontazione le <i>Entity Specific disclosures</i> che ha fornito per esercizi precedenti (se adatte alle caratteristiche qualitative richieste)
		l'impresa può integrare i <i>topical ESRS</i> con informative esterne di altri <i>framework/standards</i> al fine di coprire tematiche di sostenibilità materiali per l'impresa stessa
Value chain	per i primi 3 anni	Riguardo le informazioni su politiche, azioni e obiettivi, l'impresa può limitare le informazioni sulla VC alle informazioni disponibili internamente
		Riguardo le metriche, l'impresa non è tenuta a includere informazioni sulla VC fatta eccezione per elementi d'informazione presenti nell'ESRS-2 Appendice B
Comparative information	per il primo anno	L'impresa non è tenuta a comunicare informazioni comparative nel primo anno di preparazione dell'informativa di sostenibilità seguendo gli ESRS

Tabella 6.1: Disposizioni transitorie date dall'ESRS 1, paragrafo 10

Materiality assessment Come già introdotto al capitolo 1 sezione 1.2.3, uno dei maggiori cambiamenti introdotti dalla CSRD è l'utilizzo della doppia rilevanza, al fine di identificare impatti, rischi ed opportunità dell'organizzazione. Si è quindi già discussa la differenza tra "materialità d'impatto" e "materialità finanziaria" e quando una tematica è da considerarsi materiale in relazione ai due criteri di rilevanza. La figura seguente (6.3) rappresenta come funziona il principio di doppia materialità, in modo riassuntivo e chiaro.

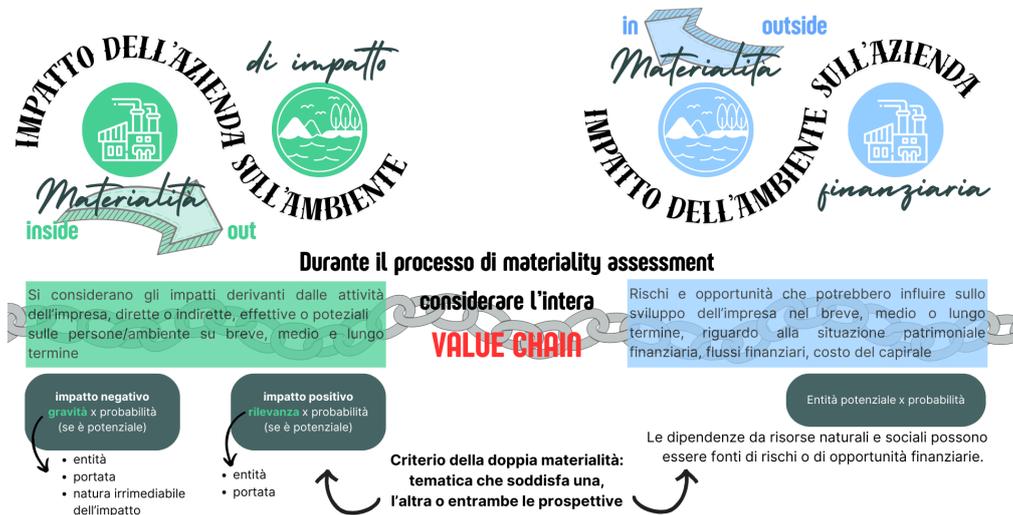


Figura 6.3: Schema del funzionamento del principio di doppia rilevanza [74]

⁴riferimento all'ESRS-1[75], paragrafo 10

In particolare, all'interno dell'ESRS-2 [76], sono fornite indicazioni circa la rendicontazione del processo di *material sustainability assessment*. Una considerazione importante che viene sottolineata dall'ESRS-1 è presentata di seguito (figura 6.4):



Figura 6.4: Indicazioni rispetto all'omissione di argomenti dei *topical standard*

6.2 Nuova organizzazione dei topics

Le differenze tra lo standard ESRS e il GRI riguardano vari aspetti chiave della rendicontazione delle informazioni non finanziarie, in particolare sulla gestione di temi ambientali e sociali. Lo standard ESRS introduce una suddivisione più dettagliata e alcuni temi nuovi rispetto al GRI.

Per quanto riguarda il tema **ESRS E1 "Climate Change"**, esso è suddiviso nei sottotemi "*Climate Change Adaptation*" e "*Climate Change Mitigation*", che non trovano una trattazione esplicita nel GRI. In particolare, il GRI si limita a considerare il cambiamento climatico in termini generali, senza esplorare in dettaglio le strategie di adattamento e mitigazione.

Nel tema **ESRS E2 "Pollution"**, viene introdotta una classificazione più ampia dell'inquinamento, che comprende vari sottotemi legati a differenti tipi di inquinamento, oltre a quello atmosferico. Il GRI, al contrario, affronta solo il tema delle emissioni di gas a effetto serra (GHG) come unico aspetto legato all'inquinamento.

Lo standard **ESRS E3 "Water and Marine Resources"** offre un'analisi più dettagliata delle risorse idriche e marine, includendo non solo l'uso dell'acqua dolce ma anche una maggiore attenzione agli oceani e all'utilizzo delle risorse marine. Il GRI tratta il tema dell'acqua in modo meno specifico, senza approfondire questi ulteriori aspetti.

Un'altra differenza rilevante riguarda il tema **ESRS E5 "Circular Economy"**. Lo standard ESRS introduce esplicitamente il concetto di economia circolare, trattato separatamente nel GRI attraverso i temi delle risorse (GRI 301) e dei rifiuti (GRI 306), senza un'integrazione diretta tra questi due aspetti in una visione olistica.

Infine, l'**ESRS S2 "Workers in the Value Chain"** rappresenta un'ulteriore innovazione rispetto al GRI. Questo tema include infatti specifiche informative riguardanti i

lavoratori nella catena del valore, mentre il GRI si concentra principalmente sui lavoratori direttamente impiegati dall'organizzazione che effettua la rendicontazione.

Nella sezione A.3 in appendice, è riportata una tabella che confronta la presenza o l'assenza dei temi trattati dall'ESRS anche nello standard GRI.

6.2.1 Topics di interesse per l'azienda

Al fine di valutare le aree di potenziale interesse per l'azienda oggetto di studio, è stata redatta la tabella A.3, che riassume i vari *topic*, *sub-topic* e *sub-sub-topic* che caratterizzano il nuovo standard ESRS. La tabella mette inoltre in evidenza i possibili riferimenti agli standard GRI, laddove pertinenti.

In particolare, si è dato rilievo agli aspetti più innovativi introdotti dalle nuove linee guida dell'EFRAG, come descritto nel paragrafo precedente.

Tenendo conto del contesto aziendale, ovvero del tipo di business e dei settori in cui l'azienda potrebbe generare un maggiore impatto, sono stati individuati i documenti dell'ESRS rilevanti per la futura rendicontazione nella dichiarazione di sostenibilità. La figura 6.5 illustra le linee guida che rappresentano le aree di maggiore interesse per l'azienda nel futuro prossimo.

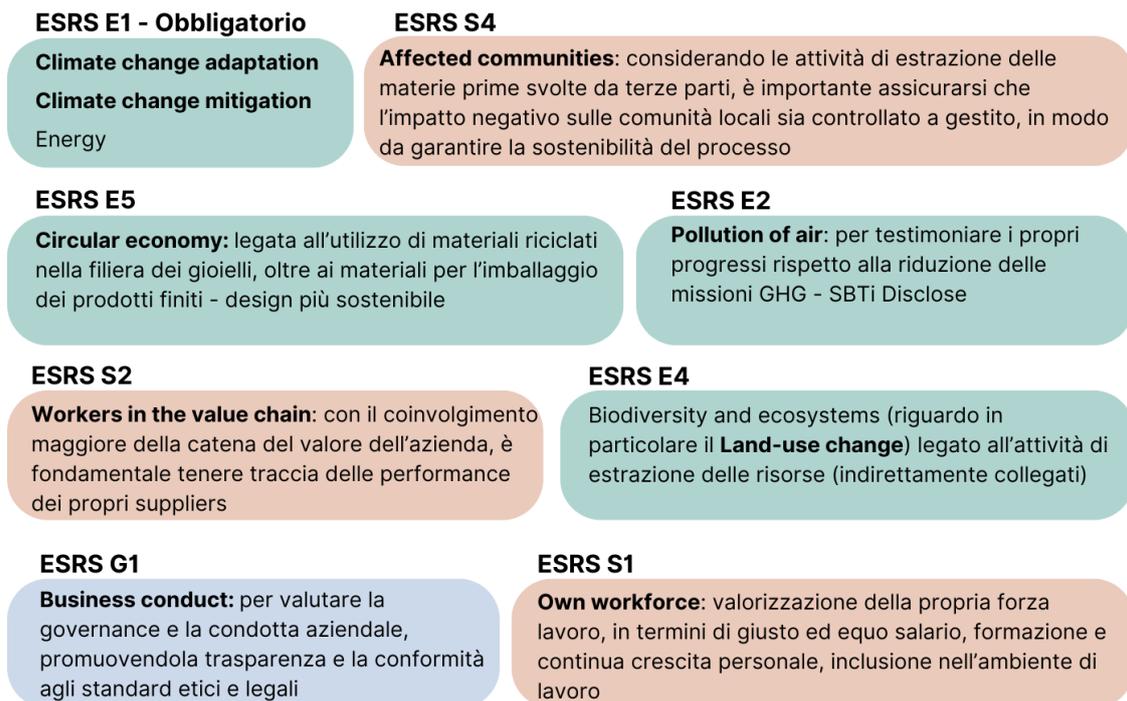


Figura 6.5: Topics di interesse per l'azienda

Conclusioni

Il passaggio dalla direttiva NFRD alla CSRD segna un punto di svolta nella rendicontazione della sostenibilità, introducendo obblighi che coinvolgono un numero più ampio di imprese e rafforzano l'attenzione verso le tematiche ESG. In questo contesto, l'impatto ambientale assume un ruolo preponderante, soprattutto in relazione al cambiamento climatico, come evidenziato dall'ESRS E1. La riduzione delle emissioni di gas serra e l'efficienza energetica diventano essenziali per le organizzazioni, richiedendo processi energetici e gestionali mirati a migliorare le performance complessive. Questo connubio tra efficienza energetica e sostenibilità aziendale ha guidato l'analisi condotta su Mattioli S.p.A., oggetto del caso studio.

L'inizio del percorso di sostenibilità di Mattioli S.p.A. è stato favorito dall'iniziativa *Watch & Jewellery Initiative 2030 (WJI)*, che promuove pratiche sostenibili nel settore gioielleria, spingendo le aziende a migliorare le proprie performance ambientali e sociali. Tuttavia, una delle principali sfide incontrate da Mattioli è stato il coinvolgimento degli *stakeholder*, con risultati non all'altezza delle aspettative. Come emerso dal capitolo 5, solo una minima parte degli *stakeholder* ha partecipato al questionario inviato, limitando così la completezza dell'analisi di materialità. Questa scarsa partecipazione riflette la difficoltà di trasmettere l'importanza della sostenibilità, specialmente in settori dove è ancora considerata una tematica relativamente nuova. Attualmente, la prima rendicontazione di Mattioli si limita ai dati interni e non coinvolge ancora la catena del valore, ma ha fornito indicazioni preziose per migliorare i processi interni di raccolta e gestione delle informazioni, preparando l'azienda alle sfide future.

Un altro tema centrale della tesi è l'adozione del protocollo SBTi, che ha permesso di pianificare interventi concreti, come pompe di calore e recupero del calore, per ridurre le emissioni. L'analisi di prefattibilità di queste tecnologie ha dimostrato la loro efficacia potenziale, garantendo la conformità agli obiettivi del protocollo.

Considerati questi aspetti, è ragionevole pensare che nei prossimi anni, con l'aumento delle imprese coinvolte nella CSRD, ci sarà un incremento degli interventi di efficientamento energetico e utilizzo di fonti rinnovabili. Questo contribuirà alla mitigazione del cambiamento climatico e permetterà alle aziende di svolgere un ruolo attivo nella transizione verso un modello industriale sostenibile, come auspicato dalle politiche europee.

Glossario

carbon audit

è un'analisi sistematica che quantifica le emissioni di gas serra di un'azienda, suddividendo le fonti in scope 1, 2 e 3, per identificare le aree a maggiore impatto ambientale e definire strategie di riduzione. 19–21

CFC

(Clorofluorocarburi): Composti chimici utilizzati come refrigeranti e propellenti, altamente dannosi per lo strato di ozono, il cui uso è stato gradualmente eliminato dal Protocollo di Montreal. 52, 53

CSRD

(Corporate Sustainability Reporting Directive): Nuova normativa europea che estende i requisiti della NFRD, richiedendo alle aziende di fornire report più dettagliati e trasparenti sulla sostenibilità. 2, 3, 10–13, 77, 83, 84, 88, 91

DNF

(Dichiarazione Non Finanziaria): Documento obbligatorio per alcune aziende che descrive le loro prestazioni non finanziarie, in particolare in ambito ESG. 14, 15, 85

EECS

(European Energy Certificate System): Sistema europeo di certificati energetici che attesta l'origine e la qualità dell'energia prodotta da fonti rinnovabili. 30

EFRAG

(European Financial Reporting Advisory Group): Organizzazione che fornisce consulenza tecnica alla Commissione Europea sugli standard di rendicontazione finanziaria. 13, 77, 84, 85, 90

ESCO

(Energy Service Company): Azienda che fornisce servizi per migliorare l'efficienza energetica, inclusi analisi, progettazione e implementazione di soluzioni energetiche, e monitoraggio dei risultati. Spesso offre anche soluzioni di finanziamento basate sui risparmi ottenuti. 73

ESG

(Environment, Social, Governance): Criteri utilizzati per misurare la sostenibilità e l'impatto etico di un'azienda, coprendo aspetti ambientali, sociali e di governance. 2, 6, 12, 16, 18, 77, 84, 91

ESRS

(European Sustainability Reporting Standard): Norme sviluppate per standardizzare la rendicontazione della sostenibilità in Europa. vii, 13, 77, 84, 85, 87, 90

F-gas

Gas fluorurati che contribuiscono all'effetto serra e sono regolamentati per ridurre l'uso e le emissioni. 29, 31, 32

FE

(Fattore Emissivo): Valore che rappresenta la quantità di emissioni di gas serra per unità di attività o consumo energetico. 27, 29, 41, 49, 63

FER

(Fonti di Energia Rinnovabile): Fonti energetiche che si rigenerano naturalmente e sono inesauribili, come solare, eolica, idroelettrica, geotermica e biomasse. Utilizzate per produrre energia sostenibile, riducendo l'impatto ambientale e le emissioni di gas serra. 63

FFS

(Sistema Antincendio): Sistemi progettati per rilevare e spegnere incendi, garantendo la sicurezza delle persone e delle proprietà. 29, 31, 32

GHG

(Greenhouse Gases): Gas che contribuiscono al riscaldamento globale intrappolando il calore nell'atmosfera, come CO₂, metano e ossido di azoto. vi, 16, 19, 26, 27, 30, 33, 37, 39, 47, 49, 55, 62, 65

GME

(Gestore dei Mercati Energetici): è una società italiana che gestisce i mercati dell'energia elettrica, del gas naturale e delle certificazioni ambientali, facilitando l'incontro tra domanda e offerta e garantendo la trasparenza e l'efficienza del mercato energetico. 73

GO

(Garanzie di Origine): Certificati che attestano l'origine rinnovabile dell'energia elettrica prodotta. 30, 42, 63, 67, 76

GRI

(Global Reporting Initiative): Organizzazione che sviluppa linee guida per la rendicontazione della sostenibilità utilizzate da aziende di tutto il mondo. 15, 16, 77, 78, 85

GSE

(Gestore dei Servizi Energetici): Società italiana controllata dal Ministero dell'Economia e delle Finanze, responsabile della promozione e sviluppo delle energie rinnovabili. Gestisce incentivi, emette Garanzie di Origine, e supporta l'efficienza energetica. 42, 72, 73

GWP

(Global Warming Potential): Misura dell'effetto serra di un gas rispetto all'anidride carbonica, utilizzata per confrontare l'impatto climatico dei diversi gas. 27, 29, 52

HCFC

(Idroclorofluorocarburi): Sostanze chimiche impiegate come alternative ai CFC, meno dannose per l'ozono ma comunque soggette a eliminazione graduale per il loro impatto ambientale. 53

HFC

(Idrofluorocarburi): Refrigeranti che non danneggiano lo strato di ozono ma contribuiscono al riscaldamento globale, per cui sono regolamentati da accordi internazionali per ridurre l'uso. 53

HR

(Human Resources) indica l'area aziendale responsabile della gestione delle risorse umane. Le mansioni HR comprendono il reclutamento e la selezione del personale, la gestione delle buste paga, la formazione dei dipendenti, e la supervisione delle relazioni interne, assicurando un ambiente di lavoro efficace e conforme alle leggi. 79

HSE

(Health, Safety, and Environment) si riferisce alle attività e alle politiche aziendali volte a garantire la salute, la sicurezza dei lavoratori e la protezione dell'ambiente. Le mansioni HSE includono la gestione dei rischi, l'implementazione di normative di sicurezza, e la promozione di pratiche sostenibili per minimizzare l'impatto ambientale. 79, 83

KPIs

(Key Performance Indicators): Metriche utilizzate per valutare il successo di un'organizzazione o di un'attività specifica, essenziali per monitorare le prestazioni e raggiungere gli obiettivi strategici. 6, 83

LCA

(Life Cycle Assessment): Metodologia per valutare gli impatti ambientali associati a tutte le fasi del ciclo di vita di un prodotto, dall'estrazione delle materie prime allo smaltimento finale. 30, 37

LEED

(Leadership in Energy and Environmental Design): Sistema di certificazione per edifici e progetti sostenibili che valuta e riconosce l'efficienza energetica, l'uso sostenibile delle risorse e la qualità ambientale degli spazi. Utilizzato a livello globale, LEED promuove pratiche costruttive ecologiche e migliora la sostenibilità degli edifici in ambiti residenziali, commerciali e istituzionali. 44

NF

Riferito alle informazioni aziendali che non riguardano gli aspetti finanziari, come le prestazioni ambientali e sociali. 77

NFRD

(Non Financial Reporting Directive): Direttiva europea che impone alle grandi aziende di divulgare informazioni riguardanti impatti ambientali, sociali e di governance (ESG), andando oltre i tradizionali dati finanziari. 5, 6, 10, 11, 14, 91

PBT

(Payback Time): Il periodo di tempo necessario affinché un investimento iniziale venga recuperato attraverso i flussi di cassa generati dallo stesso. In ambito energetico, è il tempo necessario per recuperare i costi iniziali di un progetto di efficienza energetica o di un impianto di produzione di energia rinnovabile attraverso i risparmi ottenuti o le entrate generate. 42

PMI

(Piccole e Medie Imprese): Imprese con un numero di dipendenti e un fatturato inferiore rispetto alle grandi aziende, svolgendo un ruolo cruciale nell'economia. 10, 11

PPA

(Power Purchase Agreement) è un contratto a lungo termine tra un produttore di energia e un acquirente, nel quale vengono stabiliti i termini per la vendita e l'acquisto di energia elettrica. Questi accordi sono spesso utilizzati per finanziare nuovi progetti di energia rinnovabile, garantendo al produttore una fonte di entrate stabile e prevedibile, e all'acquirente un prezzo fisso per l'energia nel tempo. I PPA possono contribuire alla stabilità dei costi energetici per l'acquirente e supportare la transizione verso fonti di energia più sostenibili. 42, 43, 63–65, 67, 68, 76

RECs

(Renewable Energy Certificates): Certificati che attestano la produzione di una quantità specifica di energia elettrica da fonti rinnovabili. Utilizzati principalmente negli Stati Uniti e noti come Guarantees of Origin (GO) in Europa, i RECs incentivano la produzione di energia verde e sono scambiati nei mercati energetici per promuovere la sostenibilità ambientale. 43

RSI

(Responsabilità Sociale di Impresa): Insieme di pratiche e politiche adottate dalle aziende per gestire gli impatti sociali, ambientali ed economici delle loro attività. 18

SASB

(Sustainability Accounting Standards Board): Organizzazione che sviluppa standard per la divulgazione delle informazioni sulla sostenibilità rilevanti per gli investitori. 16

SBTi

(Science Based Targets initiative): Iniziativa che aiuta le aziende a stabilire obiettivi di riduzione delle emissioni di gas serra basati sulla scienza climatica. 4, 19, 31, 36, 39, 45, 69–72, 75, 91

SDGs

(Sustainable Development Goals): 17 obiettivi globali adottati dalle Nazioni Unite per affrontare le sfide mondiali, tra cui povertà, disuguaglianza e cambiamento climatico. 7, 15, 44

SFDR

(Sustainability Financial Disclosure Regulation): Regolamento (UE) 2019/2088 sulla trasparenza delle informazioni relative alla sostenibilità nel settore dei servizi finanziari. La SFDR mira a migliorare e standardizzare le informazioni sulla sostenibilità fornite dagli operatori dei mercati finanziari, per promuovere investimenti sostenibili e prevenire il greenwashing. 8

TCFD

(Task Force on Climate-related Financial Disclosures): Iniziativa che sviluppa raccomandazioni per divulgare informazioni finanziarie riguardanti i rischi e le opportunità legati al clima. 16

TEP

(Tonnellata Equivalente di Petrolio): è una misura energetica utilizzata per esprimere quantità di energia in termini equivalenti al contenuto energetico di una tonnellata di petrolio greggio. 72

VC

(Value Chain): La catena del valore rappresenta l'insieme delle attività e processi che un'azienda svolge per creare valore, dalla concezione di un prodotto o servizio fino alla sua distribuzione e consumo finale. Include tutte le fasi, come l'approvvigionamento delle materie prime, la produzione, la logistica, la vendita e il supporto post-vendita. 87

WHR

(Waste Heat Recovery): Processo che recupera il calore disperso in un'attività industriale per riutilizzarlo, migliorando l'efficienza energetica e riducendo emissioni e costi operativi. 55, 56

WJI

(Watch and Jewellery Initiative): è un'iniziativa di sostenibilità lanciata da Cartier e Kering nel 2021, con l'obiettivo di trasformare il settore degli orologi e dei gioielli in linea con gli standard globali di sostenibilità. La sua missione si fonda su tre pilastri principali: costruire la resilienza climatica, preservare le risorse naturali e promuovere l'inclusività.. 25, 82, 91

Appendice A

Allegati

A.1 Analisi di Materialità

Di seguito sono riportate tabelle e elenchi realizzati per svolgere l'analisi.

CLIMATE RESILIENCE	PRESERVING RESOURCES FOR NATURE E COMMUNITIES	FOSTERING INCLUSIVENES ACROSS THE VALUE CHAIN	ALTRO RILEVANTE DAL BENCHMARK
GRI 302: Energy	GRI 304: Biodiversity	GRI 408: Child Labor	(FINANZA) <ul style="list-style-type: none"> GRI 201: economic performance; GRI 207: tax; GRI 203: impatti economici indiretti
GRI 305: Emissions	GRI 413: Local communities	GRI 409: Forced Labor	GRI 205: ANTI-CORRUZIONE
	ECONOMIA CIRCOLARE (APPROVIGIONAMENTO) <ul style="list-style-type: none"> GRI 301: Materials 	(TRACCIABILITA' E TRASPARENZA) <ul style="list-style-type: none"> GRI 308: supplier environmental assessment (DIRITTI UMANI E STANDARD LAVORATIVI) GRI 401: occupazione; GRI 414: valutazione sociale dei fornitori 	QUALITA', GESTIONE DEL PRODOTTO <ul style="list-style-type: none"> (può essere collegato al GRI 301 e 306) INNOVAZIONE <ul style="list-style-type: none"> (collegato al GRI 203: indirect economic impacts)
	GRI 303: AMMINISTRAZIONE DELL'ACQUA	(SALUTE, SICUREZZA E BENESSERE) <ul style="list-style-type: none"> GRI 403: salute e sicurezza sul lavoro; 	(ASPETTATIVE DEI CLIENTI E SODDISFAZIONE e PRIVACY) <ul style="list-style-type: none"> GRI 418: privacy dei clienti; GRI 417: marketing ed etichettatura
	GRI 306: RIFIUTI	(DIVERSITA', INCLUSIONE, UGUAGLIANZA) GRI 405: diversità e pari opportunità; <ul style="list-style-type: none"> GRI 406: non discriminazione (EDUCATION & TRAINING) GRI 404: formazione e istruzione 	

Tabella A.1: Temi potenzialmente materiali sottoposti a Mattioli S.p.A.

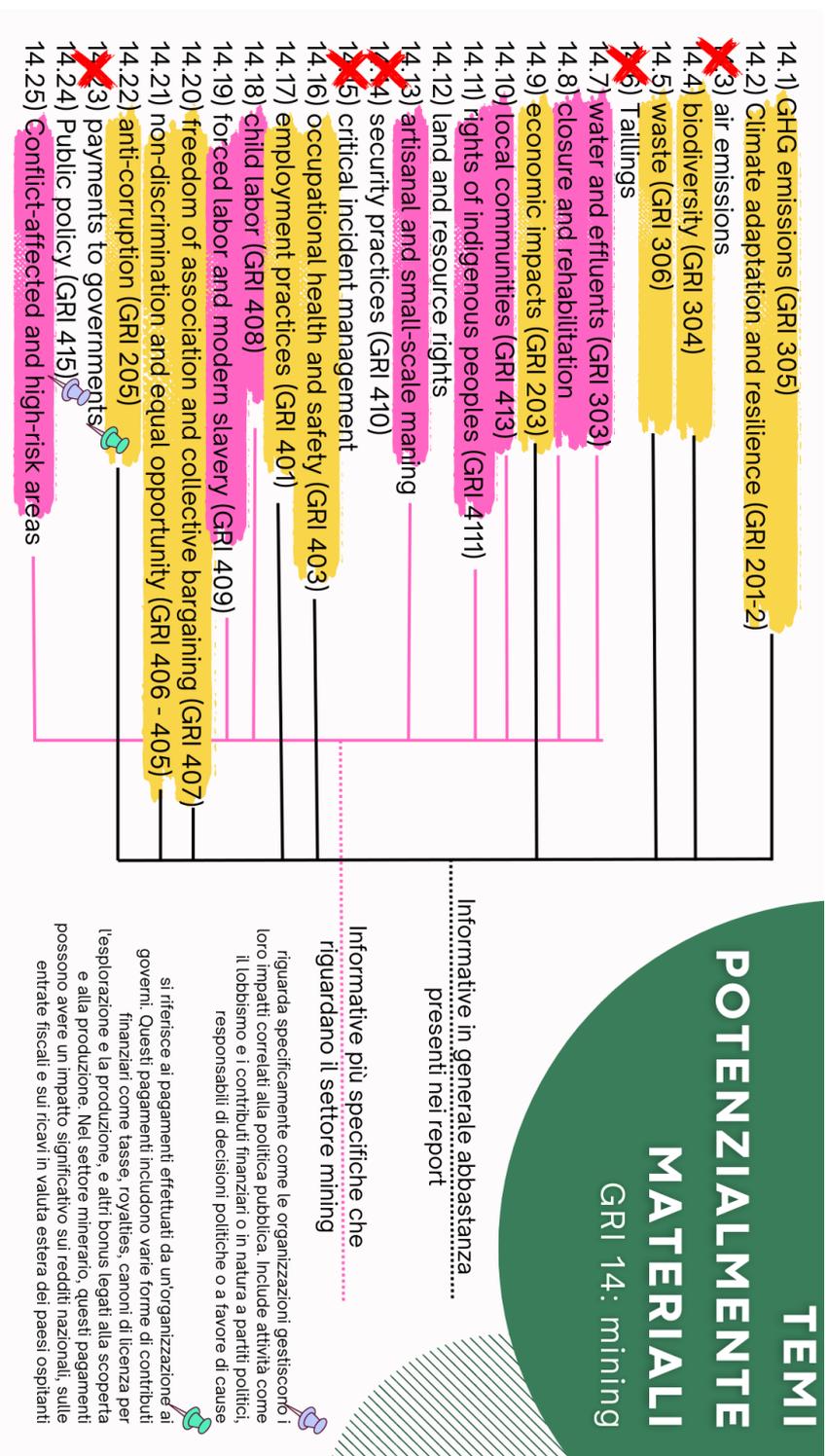


Figura A.1: Analisi di materialità: GRI 14 (pt.1)

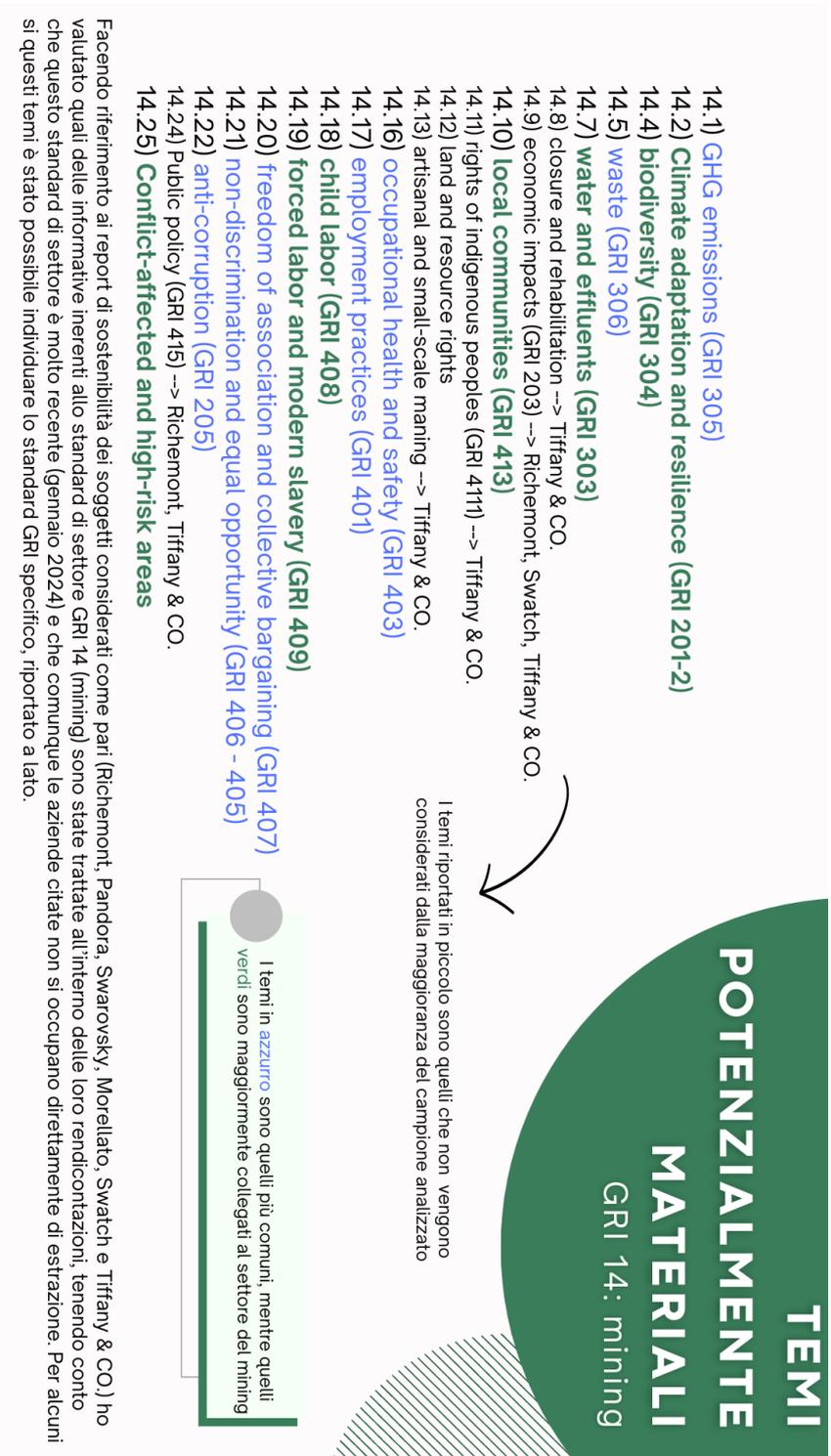


Figura A.2: Analisi di materialità: GRI 14 (pt.2)

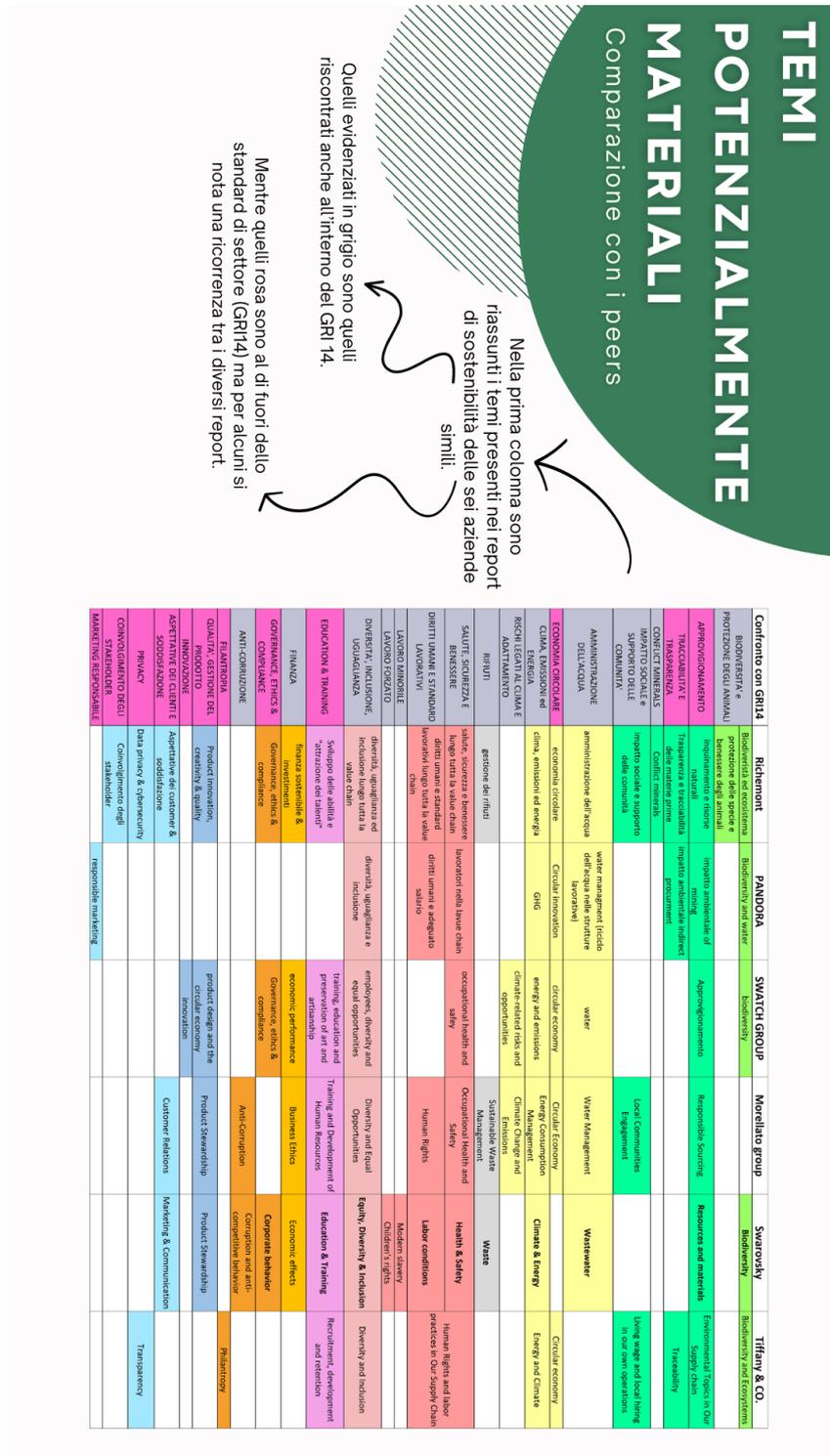


Figura A.3: Analisi di materialità: confronto con benchmark

⋮ *

ENERGIA (GRI 302):

Tema materiale contenente le informazioni relative agli impatti dovuti all'uso dell'Energia.

Utilizzare l'energia con maggiore efficienza e scegliere energia proveniente da fonti di energia rinnovabile è essenziale per combattere il cambiamento climatico e ridurre l'impronta ambientale complessiva di un'organizzazione.

1: per nulla importante

2: poco importante

3: di interesse, ma non fondamentale

4: importante

5: molto importante, prioritario

Figura A.4: Analisi di materialità: domanda di esempio presente nel questionario somministrato

A.2 Stesura del report

Climate Resilience		
SBTI targets	Firma della lettera di impegno SBTi.	ok
	Sviluppo degli obiettivi di riduzione delle emissioni.	ok
	Emissioni di scope 1.	ok
	Emissioni di scope 2 (basate sul mercato).	ok
	Emissioni di scope 3.	ok
	Monitoraggio delle emissioni lungo la catena di fornitura.	non ancora svolto
	Tipo di obiettivo (Near-term/Net-zero/Altro).	Near-term
	Anno base per ciascun obiettivo.	2022
	Anno target per ciascun obiettivo.	2030
	Scope coperti per ciascun obiettivo (Scope 1, Scope 2, Scope 3).	ok
	Tipo di obiettivo per ciascun target (riduzione assoluta/intensità/rinnovabili).	Riduzione assoluta
	Valore di riferimento per ciascun target.	ok
	Progresso raggiunto (% dal valore di riferimento).	n.a.
	Piano di transizione per la riduzione delle emissioni.	in sviluppo
	Inclusione di compensazioni di carbonio nel piano di riduzione (se applicabile).	n.a.
	Piano per ridurre o eliminare le emissioni nel tempo.	n.a.
Metodologie e assunzioni utilizzate per definire gli obiettivi.	vedi report	
Cambiamenti negli obiettivi, metriche o metodologie di misurazione.	n.a.	

Tabella A.2: KPIs imposti per il monitoraggio dei progressi su *climate resilience*

A.3 ESRS a confronto con i GRI

Topical ESRS	Topic	Sub-topic	Sub-sub-topics	GRI
ESRS E1				
	Climate change	climate change adaptation		
		climate change mitigation		
		energy		302
ESRS E2				
	Pollution	Pollution of air		305
		Pollution of water		
		Pollution of soil		
		Pollution of living organisms and food resources		
		Substances of concern		
		Substances of very high concern		
		Microplastics		
ESRS E3				
	Water and marine resources	Water	Water consumption	303
		Marine resources	Water withdrawals Water discharges	
			Water discharges in the oceans	
			Extraction and use of marine resources	
ESRS E4				
	Biodiversity and ecosystems	Direct impact drivers of biodiversity loss	Climate change Land-use change, fresh water-use change and sea-use change Direct exploitation Invasive alien species Pollution Others	304
		Impact on the state of species	Species pollution size Species global extinction risk	
		Impact on the extent and condition of ecosystems	Land degradation Desertification Soil sealing	
		Impact and dependencies on ecosystem services		

Topical ESRS	Topic	Sub-topic	Sub-sub-topics	GRI
ESRS E5				
	Circular economy	Resources inflows, including resource use		301
		Resource outflows related to products and services		301
		Waste		306
ESRS S1				
	Own workforce	Working conditions	Secure employment	
			Working time	401
			Adequate wages	
			Social dialogue	402
			Freedom of association, the existence of works councils and the information consultation and participation rights of workers	
			Collective bargaining including rate of workers covered by collective agreements	407
			Work-life balance	401
			Health and safety	403
		Equal treatment and opportunities for all	Gender equality and equal pay for work of equal value	405
			Training and skills development	404
			Employment and inclusion of persons with disabilities	
			Measures against violence and harassment in the workspace	406
			Diversity	
		Other work-related rights	Child labour	408
			Forced labour	409
			Adequate housing	
			Privacy	
ESRS S2				
	Workers in the value chain	Working conditions	Secure employment	
			Working time	
			Adequate wages	
			Social dialogue	
			Freedom of association, including the existence of work councils	
			Collective bargaining	
			Work-life balance	
			Health and safety	

Topical ESRS	Topic	Sub-topic	Sub-sub-topics	GRI
		Equal treatment and opportunities for all	Gender equality and equal pay for work of equal value	
			Training and skills development	
			Employment and inclusion of persons with disabilities	
			Measures against violence and harassment in the workspace	
			Diversity	
		Other work-related rights	Child labour	408
			Forced labour	409
			Water and sanitation	
			Privacy	
ESRS S3				
	Affected communities	Communities' economic, social and cultural rights	Adequate housing AFD4CF Adequate food Water and sanitation Lad-related impacts Security-related impacts	413
		Communities' civil and political rights	Freedom of expressions Freedom of assembly Impacts on human rights defenders	
		Rights of indigenous peoples	Free, prior and informed consent Self-determination Cultural rights	411
ESRS S4				
	Consumers and end-users	Information-related impacts for consumers and/or endusers	Privacy Freedom of expressions Access to (quality) information	418
		Personal safety of consumers and/or endusers	Health and safety Security of a person Protection of children	416
		Social inclusion of consumers and/or enduser	Non-discrimination Access to products and services Responsible marketing practices	417

A – Allegati

Topical ESRS	Topic	Sub-topic	Sub-sub-topics	GRI
ESRS G1				
	Business conduct	Corporate culture		
		Protection of whistleblowers		
		Animal welfare		
		Political engagement		415
		Management of relationships with suppliers including payment practices		

Tabella A.3: Confronto ESRS vs GRI

Bibliografia

- [1] Parlamento e Consiglio europeo. *Direttiva (EU) n° 95/2014*.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/ALL/?uri=CELEX:32014L0095>. 2014.
- [2] Parlamento e Consiglio europeo. *Risoluzione (EU) n° 49/2013*.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX%3A52013IP0049>. 2013.
- [3] Commissione Europea. *Avviso (EU) n° GU C 215/2017*.
[https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/uri=CELEX:52017XC0705\(01\)&qid=1712139286294](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/uri=CELEX:52017XC0705(01)&qid=1712139286294). 2017.
- [4] Elisa Truant. *Sostenibilità: evoluzione, opportunità, riflessioni critiche*. Impact Prototypes Labs, Terza edizione. 2023.
- [5] Servizio Studi - Dipartimento Affari Comunitari. *L'agenda globale per lo sviluppo sostenibile*. Serie: documentazione e ricerche n° 89. 2022.
- [6] Servizio Studi - Dipartimento Affari Comunitari. *La Comunità internazionale e l'attuazione dell'Agenda globale per lo sviluppo sostenibile*.
https://temi.camera.it/leg18/temi/tl18_agenda_2030_e_SDGs.html. 2020.
- [7] Nazioni Unite. *Addis Ababa Action Agenda of the Third International Conference on Financing for Development*.
https://www.un.org/esa/ffd/wp-content/uploads/2015/08/AAAA_Outcome.pdf. 2015.
- [8] Unione europea. *Accordo di Parigi*.
[https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/ALL/uri=CELEX:22016A1019\(01\)&qid=1712422889595](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/ALL/uri=CELEX:22016A1019(01)&qid=1712422889595). 2015.
- [9] Parlamento europeo and Consiglio. *Regolamento (EU) n° 2088/2019*.
<http://data.europa.eu/eli/reg/2019/2088/oj>. 2019.
- [10] Commissione Europea and Segretariato generale. *Il Green Deal europeo*.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/ALL/?uri=COM:2019:640:FIN>. 2019.
- [11] Parlamento europeo and Consiglio. *Regolamento (EU) n° 852/2020*.
<http://data.europa.eu/eli/reg/2020/852/oj>. 2020.
- [12] Parlamento europeo and Consiglio. *Regolamento (EU) n° 1119/2021*.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/ALL/?uri=CELEX%3A32021R1119>. 2021.

-
- [13] Parlamento europeo and Consiglio. *Regolamento (EU) n° 2464/2022*. <http://data.europa.eu/eli/dir/2022/2464/oj>. 2022.
- [14] Commissione Europea. *Comunicazione (EU) n° 2019/C 209/1*. [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:52019XC0620\(01\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:52019XC0620(01)). 2019.
- [15] Fabio Caputo et al. «The Non-Financial Reporting Harmonization in Europe: Evolutionary Pathways Related to the Transposition of the Directive 95/2014/EU within the Italian Context». In: *Sustainability* 12.1 (2020). ISSN: 2071-1050. DOI: [10.3390/su12010092](https://doi.org/10.3390/su12010092). URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/1/92>.
- [16] Karen Diaz, Julia Aurik, Rosanna Tufo, and Sean Ross. *A comprehensive overview of how Member States are implementing the EU Directive on Non-financial and Diversity Information*. <https://accountancyeurope.eu/wp-content/uploads/1711-NFRpublication-GRI-CSR-Europe.pdf>. 2017.
- [17] Accountancy Europe. *Towards reliable non-financial information across Europe*. https://accountancyeurope.eu/wp-content/uploads/2022/12/Accountancy-Europe-NFI-assurance-practice_facthseet.pdf. 2020.
- [18] KPMG, Nedcommunity. *Informativa extra finanziaria (ESG): surveysull'applicazione del D.lgs. 254/2016l information across Europe*. <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/it/pdf/2018/10/Survey-informativa-non-finanziaria.pdf>. 2018.
- [19] KPMG, Nedcommunity. *Survey sul sesto anno di applicazione del D.lgs. 254/2016*. <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/it/pdf/2023/12/Survey%20DNF%202023%20-%202411.pdf>. 2023.
- [20] Maria Inavova. *The first Earth Day was a shot heard around the world*. <https://theconversation.com/the-first-earth-day-was-a-shot-heard-around-the-world-136210>. 2020.
- [21] Nazioni Unite. *Report of the United Nations Conference on the human environment*. <https://sdgs.un.org/events/united-nations-conference-human-environment-stockholm-conference-24552>. 1973.
- [22] Nazioni Unite. *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*. <https://www.are.admin.ch/are/it/home/media-pubblicazioni/pubblicazioni/sviluppo-sostenibile/brundtland-report.html>. 1987.
- [23] Stati membri delle Comunità europee. *Trattato sull'unione Europea*. <http://data.europa.eu/eli/treaty/teu/sign>. 1993.
- [24] Commissione delle Comunità europee. *Libro Verde: Promuovere un quadro europeo per la responsabilità sociale delle imprese*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX:52001DC0366&qid=1713086202445>. 2001.

- [25] Commissione delle Comunità europee. *Comunicazione della Commissione relativa alla Responsabilità sociale delle imprese: un contributo delle imprese allo sviluppo sostenibile*.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/ALL/?uri=CELEX:52002DC0347>. 2002.
- [26] Salvatore Nisticó. *Dall'euforia alla crisi: etica e fiducia nei mercati finanziari*.
https://core.ac.uk/display/9313288?utm_source=pdf&utm_medium=banner&utm_campaign=pdf-decoration-v1. 2012.
- [27] Global Compact. *Who Cares Wins: Connecting Financial Markets to a Changing World*.
https://www.unepfi.org/fileadmin/events/2004/stocks/who_cares_wins_global_compact_2004.pdf. 2004.
- [28] Andrea Cincinnati Cini e Chiara Ricci. «CSR as a Driver where ESG Performance will Ultimately Matter». In: *Symphonya. Emerging Issues in Management* 1 (lug. 2018), pp. 68–75. DOI: 10.4468/2018.1.05cini.ricci. URL: <https://symphonya.unicusano.it/article/view/2018.1.05cini.ricci>.
- [29] Magdalena Kaźmierczak. «A literature review on the difference between CSR and ESG». In: *Zeszyty Naukowe. Organizacja i Zarządzanie/Politechnika Śląska* 162 (2022).
- [30] Commissione Europea. *Piano d'azione per finanziare la crescita sostenibile*.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/ALL/?uri=CELEX:52018DC0097&qid=1713821166310>. 2018.
- [31] Forster et al. «The Earth's Energy Budget, Climate Feedbacks, and Climate Sensitivity Supplementary Material». In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis* 1 (2021), pp. 923–1054. DOI: 10.1017/9781009157896.009. URL: <https://www.ipcc.ch/>.
- [32] Richemont. *Sustainability report*.
<https://www.richemont.com/media/zimbq1ew/richemont-esg-report-2023-en.pdf>. 2023.
- [33] Tiffany & Co. *Sustainability report*.
https://media.tiffany.com/is/content/Tiffany/2021_Sustainability_Report. 2021.
- [34] Swarovski. *Sustainability report*.
https://asset.swarovski.com/raw/upload/v1698332378/2022_Swarovski_Sustainability_Report.pdf. 2022.
- [35] Swatch Group. *Sustainability report*.
https://www.swatchgroup.com/sites/default/files/media-files/swatchgroup_sr23_en_web_0.pdf. 2023.
- [36] Pandora. *Sustainability report*.
<https://www.flipsnack.com/PandoraDigitalFlipbooks/pandora-sustainability-report-2023/full-view.html>. 2023.
- [37] Morellato. *Sustainability report*.
https://morellatogroup.com/media_file/Sustainability%20Report_Morellato%20Group_2024.pdf. 2023.

- [38] Marco Badami. *Impianti ad aria compressa*. Impiego industriale dell'Energia, Politecnico di Torino. 2023.
- [39] Gruppo IREN. *Nasce Green District Heating, il gruppo di lavoro congiunto avviato da Iren e Politecnico di Torino per la transizione energetica*.
<https://www.gruppoiren.it/it/everyday/sfide-di-innovazione/2023/green-district-heating.html>.
- [40] Armando Portoraro. *Strategie di riduzione*. Impiego industriale dell'Energia, Politecnico di Torino. 2023.
- [41] Ali Amiri, Juudit Ottelin e Jaana Sorvari. «Are LEED-Certified Buildings Energy-Efficient in Practice?» In: *Sustainability* 11.6 (2019). ISSN: 2071-1050. DOI: [10.3390/su11061672](https://doi.org/10.3390/su11061672). URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/6/1672>.
- [42] John H. Scofield. «Do LEED-certified buildings save energy? Not really...» In: *Energy and Buildings* 41.12 (2009), pp. 1386–1390. ISSN: 0378-7788. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2009.08.006>. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037877880900187X>.
- [43] Mehdi S Kaddory Al-Zubaidy e A Ms. «A literature evaluation of the energy efficiency of leadership in energy and environmental design (LEED)-Certified buildings». In: *Am. J. Civ. Eng. Archit* 3.1 (2015), pp. 1–7.
- [44] Marco Carlo Masoero. *Gruppi Frigoriferi e Pompe di Calore*. Progettazione di impianti termotecnici, Politecnico di Torino. 2023.
- [45] Valter Giaretto. *Lezioni di termodinamica applicata e trasformazione del calore*. C.L.U.T. - Torino, 2019.
- [46] Caleffi. «Le pompe di calore». In: *Idraulica* 33 (dic. 2007).
- [47] Johanna Reinvall. *Refrigerants Used in Industrial Heat Pumps in the Future*. Bachelor's thesis for Satakunta University of Applied Sciences. 2024.
- [48] Chiara Silvi. *Appunti del corso*. Tecnica del freddo e Criogenia, Politecnico di Torino. 2023.
- [49] Parlamento e Consiglio europeo. *Regolamento (UE) n°573/2024*.
<http://data.europa.eu/eli/reg/2024/573/oj>.
- [50] Consilia Associati. *F-Gas: Nuovo regolamento UE n. 2024/573*. 2024. URL: <https://consiliaassociati.it/f-gas-nuovo-regolamento-ue-n-2024-573/>.
- [51] F Busato, M Noro et al. «Storia delle pompe di calore: principi, tecnologie, applicazioni (History of heat pumps: principles, technologies, applications)». In: *History of Engineering-Proceedings of the 5th International Conference-Atti del 9° Convegno Nazionale*. Cuzzolin. 2022, pp. 257–270.
- [52] Refrigerant Page Refrigerant Page. «Thermophysical properties OF refrigerants». In: *academia.edu* (2009).
- [53] The Linde Group. *Refrigerants Environmental Data, Ozone Depletion and Global Warming Potential*.
https://static.prd.echannel.linde.com/wcsstore/PT_RES_Industrial_Gas_Store/Attachment/HFCs/Refrigerants%20environmental%20GWPs_tcm310-111483.pdf.

- [54] Regione Piemonte. *Carta della soggiacenza della falda idrica a superficie libera del territorio di pianura della regione piemonte*.
<https://www.datigeo-piem-download.it/direct/Geoportale/RegionePiemonte/Acqua/Soggiacenza%20falda%20superficiale.pdf>.
- [55] Jinsang Kim e Yujin Nam. «A Numerical Study on System Performance of Groundwater Heat Pumps». In: *Energies* 9.1 (2016). ISSN: 1996-1073. URL: <https://www.mdpi.com/1996-1073/9/1/4>.
- [56] Hans Ludwig von Cube e Fritz Steimle. *Heat Pump Technology*. Butterworths, 1981.
- [57] Benedetti Miriam, Giordano Lorena e Gugliandolo Alessandra. «Soluzioni per il recupero del calore a bassa temperatura nell'industria». In: *Laboratorio Soluzioni Energetiche Integrate*, ENEA (2020). DOI: <https://doi.org/10.12910/EAI2020-084>. URL: <https://www.eai.enea.it/archivio/efficienza-energetica-avanti-tutta/soluzioni-per-il-recupero-del-calore-a-bassa-temperatura-nell-industria.html>.
- [58] Consiglio dell'Unione Europea. *Fit for 55: How the EU will become more energy efficient*. 2021. URL: <https://www.consilium.europa.eu/en/infographics/fit-for-55-how-the-eu-will-become-more-energy-efficient/>.
- [59] Rafaela Agathokleous et al. «Waste Heat Recovery in the EU industry and proposed new technologies». In: *Energy Procedia* 161 (2019). Proceedings of the 2nd International Conference on Sustainable Energy and Resource Use in Food Chains including Workshop on Energy Recovery Conversion and Management; ICSEF 2018, 17 – 19 October 2018, Paphos, Cyprus, pp. 489–496. ISSN: 1876-6102. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2019.02.064>. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610219311439>.
- [60] Hussam Jouhara et al. «Waste heat recovery technologies and applications». In: *Thermal Science and Engineering Progress* 6 (2018), pp. 268–289. ISSN: 2451-9049. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tsep.2018.04.017>. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2451904918300015>.
- [61] Sarah Brückner et al. «Industrial waste heat recovery technologies: An economic analysis of heat transformation technologies». In: *Applied Energy* 151 (2015), pp. 157–167.
- [62] Mariusz Broniszewski e Sebastian Werle. «The study on the heat recovery from air compressors». In: *E3S Web of Conferences*. Vol. 70. EDP Sciences. 2018, p. 03001.
- [63] D Chinese et al. «Utilizzo esterno di cascami termici industriali a bassa temperatura tramite smart energy systems: analisi e modellazione in ottica «Water-Energy Nexus»». In: *Report Ricerca di Sistema Elettrico, Linea di Attività* 3 (2020).
- [64] Jaume Fitó et al. «Energy, exergy, economic and exergoeconomic (4E) multicriteria analysis of an industrial waste heat valorization system through district heating». In: *Sustainable Energy Technologies and Assessments* 42 (2020), p. 100894.
- [65] Ministero della Transizione Ecologica. *Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima*.
https://www.mase.gov.it/sites/default/files/archivio/pniec_finale_17012020.pdf.

- [66] Armando Portoraro. *Promozione delle Fonti Rinnovabili di Energia Elettrica*. Impiego industriale dell'Energia, Politecnico di Torino. 2023.
- [67] Andrea Giraud. «Il futuro delle FER: i PPA e la loro integrazione nel sistema elettrico italiano». Tesi di dott. Politecnico di Torino, 2020.
- [68] Maira Bruck, Peter Sandborn e Navid Goudarzi. «A Levelized Cost of Energy (LCOE) model for wind farms that include Power Purchase Agreements (PPAs)». In: *Renewable Energy* 122 (2018), pp. 131–139.
- [69] Douglas Bruce et al. *Introduction to Corporate Sourcing of Renewable Electricity in Europe*. RE-Source Platform, 2020. URL: <http://resource-platform.eu/toolkit/>.
- [70] Science Based Targets initiative. *Monitoring report 2023*. <https://sciencebasedtargets.org/reports/sbti-monitoring-report-2023>.
- [71] Armando Portoraro. *Incentivi per l'efficienza energetica*. Impiego industriale dell'Energia, Politecnico di Torino. 2023.
- [72] Anna Furlan. *Il sistema di incentivazione dei Certificati Bianchi: studio di alcuni interventi di efficientamento energetico sul Servizio Idrico Integrato*. Università degli studi di Padova, LM ingegneria energetica. 2019.
- [73] Watch & Jewellery Initiative 2030 and esgbook. *ESG Bootcamp*. Workshop report discussing the Watch & Jewellery Initiative 2030 reporting framework and sustainability topics. 2024.
- [74] Alessandra Cerruti e Chiara Ballone. *Principi trasversali ESRS 1 - ESRS 2*. <https://www.assonime.it/Stampa/Documents/Principi%20trasversali%20ESRS%201%20-%20ESRS%202.pdf>. Deloitte & Touche S.p.A., presentazione EFRAG. 2023.
- [75] European Financial Reporting Advisory Group (EFRAG). *ESRS 1 - General Requirements (Delegated act 2023/5303)*. https://www.efrag.org/sites/default/files/media/document/2024-08/ESRS%201%20Delegated-act-2023-5303-annex-1_en.pdf. Annex 1. 2023.
- [76] European Financial Reporting Advisory Group (EFRAG). *ESRS 2 - General Disclosures (Delegated act 2023/5303)*. https://www.efrag.org/sites/default/files/media/document/2024-08/ESRS%202%20Delegated-act-2023-5303-annex-1_en.pdf. Annex 1. 2023.
- [77] Parlamento e Consiglio Europeo. *Direttiva (EU) n° 34/2013*. <http://data.europa.eu/eli/dir/2013/34/oj>. 2013.
- [78] World Intellectual Capital Initiative. *WICI Intangibles Reporting Framework*. <https://www.wici-global.com/framework>. 2016.
- [79] Cynthia Haddad et al. «Some efficient solutions to recover low and medium waste heat: competitiveness of the thermoacoustic technology». In: *Energy Procedia* 50 (2014), pp. 1056–1069.

- [80] Sven Klute et al. «Steam generating heat pumps – Overview, classification, economics, and basic modeling principles». In: *Energy Conversion and Management* 299 (2024), p. 117882. ISSN: 0196-8904. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2023.117882>. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0196890423012281>.