

# TESSILE



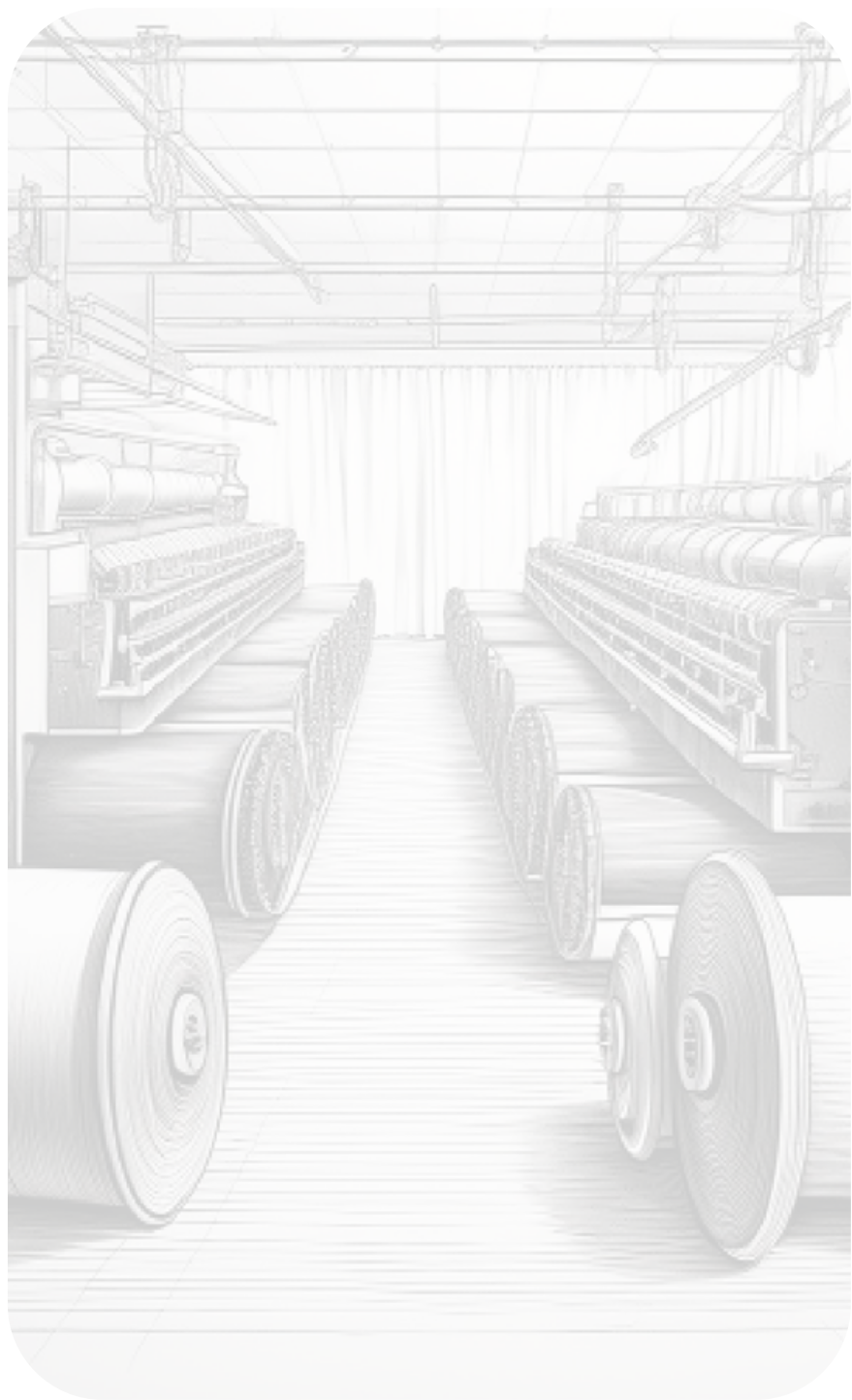
*Efficienza  
Energetica  
nei Settori  
Economici*



QUADERNI DELL'EFFICIENZA ENERGETICA

AGENZIA NAZIONALE  
EFFICIENZA ENERGETICA





ENEA DUEE-SPS-ESE  
QUADERNI DELL'EFFICIENZA ENERGETICA

# TESSILE

Prima edizione Dicembre 2024

ISBN Edizione digitale: 978-88-8286-499-6

ISBN Edizione cartacea: 978-88-8286-498-9

## *Autori*

Chiara Martini, Fabrizio Martini, Marcello Salvio, Claudia Toro, Valerio Di Caprio,  
Vittorio Bentivegna, Marco Guiducci, Davide Chiaroni

Resp. Scientifico della Collana *Quaderni Efficienza Energetica*  
Fabrizio Martini

Hanno collaborato

*Per ENEA:*

A. Aquino, M. Bassetti, A. De Santis, C. Herce, L. Leto,  
F.A. Tocchetti, S. Pistacchio, F. Prisinzano

*Per il Politecnico di Milano:*

Simone Franzò

Si ringrazia per il prezioso supporto fornito  
CONFINDUSTRIA MODA - Federazione Tessile e Moda  
Guido Bottini, Franco Coppa (UIB)



Questa pubblicazione è stata realizzata nell'ambito del Piano Triennale di realizzazione 2022-2024 della Ricerca di Sistema Elettrico Nazionale, finanziato dal Ministero della Transizione Ecologica (ora Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica). Tema di ricerca 1.6 "Efficienza energetica dei prodotti e dei processi industriali".

Resp. Scientifico, Miriam Benedetti

*Progettazione e realizzazione grafica: Giorgio Scavino*

*Tipografia: La Commerciale*

*La presente pubblicazione è rilasciata nei termini della licenza Creative Commons Attribution 4.0 International  
(CC BY 4.0: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode.it>)*





# Sommario

Premessa .....	7
Presentazione .....	9
Prefazione Confindustria Moda .....	11
<b>1. Contesto normativo di riferimento .....</b>	<b>14</b>
1.1 Il quadro internazionale .....	14
1.2 Il PNIEC.....	17
1.3 La Direttiva Europea Efficienza Energetica ed il suo recepimento in Italia .....	19
1.4 La Diagnosi Energetica o Audit Energetico.....	22
<b>2. Il settore tessile in Italia.....</b>	<b>26</b>
<b>3. La diagnosi energetica .....</b>	<b>32</b>
3.1 Redazione del rapporto di diagnosi energetica.....	32
3.2 Alberatura dei consumi energetici .....	36
3.3 Struttura energetica .....	40
3.3.1 Attività Principali .....	40
3.3.2 Servizi Ausiliari .....	44
3.3.3 Servizi Generali .....	47
3.4 Indicatori di prestazione energetica.....	48
3.5 Piano di monitoraggio dei consumi energetici .....	52
3.5.1 Modalità di misurazione .....	52
3.5.2 Fasi per la progettazione di un piano di monitoraggio.....	53
3.5.3 Esempio pratico e verifica copertura dei consumi .....	55
3.6 Identificazione delle opportunità di risparmio energetico....	61
<b>4. Analisi dei consumi energetici .....</b>	<b>66</b>
4.1 Campione analizzato.....	66
4.2 Distribuzione dei consumi energetici nel settore tessile.....	67
4.2.1 Ripartizione dei consumi nei siti di produzione di filato.....	68
4.2.2 Ripartizione dei consumi nei siti di produzione di tessuto .....	71
4.2.3 Ripartizione dei consumi nei siti di finissaggio .....	73
4.3 Indici di Prestazione Energetica (IPE) .....	75
4.3.1 Produzione di filato .....	75
4.3.1.1 IPE di primo livello .....	75
4.3.1.2 IPE specifici Attività Principali.....	77
4.3.1.3 IPE specifici Servizi Ausiliari .....	81

4.3.2	Produzione di tessuto .....	81
4.3.2.1	IPE di primo livello .....	81
4.3.2.2	IPE specifici Attività Principali.....	82
4.3.2.3	IPE specifici Servizi Ausiliari.....	83
4.3.3	Finissaggio .....	83
4.3.3.1	IPE di primo livello .....	83
4.3.3.2	IPE specifici Attività Principali.....	84
4.3.3.3	IPE specifici Servizi Ausiliari.....	85
<b>5.</b>	<b>Le opportunità di efficientamento energetico</b>	
	<i>(Best Available Techniques)</i> .....	<b>88</b>
5.1	Considerazioni generali sulle BAT .....	88
5.1.1	Monitoraggio.....	88
5.1.2	Consumo di acqua e produzione di acque reflue.....	89
5.1.3	Efficienza energetica .....	91
5.1.4	Gestione, consumo e sostituzione dei prodotti chimici.....	93
5.1.5	Emissioni nel suolo e nelle falde acquifere .....	94
5.2	Principali opportunità legate alle fasi del processo produttivo.....	95
5.2.1	Sgrassatura (pretrattamento delle fibre di lana grezza) .....	95
5.2.2	La filatura di fibre (diverse da fibre sintetiche) e la produzione di tessuti .....	96
5.2.3	Pretrattamento dei materiali tessili diversi dalle fibre di lana grezza .....	97
5.2.4	Tintura .....	99
5.2.5	Stampa .....	104
5.2.6	Finissaggio .....	106
<b>6.</b>	<b>Analisi degli interventi .....</b>	<b>112</b>
6.1	Metodologia di analisi .....	112
6.2	Principali risultati per il settore tessile.....	118
6.2.1	Interventi effettuati .....	123
6.2.2	Interventi individuati .....	128
<b>7.</b>	<b>Bibliografia .....</b>	<b>136</b>

## Premessa

Il presente lavoro è stato svolto all'interno dell'attività di ricerca finanziata con il "**Piano della Ricerca di Sistema Elettrico per il triennio 2022-2024**"<sup>1</sup> e regolamentata attraverso l'Accordo di Programma tra MASE e RSE, ENEA e CNR.

L'attività individuata dall'accordo di programma, come previsto dall'articolo 15 della legge 241 del 1990, attraverso la cooperazione tra il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica e degli Enti firmatari (ENEA, RSE e CNR) ha lo scopo di sviluppare nuove conoscenze e tecnologie in grado di contribuire alla transizione energetica del Paese e, allo stesso tempo, per gli Enti firmatari rappresenta un campo di indagine primario per lo svolgimento delle attività istituzionali di ricerca e sviluppo nel settore dell'energia.

L'attività è finanziata dal "*Fondo per il finanziamento delle attività di ricerca*" (art. 11 del decreto 26 gennaio 2000). Tale fondo è alimentato dal gettito, versato mensilmente a CSEA dai distributori elettrici, della componente tariffaria A5RIM della bolletta dei clienti finali, la cui entità è stabilita trimestralmente dall'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA).


L'attività oggetto di questa pubblicazione è parte integrante del **Work Package 3 del Progetto di ricerca 1.6**. "*Efficienza energetica nei settori produttivi con focus sulle PMI: indici di prestazione energetica, analisi degli interventi, studio di best practices e strumenti di self-assessment, valutazione degli interventi di efficientamento energetico con focus specifici sul comparto delle PMI*" e ha lo scopo sia di valorizzare la banca dati costituita dalle diagnosi energetiche pervenute ad ENEA ai sensi dell'articolo 8 del D.Lgs. 102/2014 che fornire una serie di strumenti utili alle imprese per avviare un percorso virtuoso legato al miglioramento delle performance energetiche.

In particolare, questa pubblicazione fa parte di una collana settoriale denominata "Quaderni dell'Efficienza Energetica" ed ha lo scopo di guidare il professionista o il responsabile energia di un'azienda nella stesura di una diagnosi energetica di qualità e conforme a quanto previsto dall'allegato 2 del D.Lgs.102/2014.

Il WP3 del Progetto di ricerca 1.6. si colloca all'interno di un contesto più ampio individuato dal Progetto di ricerca 1.6 "*Efficienza energetica dei prodotti e dei processi industriali*" il cui obiettivo generale è quello di sviluppare metodi, strumenti e soluzioni per rafforzare la leadership industriale, l'autonomia e

---

1 <http://www.ricercadisistema.it>



la resilienza in catene di valore strategiche e in aree di potenziali alleanze industriali, avvicinandole sempre più al paradigma di ecosistemi dinamici di innovazione, nonché per la promozione e diffusione delle tecnologie ad alta efficienza energetica.

## Presentazione

Con la Direttiva UE 2023/1791 sull'efficienza energetica, viene rimarcato il ruolo prioritario dell'efficienza energetica per tutti i settori e la necessità di rimuovere gli ostacoli presenti sul mercato dell'energia agendo su quei fattori che frenano l'efficienza a livello di forniture, trasmissione, stoccaggio e uso dell'energia. La nuova Direttiva, che verrà recepita in Italia entro il 2025, costituisce un importante aggiornamento della precedente 2012/27/UE recepita in Italia nel luglio 2014 con il Decreto Legislativo 102/2014 che, tra le altre cose, ha introdotto all'Art.8 l'obbligo di effettuare una diagnosi energetica, a partire dal dicembre 2015 e successivamente ogni quattro anni, per una parte importante del sistema produttivo italiano, ovvero le grandi imprese e le imprese a forte consumo di energia elettrica iscritte agli elenchi della CSEA. In tal modo, il decreto ha recepito l'indirizzo e lo spirito della Direttiva 2012/27/UE sull'Efficienza Energetica, confermato anche nella Direttiva 2023/1791, individuando nella diagnosi energetica uno strumento efficace per la promozione dell'efficienza energetica nel mondo produttivo al fine di una corretta gestione dell'energia sia dal punto di vista tecnico che economico.

In tale contesto il decreto ha assegnato ad ENEA il ruolo di gestore del meccanismo delle diagnosi energetiche obbligatorie e di supporto al Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, nella verifica e controllo del corretto adempimento agli obblighi previsti per i soggetti obbligati.

Dall'entrata in vigore dell'obbligo di diagnosi energetica previsto dal D. Lgs.102/2014 sono state caricate sul portale ENEA dedicato - Audit 102 - circa 40.000 diagnosi energetiche. Le numerose informazioni e i dati presenti nelle diagnosi sono state valorizzate da ENEA con il fine di restituire agli stakeholder (imprese, EGE, ESCo) utili riferimenti in termini di: consumi specifici e indicatori di prestazione energetica, buone pratiche settoriali, opportunità di miglioramento, analisi economica degli interventi di efficienza energetica, analisi di scenario etc..

L'attività di analisi dei dati delle diagnosi energetiche è stata svolta all'interno del programma di Ricerca di Sistema Elettrico, programma di ricerca finanziato dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica. In particolare, nel triennio 2019-2021, ENEA ha analizzato tutti i settori merceologici afferenti al settore industriale manifatturiero individuando indici di riferimento per i consumi energetici e le principali buone pratiche. Inoltre, alcuni di questi



settori sono stati analizzati con maggiore approfondimento, andando ad individuare, dove possibile, sia indici specifici di consumo per le diverse fasi del processo produttivo, che i principali interventi di efficientamento energetico per ciascuna di queste fasi.

Questa attività ha quindi permesso la pubblicazione di una collana di monografie settoriali, "Quaderni dell'Efficienza Energetica", che nel triennio 2019-2021 hanno riguardato 5 settori industriali: Vetro, Cemento, Fonderie, Incenerimento, Farmaceutico.

In questo triennio 2022-2024 del Piano della Ricerca di Sistema elettrico, vista la centralità del tema e il riscontro positivo con gli stakeholder, la collana dei "Quaderni dell'Efficienza Energetica" è stata ampliata andando a coprire ulteriori settori economici industriali ed estendendo l'attività anche ai settori economici del Terziario.

Nella realizzazione delle monografie oltre al supporto dei partner Universitari del progetto, è stato fondamentale quello fornito dalle associazioni di categoria settoriali e, più in generale, quello di tutti gli stakeholder interessati.

**In particolare, per la presente monografia focalizzata sul settore dell'industria tessile, voglio rivolgere un ringraziamento a Confindustria Moda ed a tutti gli stakeholder per i numerosi spunti forniti, per l'attenzione ed il supporto che hanno rivolto in questa attività.**

di Ilaria Bertini

*Direttore Dipartimento Unità Efficienza Energetica Enea*

## Prefazione Confindustria Moda

Il settore **Tessile-Abbigliamento** costituisce un comparto economico di grande rilievo per l'Italia: confrontandolo con il complesso del manifatturiero italiano anche per il 2024 si trova conferma del ruolo chiave rivestito nell'economia del Paese. Il settore conta poco più di 40.000 aziende attive sul territorio con circa 380 mila addetti.

Negli ultimi anni l'Italia è stata uno dei primi tre Paesi esportatori mondiali di Tessile-Abbigliamento dopo la Cina e il Bangladesh, precedendo Vietnam, Germania, India, Turchia e Stati Uniti. Il settore tradizionalmente si mantiene nel novero dei settori manifatturieri con surplus commerciale nei confronti dei mercati esteri.

Il settore deve la sua competitività a livello internazionale principalmente agli investimenti in ricerca e sviluppo, innovazione e specializzazione di prodotto, alla sinergica collaborazione fra le diverse fasi della filiera sino all'integrazione con il retail. L'offerta italiana si colloca sulla fascia "alta" di prodotto, rivolgendosi sia ai tradizionali mercati di sbocco di Europa, Stati Uniti, Russia e Giappone, sia alle nuove realtà emergenti del mercato asiatico ed in particolare alla Cina.

Il settore è coinvolto pienamente sul tema della Sostenibilità che comprende sia aspetti ambientali che energetici che economici e sociali.

Negli ultimi anni ci sono stati momenti di particolare criticità per quanto concerne i costi energetici che hanno impatti diretti e significativi su molte imprese tessili con lavorazioni energivore quali filatura, tessitura e nobilitazione e che, due anni orsono hanno portato anche, in alcuni casi, alla sospensione delle attività.

Pertanto, il tema energetico resta sempre all'attenzione del settore in quanto le aziende si trovano per motivi strutturali italiani in una situazione di fragilità rispetto ad aziende concorrenti straniere.

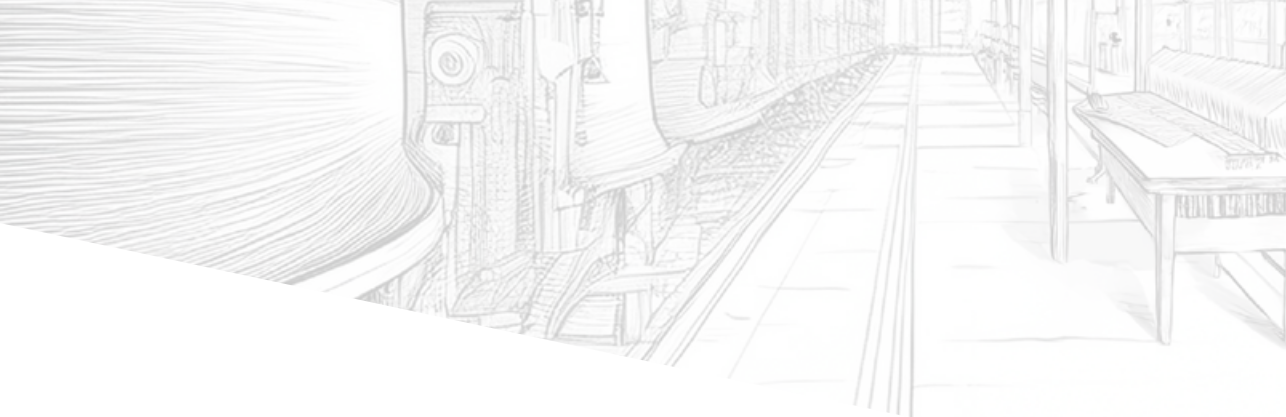
Insieme ad ENEA, Confindustria Moda ha quindi intrapreso un percorso per predisporre uno strumento utile alle aziende del settore per analizzare i propri consumi energetici e valutare possibilità di miglioramento all'interno dei loro processi produttivi.

Questo Quaderno è il risultato di un'analisi approfondita delle diagnosi

energetiche realizzate annualmente e ci auguriamo possa essere di reale supporto alle aziende nella loro gestione di processo.

Sergio Tamborini

*Presidente Confindustria Moda*



# **CONTESTO NORMATIVO DI RIFERIMENTO**

**1**

# 1. Contesto normativo di riferimento

## 1.1 Il quadro internazionale

Nel settembre 2015, in occasione dell'Assemblea generale delle Nazioni Unite, i governi di 193 paesi membri delle Nazioni Unite hanno sottoscritto l'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile [1,2] e i suoi 17 Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (OSS) (Figura 1.1 – Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile individuati nella risoluzione ONU del 25 settembre 2015.) [1,3].



Figura 1.1 – Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile individuati nella risoluzione ONU del 25 settembre 2015.

L'agenda 2030 costituisce una solida base comune per affrontare le sfide globali in modo integrato, promuovendo azioni coordinate a livello mondiale. Il programma d'azione riflette la consapevolezza che la sostenibilità non può prescindere da un approccio olistico, considerando la connessione tra gli aspetti ambientali, sociali ed economici dello sviluppo. L'agenda 2030, insieme all'accordo di Parigi sui cambiamenti climatici, costituisce una tabella di marcia cruciale per il quadro globale di cooperazione internazionale in materia di sviluppo sostenibile e relative dimensioni economiche, sociali, ambientali e di governance. [7]

All'interno di questo contesto internazionale l'Europa fin da subito ha avviato una serie di azioni atte a perseguire gli obiettivi per uno sviluppo più sostenibile. Già con il regolamento (UE) 2018/1999 [4], l'Unione Europea ha imposto agli Stati membri di proporre obiettivi energetici nazionali e definire piani nazionali decennali per l'energia e il clima (PNEC) per il periodo 2021-2030. Il 2019, invece, segna l'avvio del "Green Deal europeo" [5], cioè di un pacchetto di



iniziative strategiche che mirano ad avviare l'UE sulla strada di una **transizione verde** con l'obiettivo ultimo di raggiungere la **neutralità climatica entro il 2050** e sostenere la trasformazione dell'UE in una società equa e prospera con un'economia moderna e competitiva. Il pacchetto comprende iniziative riguardanti clima, ambiente, energia, trasporti, industria, agricoltura e finanza sostenibile, tutti settori fortemente interconnessi [5]. All'interno del percorso tracciato dal varo del "*Green Deal Europeo*", nel 2021, si arriva all'introduzione della normativa europea sul Clima prodromica al successivo "*Pronti per il 55%*". Tale normativa ha reso un obbligo giuridico la riduzione delle emissioni serra Europee di almeno il 55% entro il 2030.

Il pacchetto "*Pronti per il 55%*" è un insieme di proposte volte a rivedere e aggiornare le normative dell'UE e ad attuare nuove iniziative al fine di garantire che le politiche dell'UE siano in linea con gli obiettivi climatici concordati dal Consiglio e dal Parlamento europeo per il raggiungimento della neutralità climatica [6,7].

Il pacchetto di proposte riguarda:

- I. *Sistema di scambio di quote di emissione dell'UE* [8];
- II. *Fondo sociale per il clima* [9];
- III. *Meccanismo di adeguamento del carbonio alle frontiere* [10];
- IV. *Obiettivi di riduzione delle emissioni degli Stati membri* [11];
- V. *Emissioni e assorbimenti risultanti da attività connesse all'uso del suolo, ai cambiamenti di uso del suolo e alla silvicoltura* [12];
- VI. *Norme sulle emissioni di CO<sub>2</sub> per autovetture e furgoni* [13];
- VII. *Ridurre le emissioni di metano nel settore dell'energia* [14];
- VIII. *Carburanti sostenibili per l'aviazione* [15];
- IX. *Combustibili decarbonizzati nel trasporto marittimo* [15];
- X. *Infrastruttura per combustibili alternativi* [16];
- XI. *Energia rinnovabile* [17];
- XII. *Efficienza Energetica* [18];
- XIII. *Prestazione energetica degli edifici* [19];
- XIV. *Pacchetto sul mercato dell'idrogeno e del gas decarbonizzato* [20];
- XV. *Tassazione dell'energia* [21].

In *Figura 1.2* sono riportati gli strumenti ed i regolamenti che sono stati o che saranno prodotti/aggiornati per il raggiungimento degli obiettivi e attuazione delle proposte del pacchetto "*Pronti per il 55%*".

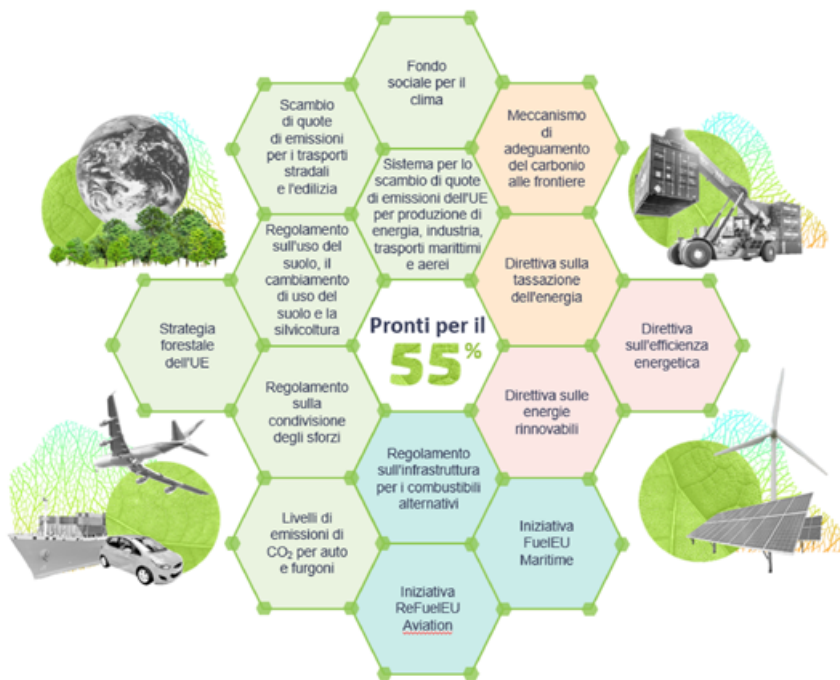


Figura 1.2 – Strumenti e regolamenti previsti per il pacchetto “Pronti per il 55%”  
(Fonte: Commissione Europea (COM2021) 550, p. 14.).

Un elemento fondamentale affrontato nell'ambito del “Green Deal europeo” riguarda il percorso di transizione verso una finanza ed economia più sostenibili. L'Unione Europea punta, infatti, ad incrementare la responsabilità ambientale e sociale delle aziende in termini di reporting e comunicazione. Le nuove regole garantiranno che gli investitori e le altre parti interessate abbiano accesso alle informazioni necessarie e sufficienti a valutare l'impatto delle aziende sulle persone e sull'ambiente e che gli investitori possano valutare i rischi e le opportunità finanziari derivanti dai cambiamenti climatici e da altre questioni di sostenibilità. Il Regolamento 2020/852 istituisce la tassonomia UE [22,23,24], un sistema di classificazione che definisce criteri precisi e univoci per determinare quali attività economiche possano essere definite ecosostenibili, ossia allineate agli obiettivi del Green Deal al 2030 e al 2050. La Tassonomia EU si inserisce nel quadro europeo sulla finanza sostenibile in quanto complementare alla *Non Financial Reporting Directive (NFRD)* e alla nuova *Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD)* in vigore da gennaio 2023 [25] che sostituisce progressivamente la NFRD [26] e in stretta interazione con il *Sustainability Finance Disclosure Regulation (SFDR)* [27].

## 1.2 II PNIEC

Il regolamento (UE) 2018/1999 [4], impone agli Stati membri di proporre obiettivi energetici nazionali e definire piani nazionali decennali per l'energia e il clima (PNEC) per il periodo 2021-2030.

Nel giugno 2023 Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica ha inviato alla Commissione europea la proposta di aggiornamento del PNIEC, Piano Nazionale Integrato Energia e Clima [28,29]. La proposta di Piano, ora al vaglio degli organismi comunitari, sarà oggetto nei prossimi mesi di confronto con il Parlamento e le Regioni, oltre che del procedimento di Valutazione Ambientale Strategica. L'approvazione del testo definitivo dovrà concludersi entro giugno 2024.

Il PNIEC italiano fissa gli obiettivi nazionali al 2030 su Efficienza Energetica, fonti rinnovabili e riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>, come anche quelli in tema di sicurezza energetica, interconnessioni, mercato unico dell'energia e competitività, sviluppo e mobilità sostenibile. Il percorso tracciato dal PNIEC permetterà al 2030 di raggiungere quasi tutti i target comunitari su ambiente e clima, superando in alcuni casi gli obiettivi prefissi.

La struttura del PNIEC si basa sui 5 pilastri individuati nella strategia dell'Unione dell'Energia [30] (Figura 1.3):

- ▷ Dimensione della decarbonizzazione.
- ▷ Dimensione dell'Efficienza Energetica.
- ▷ Dimensione della sicurezza energetica.
- ▷ Dimensione del mercato interno dell'energia.
- ▷ Dimensione della ricerca, dell'innovazione e della competitività.



Figura 1.3 – Le 5 dimensioni dell'Unione dell'Energia.

Tabella 1.1 - Principali indicatori di scenario e obiettivi nazionali su energia e clima al 2030 [fonte PNIEC2023 [29]].

	u.m.	Dato rilevato	Scenario di riferimento	Scenario di policy 1	Obiettivi FF55 REPowerEU
		2021	2030	2030	2030
<b>Emissioni e assorbimenti di gas serra</b>					
Riduzione dei GHG vs 2005 per tutti gli impianti vincolati dalla normativa ETS	%	-47%	-55%	-62%	-62% <sup>2</sup>
Riduzione dei GHG vs 2005 per tutti i settori non ETS	%	-17%	-28,6%	-35,3% / -37,1%	-43,7% <sup>3,4</sup>
Assorbimenti di CO <sub>2</sub> LULUCF	MtCO <sub>2</sub> -2eq	-27,5	-34,9	-34,9	-35,8 <sup>3</sup>
<b>Energie rinnovabili</b>					
Quota di energia da FER nei consumi finali lordi	%	19%	27%	40%	38,4% - 39%
Quota di energia da FER nei consumi finali lordi di energia nei trasporti	%	8%	13%	31%	29% <sup>5</sup>
Quota di energia da FER nei consumi finali lordi per riscaldamento e raffreddamento	%	20%	27%	37%	29,6% <sup>3</sup> - 39,1%
Quota di energia da FER nei consumi finali del settore elettrico	%	36%	49%	65%	non previsto
Quota di idrogeno da FER rispetto al totale dell'idrogeno usato nell'industria	%	0%	3%	42%	42% <sup>3</sup>
<b>Efficienza Energetica</b>					
Consumi di energia primaria	Mtep	145	130	122	112,2 (115 con flessibilità +2,5%)
Consumi di energia finale	Mtep	113	109	100	92,1 (94,4 con flessibilità +2,5%)
Risparmi annui nei consumi finali tramite regimi obbligatori di Efficienza Energetica	Mtep	1,4		73,4	73,4 <sup>3</sup>

1. Scenario costruito considerando le misure previste a giugno 2023, sarà aggiornato con la sottomissione del piano definitivo entro giugno 2024
2. Vincolante solo per le emissioni complessive a livello di Unione europea
3. Vincolante
4. Vincolante non solo il 2030 ma tutto il percorso dal 2021 al 2030
5. Vincolante per gli operatori economici

A titolo illustrativo, nella *Tabella 1.1* [29] sono riportati i principali obiettivi al 2030 su emissioni e assorbimenti di gas serra, fonti energetiche rinnovabili (FER) ed Efficienza Energetica del Piano presentato. La tabella, prodotta per fornire una base analitica al Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima, riporta due elaborazioni differenti:

- I. la prima con uno *scenario di riferimento*, che descrive l'evoluzione del sistema energetico con politiche e misure correnti;
- II. la seconda con uno *scenario di policy*, che considera gli effetti sia delle misure ad oggi già programmate che di quelle ancora in via di definizione nel percorso verso gli obiettivi strategici al 2030.

Per il raggiungimento degli obiettivi del PNIEC è stata prevista un'ampia gamma di misure in parte già vigenti ed in parte programmate per i prossimi anni. Le misure andranno ad incidere su tutte e cinque le dimensioni previste dall'Unione dell'Energia.

### 1.3 La Direttiva Europea Efficienza Energetica ed il suo recepimento in Italia [31]

Nel dicembre 2012 l'entrata in vigore della Direttiva sull'Efficienza Energetica (direttiva 2012/27/UE,[32]) ha imposto agli Stati membri di definire obiettivi nazionali indicativi di Efficienza Energetica al fine di garantire all'Unione il raggiungimento dell'obiettivo di riduzione del consumo energetico del 20% entro il 2020. Inoltre, la direttiva ha introdotto anche una serie di misure obbligatorie, stabilito norme giuridicamente vincolanti per gli utenti finali e i fornitori di energia ed ha imposto agli Stati membri l'obbligo di pubblicare i loro piani d'azione nazionali per l'Efficienza Energetica ogni tre anni.

Il 19 luglio 2014 con il D.Lgs.102/2014 [33], la direttiva 2012/27/UE, è stata recepita in Italia. All'articolo 1 sono definite le finalità:

- ▷ definire un quadro di misure per la promozione e il miglioramento dell'Efficienza Energetica che concorrono al conseguimento dell'obiettivo nazionale di risparmio energetico (art. 3);
- ▷ dettare norme finalizzate a rimuovere gli ostacoli sul mercato dell'energia e a superare le carenze del mercato che frenano l'efficienza nella fornitura e negli usi finali dell'energia.

Tra i vari provvedimenti previsti per il raggiungimento degli obiettivi di risparmio energetico vi sono:



- ▷ la promozione dell'Efficienza Energetica negli edifici (art.4);
- ▷ gli obiettivi per il miglioramento della prestazione energetica degli immobili della Pubblica Amministrazione (art. 5);
- ▷ il richiamo verso il rispetto dei requisiti minimi di Efficienza Energetica negli acquisti delle Pubbliche amministrazioni centrali (art. 6);
- ▷ gli strumenti per il rispetto del regime obbligatorio di Efficienza Energetica (art. 7);
- ▷ l'obbligo per le grandi imprese e le imprese energivore di implementazione periodica di una Diagnosi Energetica o di un Sistema di Gestione dell'Energia e l'introduzione dell'obbligo di certificazione per i professionisti o le ESCO abilitati allo svolgimento degli audit energetici (art. 8);
- ▷ la definizione di norme più stringenti per la misurazione e fatturazione dei consumi energetici (art. 9).

Nel novembre 2018, nell'ambito del pacchetto "*Energia pulita per tutti gli europei*" [34], la Commissione ha revisionato la direttiva sull'Efficienza Energetica (direttiva (UE) 2018/2002, [35]), portando gli obiettivi di riduzione del consumo di energia primaria e finale dell'UE al 32,5 % entro il 2030, rispetto alle previsioni di consumo energetico per il 2030 formulate nel 2007. La direttiva ha inoltre imposto agli Stati membri di mettere a punto misure volte a ridurre il loro consumo annuo di energia in media del 4,4 % entro il 2030.

Il 29 luglio 2020 con il D.Lgs. 73/2020 [36] la revisione della Direttiva Efficienza Energetica (direttiva (UE) 2018/2002, [35]) è stata recepita dall'Italia. Rispetto al precedente D.Lgs. 102/2014 [33] le principali novità contenute nel decreto hanno riguardato:

- ▷ l'estensione dell'obbligo di risparmio energetico al periodo dal 1° gennaio 2021 al 31 dicembre 2030;
- ▷ l'introduzione di sanzioni in caso di inadempimento ad eseguire le diagnosi energetiche e in caso di mancata attuazione di almeno uno degli interventi di efficienza individuati dalle diagnosi stesse per le imprese a forte consumo di energia iscritte agli elenchi definitivi della CSEA (Cassa per i Servizi Energetici e Ambientali);
- ▷ regolamenti più stringenti in merito all'obbligo di installazione di sistemi di termoregolazione e contabilizzazione del calore;
- ▷ requisiti minimi in materia di informazioni: fatturazione e consumo per il raffrescamento, il riscaldamento e consumo di acqua calda sanitaria;

- ▷ l'esenzione dall'obbligo di diagnosi energetica per tutte le grandi imprese aventi consumi complessivi, per partita IVA, inferiori a 50 TEP.

Il 13 settembre 2023 è stata approvata la Nuova Direttiva sull'Efficienza Energetica (direttiva (UE) 2023/1791, [37]), che si basa sul principio di "Efficienza Energetica al primo posto" e ha stabilito, come obiettivo di Efficienza Energetica dell'UE per il 2030, una riduzione dell'11,7 % del consumo di energia primaria (indicativa) e finale dell'UE rispetto alle proiezioni per il 2020. Il principio di "Efficienza Energetica al primo posto" introduce l'obbligo ai paesi dell'UE di garantire che le soluzioni di Efficienza Energetica siano prese in considerazione nelle decisioni di pianificazione, politica e investimento sia nel settore energetico sia in quello non energetico, obbligando di fatto gli stati membri a rivedere i propri piani nazionali (PNIEC). Sarà quindi compito della Commissione Europea monitorare le azioni nazionali ai fini del raggiungimento dell'obiettivo totale dell'11,7% e, qualora i contributi nazionali risultino inferiori, apportare correzioni. Nelle valutazioni finali, i principali indicatori indicati nella Direttiva sono 4:

- ▷ intensità energetica;
- ▷ PIL pro capite;
- ▷ sviluppo energie rinnovabili;
- ▷ potenziale risparmio energetico.

Importanti modifiche hanno riguardato anche l'articolo relativo ai Sistemi di Gestione dell'Energia e gli Audit Energetici (ex art.8 D.Lgs. 102/2014, art. 11 nella nuova direttiva). Nel *Box dedicato* (pag 25) sono riportate le principali novità.

La nuova direttiva dovrà essere recepita in Italia entro l'ottobre 2025.



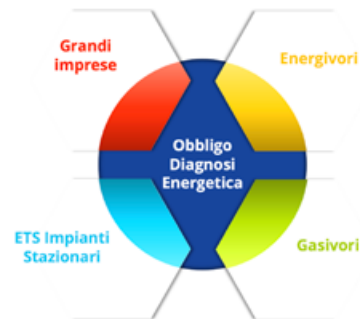
## 1.4 La Diagnosi Energetica o Audit Energetico

**Audit energetico:** procedura sistematica finalizzata a ottenere un'adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico di un edificio o gruppo di edifici, di una attività o impianto industriale o commerciale o di servizi pubblici o privati, a individuare e quantificare le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo costi-benefici e a riferire in merito ai risultati.[35]

Nel luglio 2014 con il D. Lgs. 102/2014 [33], recepimento in Italia della Direttiva Europea Efficienza Energetica 2012/27/UE [32], ed in particolare con l'articolo 8 viene introdotto l'obbligo per le Grandi Imprese<sup>1</sup> e le Imprese a forte consumo di energia<sup>2</sup> di redigere una diagnosi energetiche obbligatoria presso i propri siti produttivi a partire dal 5 dicembre 2015 e, con cadenza quadriennale, ad inviarla ad ENEA tramite il caricamento della documentazione sul portale ENEA Audit102. La diagnosi energetica è diventata, ad oggi, uno strumento imprescindibile nello sviluppo e implementazione di azioni e politiche di efficientamento dei consumi, dei costi e dell'impatto energetico.

L'obbligo di redazione di una diagnosi energetica ai sensi della direttiva 2012/27/UE [32] (o suo recepimento con il D.Lgs.102/2014 [33]) è stato anche introdotto o proposto come prerequisito per l'accesso a "sistemi incentivanti", tra questi a livello nazionale vi sono:

- ▷ il DL 131 del settembre 2023 (articolo 3) come prerequisito per accedere alle agevolazioni per le aziende energivore [40,41,42];
- ▷ il DM 541 del 21 dicembre 2021 come prerequisito per accedere alle agevolazioni per le aziende gasivore [43];
- ▷ la revisione della direttiva 2003/87/CE [44,45] per l'ottenimento delle quote gratuite nell'ambito del meccanismo ETS per gli impianti stazionari [46].



1 Ai sensi dell'art. 2 dei Chiarimenti MISE del novembre 2016 [38] per Grandi Imprese si intendono quelle che negli anni n-2 ed n-1 rispetto all'anno n-simo di obbligo risultano avere contemporaneamente:

- un numero di addetti maggiore di 250;
- un fatturato annuo maggiore di 50 mln di Euro o/e un bilancio annuo maggiore di 43 Mln Euro.

2 Vengono classificate come Imprese a forte consumo di energia ("energivore") le imprese iscritte nel registro CSEA (Cassa per i servizi energetici e ambientali) che hanno fruito nell'anno n-1 delle agevolazioni secondo il DM 21/12/2017 [39].

## Principali novità e differenze tra la Direttiva 27/2012 (art. 8) e la Direttiva 1791/2023 (art. 11) in merito agli Audit Energetici ed i Sistemi di Gestione dell'Energia

### Direttiva 27/2012

Art. 8 – Audit energetici e  
Sistemi di gestione dell'energia

### Direttiva 1791/2023

Art. 11 – Sistemi di gestione  
dell'energia e audit energetici

#### Nome dell'articolo:

*già nel nome dell'articolo si marca una differenza tra le due direttive, infatti, in quella del 2012 l'obiettivo era quello di spingere le imprese verso una maggiore conoscenza dei propri consumi energetici, da perseguire attraverso la realizzazione di un audit energetico, nel 2023 si chiede un passo ulteriore, cioè, andare verso un pieno controllo e gestione dei consumi energetici attraverso l'implementazione di su un Sistema di Gestione dell'Energia (SGE).*

#### Comma 4. Gli Stati

membri garantiscono che *le imprese che non sono PMI* siano soggette a un audit energetico (...)

**Comma 6.** Le imprese che non sono PMI e che attuano un sistema di gestione dell'energia o ambientale — certificato da un organismo indipendente secondo le pertinenti norme europee o internazionali — sono esentate dai requisiti di cui al paragrafo 4 (...)

#### Comma 1. Gli Stati

membri provvedono affinché le imprese con un consumo annuo medio di energia superiore a 85 TJ nei tre anni precedenti, considerati tutti i vettori energetici, attuino un sistema di gestione dell'energia.

**Comma 2.** Gli Stati membri provvedono affinché le imprese con un consumo annuo medio di energia superiore a 10 TJ nei tre anni precedenti, considerati tutti i vettori energetici, che non attuano un sistema di gestione dell'energia siano oggetto di un audit energetico.

#### Soggetti Obbligati:

*in merito ai soggetti obbligati la nuova direttiva introduce una novità sostanziale, infatti, nella direttiva del 2012 l'obbligo è rivolto alle grandi imprese quindi basandosi su parametri dimensionali/finanziari, la nuova direttiva, invece, basa l'accento e quindi l'obbligo su parametri energetici, andando a individuare due categorie di imprese: quelle con consumi superiori agli 85 TJ, obbligate ad implementare un Sistema di Gestione dell'Energia e quelle con consumi compresi tra i 10 e gli 85 TJ obbligate ad effettuare un diagnosi energetica (a meno che non abbiano un SGE).*

### Segue Comma 2.

Le imprese interessate elaborano un piano d'azione concreto e fattibile sulla base delle raccomandazioni risultanti da tali audit energetici. Il piano d'azione individua misure per attuare ciascuna raccomandazione risultante dagli audit, laddove ciò sia fattibile dal punto di vista tecnico o economico. Il piano d'azione è trasmesso agli amministratori dell'impresa. Gli Stati membri provvedono affinché i piani d'azione e il tasso di attuazione delle raccomandazioni siano pubblicati nella relazione annuale dell'impresa e che siano resi pubblici conformemente al diritto dell'Unione e nazionale a tutela dei segreti commerciali e aziendali e della riservatezza.

### Ulteriori novità per i soggetti obbligati Comma 2:

*sempre nel comma 2 della nuova direttiva (soggetti obbligati all'audit energetico) viene introdotto l'obbligo di elaborare, contestualmente all'audit energetico, un piano di azione per l'implementazione delle opportunità di efficientamento energetico evidenziate dall'audit che dovrà essere inserito insieme al tasso di attuazione all'interno delle relazioni annuali dell'impresa.*

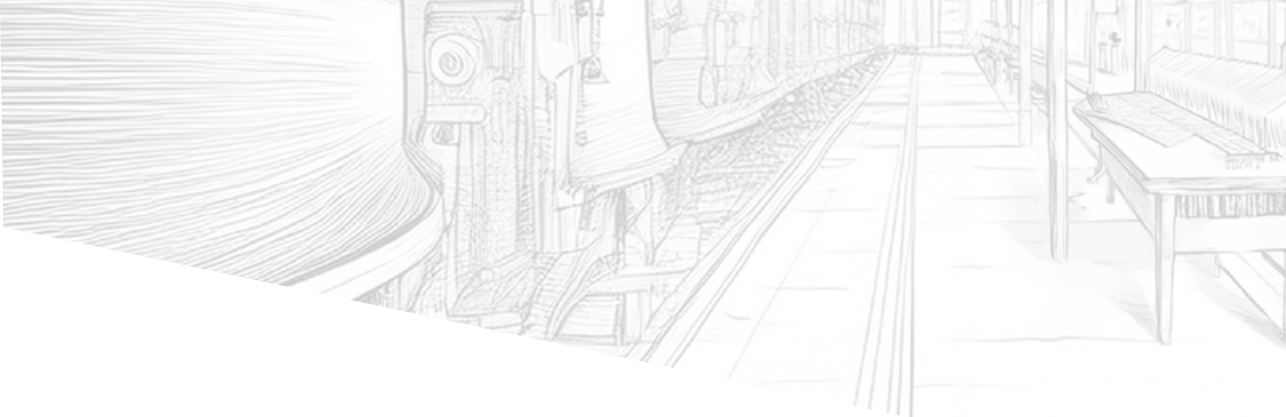
**Comma 4.** Gli Stati membri possono incoraggiare le imprese di cui ai paragrafi 1 e 2 a fornire, nella loro relazione annuale, informazioni relative al consumo annuo di energia in kWh, al volume annuo di acqua consumata, espresso in metri cubi, come anche un confronto del consumo di energia e acqua rispetto agli anni precedenti.

**Comma 10.** Le imprese che hanno sottoscritto un contratto di rendimento energetico sono esentate dagli obblighi stabiliti ai commi 1 e 2 del presente articolo a condizione che il contratto di rendimento energetico includa i necessari elementi del sistema di gestione dell'energia e che il contratto rispetti i requisiti fissati all'allegato XV della direttiva.**Comma 2.** Gli Stati membri provvedono affinché le imprese con un consumo annuo medio di energia superiore a 10 TJ nei tre anni precedenti, considerati tutti i vettori energetici, che non attuano un sistema di gestione dell'energia siano oggetto di un audit energetico.

### Raccomandazioni per gli stati membri e per i soggetti obbligati:

*tra le novità introdotte dalla direttiva vi è quella legata ad una maggiore sensibilizzazione, oltre che per i consumi energetici, verso i consumi di acqua, nonché l'esenzione dall'obbligo di diagnosi per tutte quelle imprese dotate di un contratto di rendimento energetico.*





# **IL SETTORE TESSILE IN ITALIA**

**2**

## 2. Il settore tessile in Italia

La filiera tessile italiana è uno dei settori più rappresentativi del *"Made in Italy"*, unendo tradizione, innovazione e creatività. È strutturata lungo un processo complesso che parte dalla produzione di fibre e filati, passa attraverso la lavorazione dei tessuti e si conclude con la realizzazione di capi di abbigliamento e accessori. Questa catena produttiva rende il settore un elemento cardine non solo dell'economia italiana ma anche della sua identità culturale.

Il tessile italiano si distingue per la qualità dei suoi materiali, l'artigianalità dei processi e la capacità di anticipare le tendenze della moda globale. Le aziende del settore, spesso piccole e medie imprese a conduzione familiare, sono distribuite in distretti industriali storici come quelli della Toscana, Lombardia, Veneto e Marche. Tuttavia, accanto a queste realtà artigianali, il tessile italiano ospita anche grandi marchi che dominano il panorama della moda di lusso.

La filiera tessile italiana si articola in diverse fasi, ognuna delle quali contribuisce in modo essenziale alla produzione e alla qualità dei prodotti finali. Nella parte iniziale della catena produttiva troviamo il segmento del tessile "a monte", che comprende la produzione delle materie prime come fibre naturali (cotone, lana, seta), fibre sintetiche e filati. Questi materiali vengono poi trasformati in tessuti, che rappresentano una delle eccellenze del settore, grazie all'attenzione ai dettagli e all'innovazione tecnologica che caratterizzano il processo produttivo. Proseguendo lungo la filiera, si arriva al tessile "a valle", dove avviene la lavorazione dei tessuti per la produzione di abbigliamento e accessori. Questa parte del settore è strettamente legata al mondo della moda e del design, in cui il *"Made in Italy"* si distingue per la creatività e il lusso. Un segmento emergente è quello del tessile tecnico, che si concentra su materiali innovativi per applicazioni industriali, mediche e sportive, confermando l'adattabilità del settore alle nuove richieste di mercato.

Questa suddivisione riflette non solo la varietà dei prodotti tessili italiani, ma anche la capacità delle imprese di coprire un ampio spettro di esigenze, dalla moda di alta gamma all'industria tecnologica, consolidando così il ruolo strategico del tessile nell'economia nazionale e internazionale.

Come riportato in *Tabella 2.1* i dati mostrano una panoramica della distribuzione e del ruolo delle imprese del Tessile-Abbigliamento nelle regioni italiane nel 2023. La Lombardia si conferma il cuore pulsante del settore, con il maggior numero di imprese (7.077), rappresentando il 17,7% del totale nazionale. Seguono altre regioni centrali per il settore, come la Toscana (8.029 imprese), che spicca per il suo peso significativo (20,1% del totale).

Regione	Tessile	Abbigliamento	Totale	% su imprese manifatturiere regionali	% su imprese T-A
<b>Abruzzo</b>	289	910	1.199	10,7	3
<b>Basilicata</b>	32	117	150	4,2	0,4
<b>Calabria</b>	145	398	543	4,9	1,4
<b>Campania</b>	594	3.650	4.245	10,8	10,6
<b>Emilia R.</b>	684	2.869	3.552	8,7	8,9
<b>Friuli V.G.</b>	119	233	352	4,1	0,9
<b>Lazio</b>	201	1.333	1.533	6,1	3,8
<b>Liguria</b>	106	372	478	5,1	1,2
<b>Lombardia</b>	2.361	4.716	7.077	8,2	17,7
<b>Marche</b>	276	1080	1356	7,8	3,4
<b>Molise</b>	24	106	130	6,4	0,3
<b>Piemonte</b>	797	1.443	2.241	6,5	5,6
<b>Puglia</b>	410	1.890	2.300	9,7	5,7
<b>Sardegna</b>	125	257	382	4	1
<b>Sicilia</b>	247	763	1.009	3,7	2,5
<b>Trentino A.A.</b>	90	220	310	4,3	0,8
<b>Toscana</b>	2.076	5.953	8.029	18,6	20,1
<b>Umbria</b>	165	855	1.021	14,1	2,6
<b>Valle d'Aosta</b>	7	26	34	4,6	0,1
<b>Veneto</b>	839	3.222	4.061	8,4	10,2
<b>Italia</b>	<b>9.586</b>	<b>30.416</b>	<b>40.002</b>	<b>8,8</b>	<b>100</b>

Tabella 2.1 - Presenza e ruolo delle industrie Tessili- Abbigliamento nelle regioni italiane (dati 2023, fonte: Ufficio Studi Economici Confindustria Moda).

Altre regioni come Veneto, Campania, e Piemonte mantengono un ruolo importante nel panorama nazionale, mentre regioni più piccole o con economie meno industrializzate, come Abruzzo, Molise, e Valle d'Aosta, hanno un peso più limitato.

Dal punto di vista dell'incidenza sulle imprese manifatturiere regionali, il Tessile-Abbigliamento gioca un ruolo chiave in regioni come la Toscana e l'Umbria, dove rappresenta una parte significativa del tessuto produttivo locale. Al contrario, in aree come la Sardegna e la Valle d'Aosta, il settore ha una presenza marginale.

Anno	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
<i>Fatturato (Mln €)</i>	54.069	54.972	55.946	44.713	53.032	62.491	63.709
<i>Var. % Fatturato</i>	-	1,7	1,8	-20,1	18,6	17,8	2
<i>Valore della Produzione (Mln €)</i>	35.142	35.008	34.501	26.738	32.038	36.538	36.980
<i>Var. % Valore della Produzione</i>	-	-0,4	-1,4	-22,5	19,8	14	1,2
<i>Esportazioni (Mln €)</i>	30.683	31.551	32.842	27.483	32.420	38.537	38.681
<i>Var. % Esportazioni</i>	-	2,8	4,1	-16,3	18,1	18,9	0,4
<i>Importazioni (Mln €)</i>	21.238	21.935	22.477	21.662	21.698	28.719	27.147
<i>Var. % Importazioni</i>	-	3,3	2,5	-3,6	0,2	32,4	-5,5
<i>Saldo commerciale (Mln €)</i>	9.446	9.616	10.366	5.822	10.722	9.818	11.533
<i>Var. % Saldo commerciale</i>	-	1,8	7,8	-43,8	84,2	-8,4	17,5
<i>Consumo apparente (Mln €)</i>	25.696	25.392	24.136	20.917	21.136	26.720	25.447
<i>Var. % Consumo apparente</i>	-	-1,2	-4,9	-13,3	1	26,4	-4,8
<i>Aziende (numero)</i>	46.073	45.558	44.688	43.878	42.986	41.380	40.002
<i>Var. % Aziende</i>	-	-1,1	-1,9	-1,8	-2	-3,7	-3,3
<i>Addetti (migliaia)</i>	400,1	398,1	393,7	378,6	370,8	372,6	381,4
<i>Var. % Addetti</i>	-	-0,5	-1,1	-3,8	-2,1	0,5	2,4
<i>Export/Fatturato (%)</i>	56,7	57,4	58,7	61,5	61,1	61,7	60,7
<i>Propensione all'import (%)</i>	47,6	48,4	49,3	55,7	51,3	54,5	52

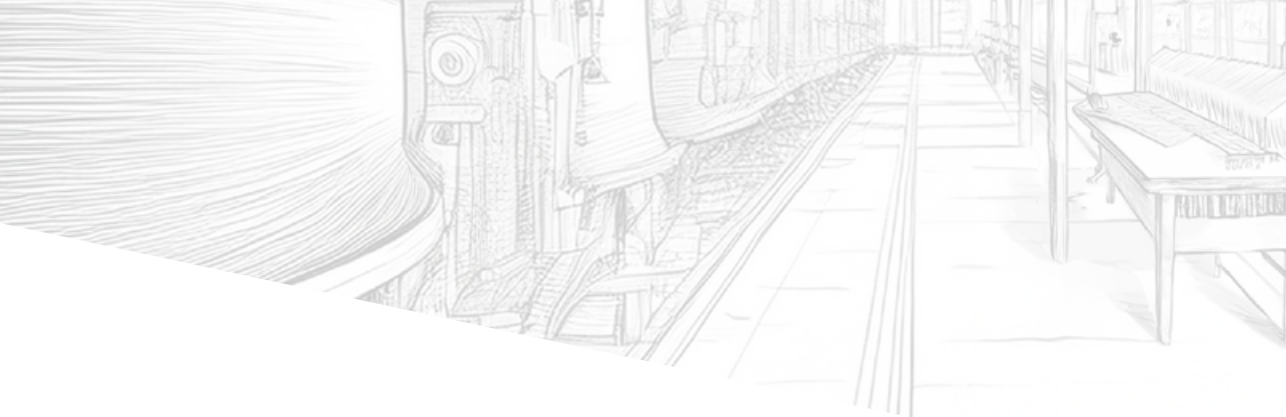
Tabella 2.2 - Industria Tessile – Abbigliamento (milioni di euro).

(Fonte: Ufficio Studi Economici Confindustria Moda).

Il settore Tessile-Abbigliamento italiano ha mostrato un'evoluzione significativa tra il 2017 e il 2023, come mostrato in *Tabella 2.2*, evidenziando sia la sua resilienza sia le sfide affrontate negli ultimi anni. Il fatturato è cresciuto in maniera costante, passando da 54 miliardi di euro nel 2017 a 63,7 miliardi di euro nel 2023. Tuttavia, l'impatto della pandemia nel 2020 è stato evidente, con un calo del fatturato del 20,1%. La ripresa, però, è stata forte e rapida, trainata soprattutto dalle esportazioni, che rappresentano un pilastro fondamentale per il settore. Nel 2022, il fatturato complessivo della filiera tessile e abbigliamento ha superato i 62 miliardi di euro, grazie anche a un'esportazione molto forte, che rappresenta quasi la metà del totale. Nel 2023, sebbene si sia verificato un rallentamento, il comparto è rimasto competitivo grazie alla sua capacità di innovazione. Gli esportatori italiani continuano a mantenere una presenza significativa in mercati come Europa, Stati Uniti e Cina, sebbene l'economia globale abbia creato alcune difficoltà.

Un elemento di grande attualità è la transizione verso la sostenibilità. Sempre più aziende stanno adottando pratiche come il riciclo dei materiali, l'uso di fibre biologiche e processi produttivi a basso impatto ambientale, riconoscendo l'importanza della sostenibilità per attrarre i consumatori moderni. Inoltre, l'innovazione tecnologica sta rivoluzionando il settore, con l'introduzione di tessuti intelligenti e applicazioni digitali per migliorare la produzione e la distribuzione.





# **LA DIAGNOSI ENERGETICA**

**3**

## 3. La diagnosi energetica

Entrando nel merito della realizzazione di una Diagnosi Energetica di qualità e ai contenuti minimi da soddisfare per redigere un rapporto di diagnosi conforme ai dettami del D.lgs. 102/2014 [33], con questo documento si vogliono fornire indicazioni utili alla definizione della struttura energetica maggiormente idonea ai fini dell'analisi energetica, della strategia di monitoraggio dei consumi e degli Indici di Prestazione Energetica di riferimento relativi alla struttura adottata (IPE).

### 3.1 Redazione del rapporto di diagnosi energetica

**Diagnosi Energetica o Audit energetico:** *procedura sistematica finalizzata a ottenere un'adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico di un edificio o gruppo di edifici, di una attività o impianto industriale o commerciale o di servizi pubblici o privati, a individuare e quantificare le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo costi-benefici e a riferire in merito ai risultati [35].*

Per la stesura di un rapporto di diagnosi energetica di qualità e conforme ai dettami legislativi è necessario seguire le indicazioni presenti:

- ▷ nell'allegato II del decreto legislativo 102/2014, aggiornato nel luglio 2020 dal D.Lgs. 73/2020 [33];
- ▷ nei chiarimenti del MISE [38];
- ▷ nella normativa tecnica, pacchetto UNI CEI EN 16247:2022 [47];
- ▷ nelle linee guida generali elaborate da ENEA [48];
- ▷ nelle linee guida settoriali pubblicate sul sito Efficienza Energetica dell'ENEA [49].

Come riportato nella norma tecnica UNI CEI EN 16247-1:2022, l'esecuzione di una diagnosi energetica può essere suddivisa nelle seguenti fasi (*Figura 3.1*):

- I. contatti preliminari;
- II. incontro di avvio;
- III. raccolta dati;
- IV. attività in campo;
- V. analisi dati ed individuazione delle opportunità di efficientamento energetico;
- VI. rapporto;
- VII. incontro finale.



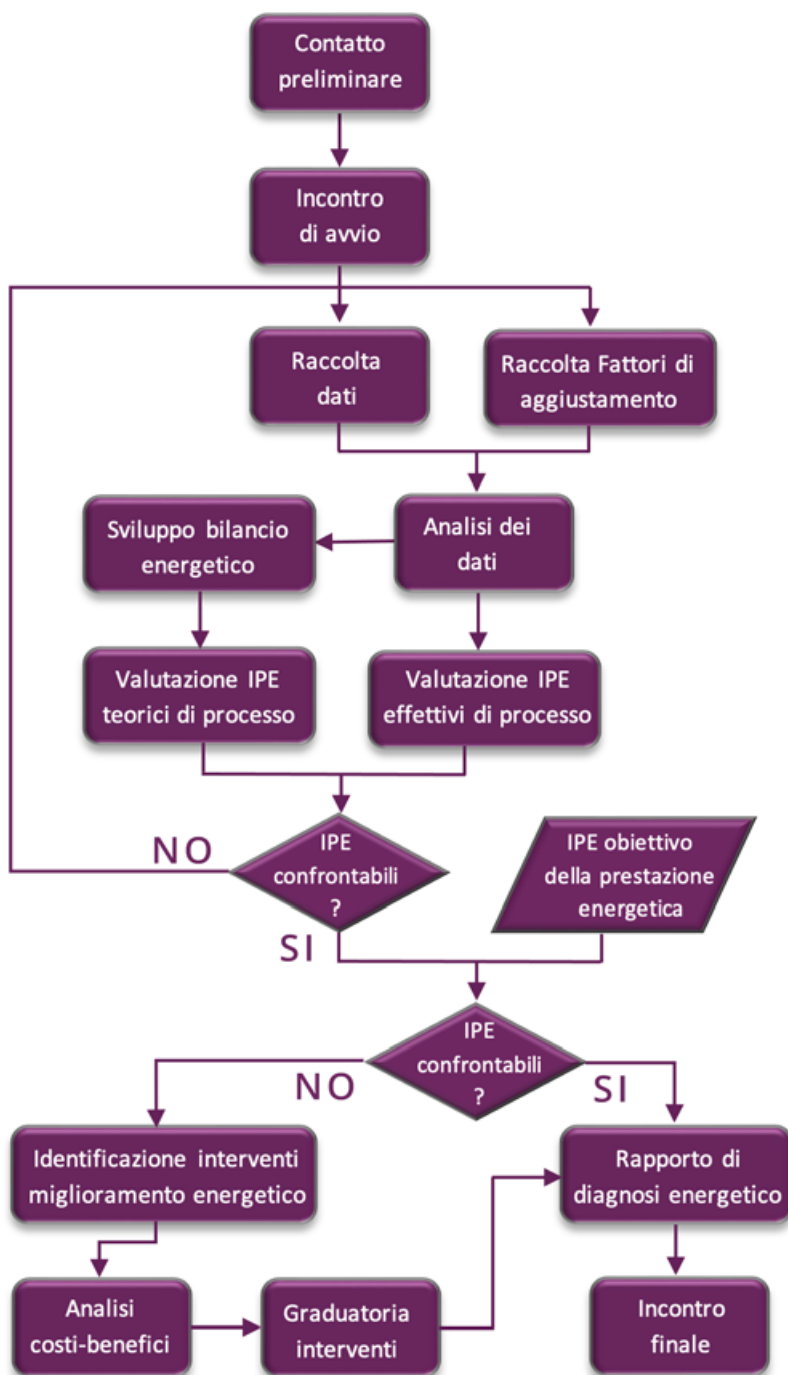


Figura 3.1 - Schema esecuzione diagnosi energetica secondo la UNI CEI EN 16247-1:2022.

**Nell'incontro di avvio** vengono informate tutte le parti interessate su obiettivi, scopo, confini e accuratezza della diagnosi energetica e concordate le disposizioni pratiche. Vengono pianificate le attività e nominate le persone dell'organizzazione che faranno da interfaccia all'auditor.

In fase di **raccolta dati** l'auditor, in cooperazione con l'organizzazione, deve raccogliere tutte le informazioni necessarie ed utili per comprendere il processo produttivo, le fonti di approvvigionamento energetico e di materie prime, le modalità di gestione del sito produttivo/impianto in termini energetici, economici e organizzazione del lavoro.

L'auditor energetico **deve ispezionare in campo l'oggetto della diagnosi**, valutarne gli usi energetici secondo le finalità, lo scopo ed accuratezza della diagnosi energetica, comprendere le modalità operative, i comportamenti degli utenti e il loro impatto sui consumi e l'efficienza energetica, formulare idee preliminari per le opportunità di miglioramento dell'efficienza energetica e redigere un elenco di aree e processi per i quali necessitino ulteriori dati quantitativi per successiva analisi. **Deve assicurarsi che le misure ed i rilievi siano effettuati in maniera conforme a quanto previsto dal D.Lgs 102/2014 [33], dai chiarimenti del MISE [38] e dalle linee guida ENEA generali [48] e settoriali [49], che siano affidabili e rappresentativi delle ordinarie condizioni di esercizio.**

In **fase di analisi** l'auditor deve determinare il **"livello di prestazione energetica"** corrente dell'oggetto sottoposto a diagnosi, il quale rappresenterà il riferimento per individuare e valutare **eventuali interventi di miglioramento energetico** e successivamente misurarne i benefici.

A conclusione dell'attività di analisi, l'auditor dovrà redire un rapporto di diagnosi, che dovrà comprendere almeno:

- a. le informazioni generali necessarie a caratterizzare ed individuare il sito produttivo con una descrizione delle attività e, lì dove presenti, dei principali processi produttivi;
- b. l'alberatura energetica del sito comprendente:
  - I. una **scomposizione dei consumi energetici** suddivisi per uso e fonte. Realizzata mediante sia l'ausilio dei **profili di carico o di consumo** (ad es. per l'energia elettrica **curve potenza/tempo**, per il gas **consumi mensili o giornalieri**) rappresentativi della realtà aziendale che attraverso l'utilizzo di dati misurati e tracciati o con sistemi di monitoraggio esistenti in sito o attraverso

- campagne di misura dedicate<sup>1</sup> [33], [38];
- II. i **flussi energetici** ed un **bilancio energetico** del sito sottoposto a diagnosi;
  - III. i **flussi di massa** (prodotti, semilavorati, materie prime) del sito sottoposto a diagnosi;
- c. le **correlazioni tra i consumi energetici e le relative destinazioni d'uso<sup>2</sup> (o energy use)** ed il successivo calcolo degli **Indicatori di Prestazione Energetica (IPE)** generali e specifici<sup>3</sup>[50] (vedi *capitolo 3.4*);
  - d. lì dove possibile, individuazione attraverso analisi di letteratura tecnica di indici di prestazione energetica di riferimento, e confronto di questi con gli IPE generali e specifici del sito produttivo. Nel caso non siano disponibili indici di letteratura di riferimento effettuare l'analisi con gli indici dello stabilimento relativi ad anni precedenti;
  - e. le **opportunità di miglioramento** dell'efficienza energetica scaturite dall'analisi delle prestazioni energetiche del sito e/o apparato analizzato (vedi *capitolo 3.6*). Queste dovranno essere valutate attraverso un'analisi tecnico economica che tenga conto sia dei risparmi energetici ed economici ottenibili, che dei costi necessari all'implementazione e gestione dell'intervento.

**Nell'incontro finale** l'auditor dovrà:

- I. consegnare il rapporto di diagnosi energetica;
- II. presentare i risultati della diagnosi energetica in maniera da agevolare il processo decisionale dell'organizzazione;
- III. essere in grado di spiegare i risultati.

---

1 Nel caso di utilizzo di dati provenienti da campagne di misura, è necessario prevedere un periodo di monitoraggio coerente con il sistema/apparato per cui viene svolta la misurazione (vedi *capitolo 3.5*).

2 Per destinazione d'uso o *Energy Use* si intende, secondo la norma UNI CEI EN 16247-1 [47] e UNI EN ISO 50001:2022 [51] il parametro quantificabile in grado di influenzare il consumo energetico (ad esempio: tonnellate prodotte, superficie utile, gradi giorno [53], etc..).

3 L'IPE assume solitamente la forma di un consumo specifico, avendo come denominatore la destinazione d'uso (o *energy use*) e come numeratore il consumo di energia.

## 3.2 Alberatura dei consumi energetici

Per l'analisi e la rendicontazione dei consumi energetici è necessario attenersi alla suddivisione sia per differenti vettori energetici che per differenti aree funzionali e processi e/o servizi, come illustrato nelle Linee Guida ENEA [48].

Inizialmente è necessario definire e distinguere le due entità "Sito produttivo" e "Stabilimento" (Figura 3.2). Per **Sito produttivo** si intende una "località geograficamente definita in cui viene prodotto un bene e/o fornito un servizio, entro la quale l'uso dell'energia è sotto il controllo dell'impresa" [38; 40].

All'interno del Sito produttivo è possibile definire, ai fini della diagnosi energetica, lo **Stabilimento** come l'"Area del sito produttivo all'interno della quale l'energia viene utilizzata/consumata al fine di produrre e/o trasformare beni e/o servizi". In alcuni casi può accadere che le due entità coincidano.

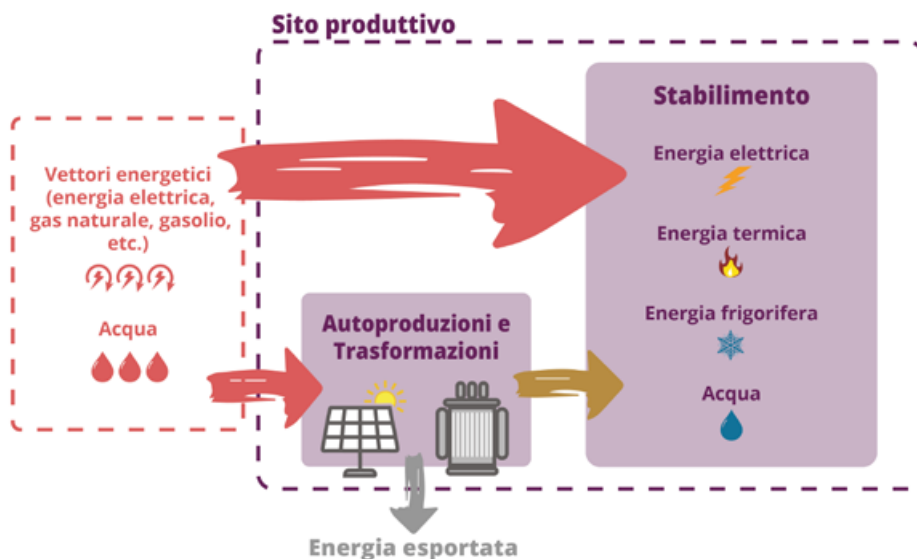


Figura 3.2 – Rappresentazione grafica del Sito produttivo.

Per la caratterizzazione del sito produttivo e per l'analisi dei consumi energetici è opportuno che si tenga conto anche delle informazioni sia generali che specifiche relative all'oggetto della diagnosi energetica. Nella Figura 3.3 è riportata la schematizzazione generale con i livelli di approfondimento dell'alberatura energetica del sito produttivo, dove sono riportate:

- ▷ indicazioni di carattere generale (necessarie per l'individuazione e la localizzazione del sito);

- ▷ **indicazioni sui vettori energetici e di carattere tipologico** (necessarie per l'individuazione degli Indici di Prestazione Energetica IPE) – Livello LA ed LA.1;
- ▷ **indicazioni sui consumi energetici del sito** (strutturati in livelli di approfondimento dal più generale al più dettagliato) – Livelli da LB a LE;
- ▷ **indicazioni sui flussi di massa del sito** (strutturati in livelli di approfondimento dal più generale al più dettagliato) – Livelli da LB a LE.

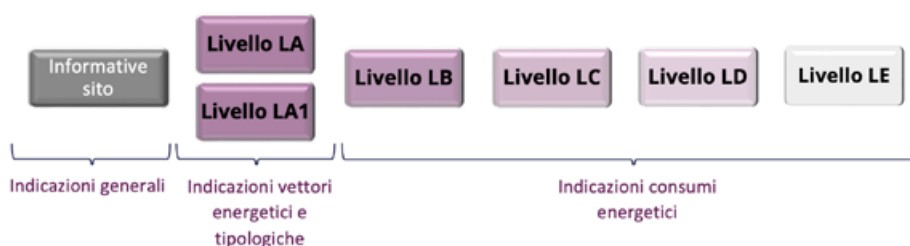


Figura 3.3 – Schematizzazione della struttura energetica.

Nella sezione **Informativo sito**, vanno riportate le informazioni necessarie all'individuazione del sito e dello specifico settore merceologico di riferimento (ragione sociale, partita IVA, indirizzo, codice ATECO, anno riferimento diagnosi energetica).

Nel **Livello LA**, vanno riportati:

- Tutti gli approvvigionamenti energetici del sito produttivo, prestando anche attenzione alla natura del contratto di acquisto (energia certificata "Green", contratti di tipo "Power Purchase Agreement – PPA"), l'impiego di fonti rinnovabili di energia, indicando le quantità prodotte ed autoconsumate di rinnovabile elettrico e termico, gli approvvigionamenti energetici del sito produttivo per l'autotrazione ed anche le quantità di acqua utilizzata.
- I flussi di massa legati alla produzione del sito, in tonnellate, quali: tipologia e quantità di materie prime utilizzate, produzione totale (lì dove possibile suddivisa per tipologia di prodotto), variazione delle scorte in magazzino.
- Eventuali informazioni tipologiche e dimensionali del sito produttivo (es. superfici, volumi, etc.).

- Nel **Livello LA.1** devono essere riportate le indicazioni relative alle trasformazioni di energia all'interno del sito produttivo. In particolare, debbono essere individuati e contabilizzati sia i vettori energetici in ingresso al generico impianto di trasformazione (cogeneratore, generatore di vapore, impianto frigorifero, etc..) che quelli in uscita; per questi ultimi deve essere specificata la quota complessiva prodotta, quella autoconsumata nello stabilimento e quella eventualmente esportata. Ad esempio, nel caso della cogenerazione deve essere quantificato il gas naturale in ingresso, il calore e l'energia elettrica prodotta e consumata all'interno dello stabilimento e quanta eventualmente ceduta alla rete.

Nel **Livello B** (Stabilimento) vengono riportati e quantificati i vettori energetici effettivamente consumati all'interno dello stabilimento. Si differenzia dal livello A nel caso in cui vi siano sistemi di autoproduzione o trasformazione o cessioni dell'energia (es. cogenerazione).

Per il **Settore Industriale**, come richiamato all'interno sia dei chiarimenti del MISE del novembre 2016 [38], che delle linee guida generali ENEA [48], dal Livello LB (Stabilimento) la struttura energetica deve essere suddivisa nelle tre Aree Funzionali di riferimento (*Figura 3.4 e 3.5*):

- ▷ **Attività Principali:** attività che caratterizzano il processo produttivo dell'impresa e portano alla produzione del prodotto finito. Per un'attività industriale si tratta dei reparti o lavorazioni principali (Livello D) o lavorazioni specifiche del reparto (Livello LE), ciascuno con le proprie linee di utenza.
- ▷ **Servizi Ausiliari:** servizi che non concorrono in maniera diretta alla produzione di prodotto finito, ma sono a servizio delle Attività Principali (es.: aria compressa, impianti di raffreddamento e sistemi di movimentazione materiale).
- ▷ **Servizi Generali:** servizi non legati alle Attività Principali e che si svolgono in maniera indipendente dalle stesse; sono essenzialmente a servizio dello stabilimento e destinati a garantire le necessarie condizioni di benessere ambientale (es.: illuminazione, climatizzazione locali, etc.).

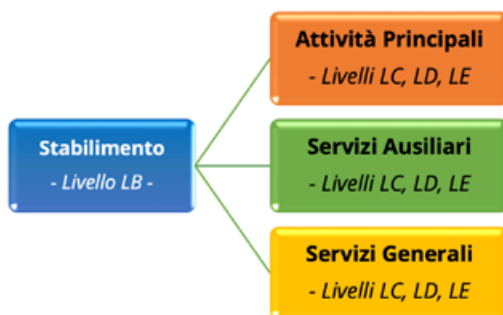


Figura 3.4 - Aree Funzionali individuate ai fini della ripartizione dei consumi energetici di stabilimento.

La struttura energetica così definita (Figura 3.5) permette di caratterizzare e rendicontare con un livello di dettaglio crescente sia i flussi energetici che di massa all'interno dello stabilimento e quindi di individuare i relativi Indici di Prestazione Energetica (IPE).

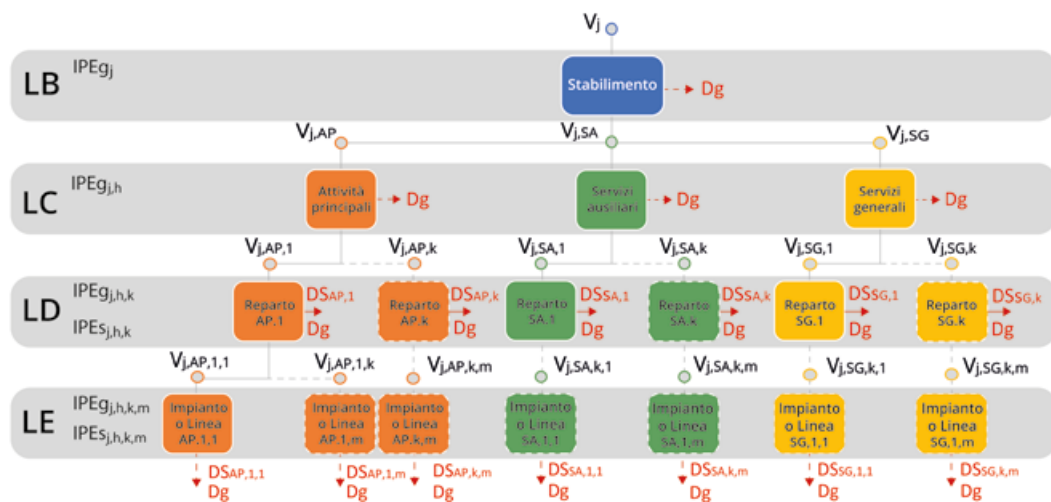


Figura 3.5 - Struttura energetica stabilimento.

In particolare:

- ▷ a Livello LC devono essere riportati i consumi dei singoli vettori energetici suddivisi per Aree Funzionali;
- ▷ a Livello LD devono essere riportati, per ciascun vettore energetico e per Area Funzionale, sia i consumi energetici che gli eventuali output prodotti dei reparti o macro-processi;

- ▷ nell'eventuale Livello LE devono essere riportati, per ciascun vettore energetico e per Area Funzionale e per reparto o macro-processo, i consumi ed i prodotti dell'eventuale sottoprocesso o apparato specifico. Questo livello di dettaglio non è necessariamente richiesto, ma può fornire utili informazioni in reparti composti da più tipologie di operazioni o macchine operatrici. Solitamente questo livello di dettaglio è applicabile principalmente alle Attività Principali.

### 3.3 Struttura energetica

Nel presente capitolo viene suggerita, in accordo ai criteri proposti nei documenti di chiarimento pubblicati sia da ENEA che dal Ministero dello Sviluppo Economico [38; 48], la struttura energetica di un generico stabilimento produttivo.

In particolare, vengono suggerite le principali aree di consumo all'interno di ciascuna Area Funzionale.

La descrizione e suddivisione qui rappresentata non è esaustiva, e dovrà essere cura dell'EGE o del Responsabile della Diagnosi Energetica (ReDE), individuare e posizionare correttamente, all'interno delle Aree Funzionali, i reparti/processi/ servizi con i relativi consumi e **destinazioni d'uso o Energy Use**<sup>4</sup>.

#### 3.3.1 Attività Principali

Le Attività Principali sono le attività che caratterizzano il processo produttivo dell'impresa e portano alla produzione del prodotto finito.

Le lavorazioni svolte in un sito dell'industria tessile possono essere molto eterogenee per la varietà sia delle materie prime utilizzate (fibre animali, fibre vegetali, fibre sintetiche etc) che dei prodotti finali. Tuttavia, è possibile identificare i principali processi che, sebbene con peculiarità dettate dal ciclo produttivo a cui si associano, presentano caratteristiche specifiche da un punto di vista dei consumi energetici.

Le Attività Principali in un'industria del settore tessile possono essere raggruppate in 3 macro sotto-attività (Livello D dell'alberatura):

---

4 Parametro Quantificabile in grado di influenzare il consumo energetico (UNI CEI EN 16247-1:2022 [47] e UNI EN ISO 50001:2018 [51]). Ad esempio: tonnellate prodotte, superficie utile, gradi giorno, etc.



- ▷ produzione di filato;
- ▷ produzione di tessuto;
- ▷ finissaggio.

Di seguito sono elencate le Attività Principali che caratterizzano i possibili processi svolti nelle tre macro aree:

Attività Principali	Descrizione
<p><b>Produzione di filato</b></p>	<p>Include le operazioni preparatorie e la filatura delle fibre tessili con l'obiettivo di ottenere un filato. Il trattamento può riguardare diverse materie prime, come seta, lana, altre fibre animali, vegetali o artificiali, sintetiche.</p> <p>I consumi attribuibili a questa attività sono quelli associati a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ preparazione delle fibre (apriballe, cardatrici, etc);</li> <li>▷ filatura;</li> <li>▷ roccatura;</li> <li>▷ vaporizzazione, finissaggio, umidificazione e spalmatura del filato;</li> <li>▷ testurizzazione, <i>bulking</i> e aggraffatura;</li> <li>▷ binatura e ritorcitura.</li> </ul>
<p><b>Produzione di tessuto</b></p>	<p>Include i diversi processi di produzione di tessuti a partire dal filato attraverso l'utilizzo di macchinari e tecnologie avanzate.</p> <p>I consumi attribuibili a questa attività sono quelli associati a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ fasi di preparazione alla tessitura ( stiratura, aprettatura, tintura dell'ordito, etc);</li> <li>▷ tessitura;</li> <li>▷ fasi di preparazione per maglieria;</li> <li>▷ maglieria.</li> </ul>
<p><b>Finissaggio</b></p>	<p>Include tutti quei trattamenti che servono a conferire al tessuto le proprietà desiderate per l'uso finale. Queste possono includere proprietà relative all'effetto visivo, alla vestibilità e a caratteristiche speciali.</p> <p>I consumi attribuibili a questa attività sono quelli associati a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ pretrattamento (candeggio, lavaggio, etc);</li> <li>▷ bruciapelo;</li> <li>▷ tintura;</li> <li>▷ estrazione acqua ed essiccazione;</li> <li>▷ stampa;</li> <li>▷ altri trattamenti di finissaggio (rammendatura, calandratura, etc);</li> <li>▷ confezionamento.</li> </ul>

Tabella 3.1- Descrizione delle Attività Principali caratteristiche dell'industria tessile.

Nei diagrammi seguenti sono inoltre riportati nel dettaglio i possibili sottoprocessi (fino al livello LE) relativi alle attività di produzione di filato, produzione di tessuto e finissaggio.

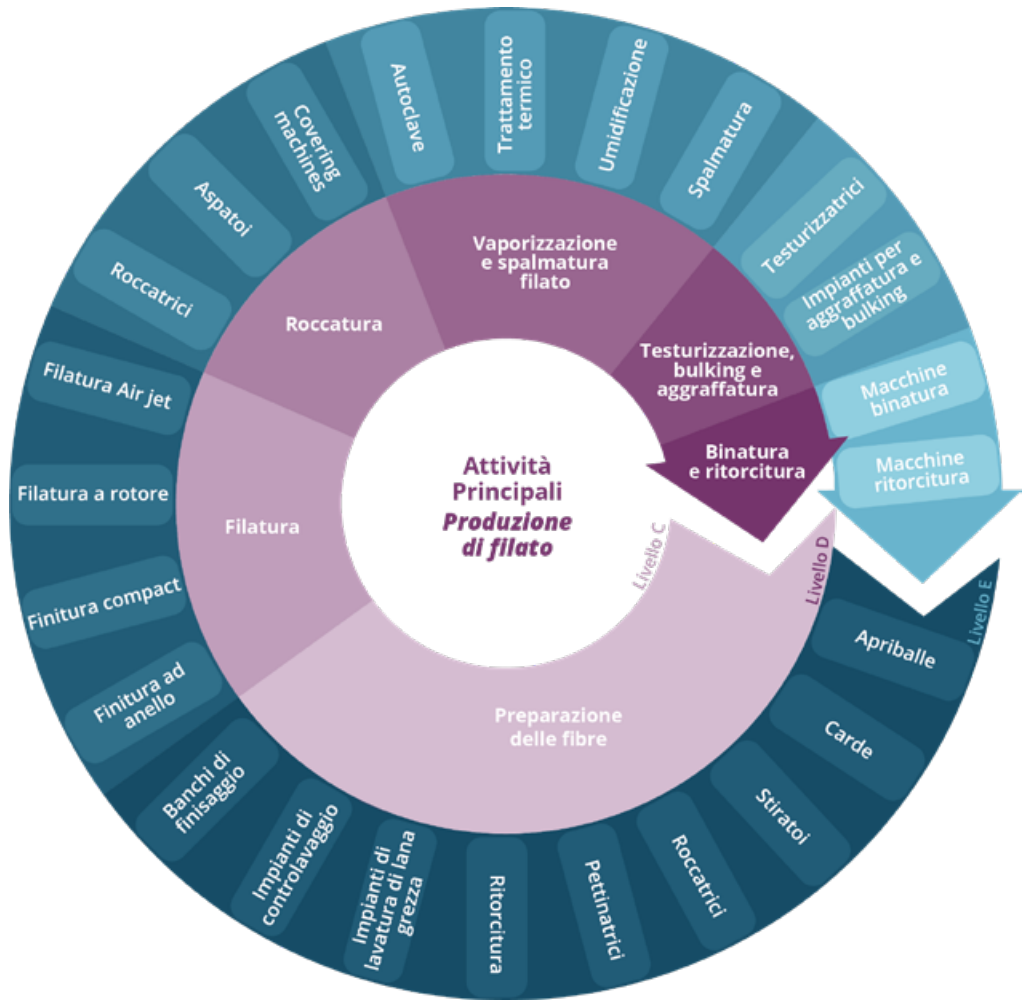


Figura 3.6 - Schema della ripartizione dei sottoprocessi delle Attività Principali relativi alla produzione di filato.

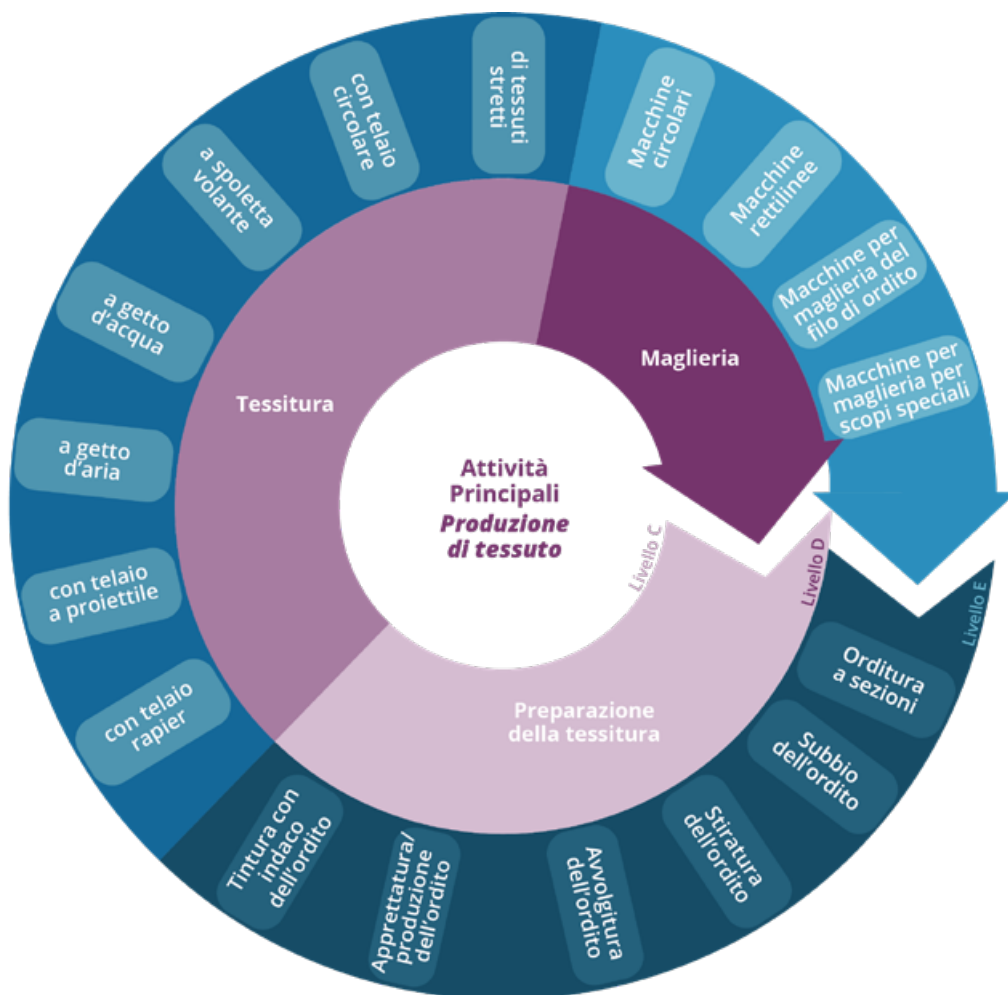


Figura 3.7 - Schema della ripartizione dei sottoprocessi relativi alla produzione di tessuto.

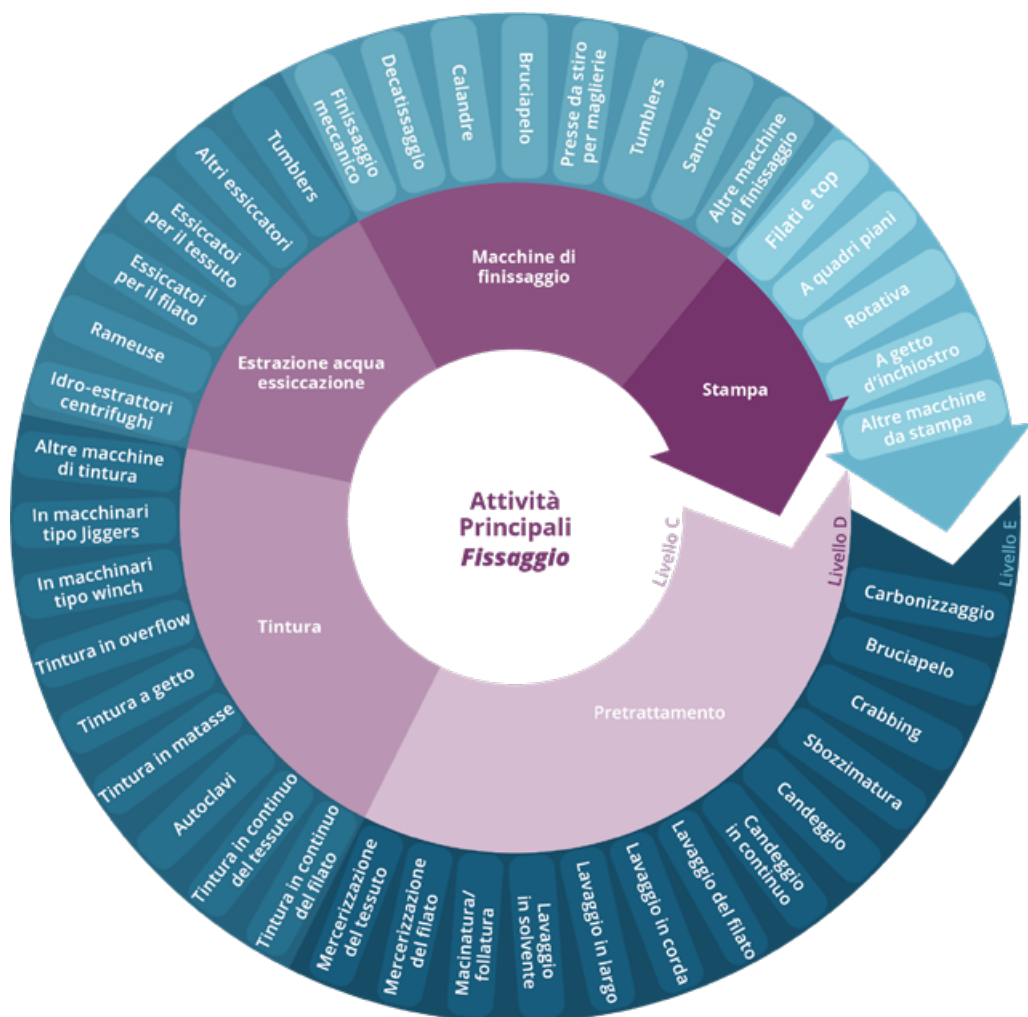


Figura 3.8 - Schema della ripartizione dei sottoprocessi relativi al finissaggio.

### 3.3.2 Servizi Ausiliari

I Servizi Ausiliari sono le attività, di tipo trasversale, che non concorrono in maniera diretta alla produzione ma sono a servizio delle attività principali.

In particolare, in un sito produttivo del settore tessile è possibile trovare i seguenti reparti/aree:

- ▷ produzione di aria compressa;

- ▷ sistemi di aspirazione;
- ▷ depurazione e trattamento acqua;
- ▷ pompaggi;
- ▷ sistemi di movimentazione (carrelli etc);
- ▷ centrale termica.

Nella tabella seguente viene riportata la descrizione dei singoli Servizi Ausiliari che caratterizzano l'industria tessile.

Servizi Ausiliari	Descrizione
<p><b>Produzione di aria compressa</b></p>	<p>L'aria compressa nell'ambito dell'industria tessile è utilizzata in diversi macchinari e processi che vanno dalla filatura alla tessitura, fino al trattamento finale dei tessuti.</p> <p>Alcune dei principali utilizzi dell'aria compressa nell'industria tessile includono:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Filatura: l'aria compressa consente il controllo di processi come la stesura, la torsione e la roccatura, garantendo una produzione di filato di alta qualità.</li> <li>▷ Tessitura: i compressori alimentano i dispositivi a getto d'aria e a pinze, facilitando una tessitura precisa ed efficiente.</li> <li>▷ Stampa e tintura: aria compressa per il funzionamento delle macchine di tintura e delle apparecchiature di stampa.</li> <li>▷ Pulizia e asciugatura: per il soffiaggio di aria necessaria per la pulizia di fibre, tessuti e superfici dei macchinari, e per l'asciugatura dei prodotti finiti.</li> </ul> <p>I consumi attribuibili a questa attività sono quelli della sala compressori.</p>
<p><b>Sistemi di aspirazione</b></p>	<p>Gli impianti di aspirazione sono finalizzati alla captazione ed al convogliamento, all'esterno dell'ambiente di lavoro, delle polveri e dei vapori che si originano dalle fasi del processo quali ad esempio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ polveri grossolane prodotte in corrispondenza delle sezioni di svolgimento e spazzolatura del tessuto;</li> <li>▷ polveri prodotte durante le fasi meccaniche di cardatura e pettinatura;</li> <li>▷ polveri e vapori prodotti durante la fase di tintura o altri trattamenti di finissaggio.</li> </ul> <p>I consumi attribuibili a questa attività sono quelli associati ai sistemi di aspirazione e depurazione delle emissioni (polveri e/o vapori).</p>

Servizi Ausiliari	Descrizione
Depurazione e trattamento acqua	L'acqua viene utilizzata durante l'intero ciclo produttivo, soprattutto sottoforma di vapore. Si utilizza ad esempio per il lavaggio della materia prima e del tessuto e raccoglie coloranti e altre sostanze per cui è necessario il trattamento delle acque reflue che può essere effettuato ricorrendo a diverse tecnologie. I consumi attribuibili a questa attività sono quelli associati ai sistemi di depurazione e trattamento dell'acqua presenti sul sito.
Pompaggi	I consumi attribuibili a questa attività sono quelli associati ai sistemi di pompaggio dell'acqua nelle diverse fasi del processo.
Sistemi di movimentazione	I consumi attribuibili a questa attività saranno quelli associati all'uso di: <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ carrelli elevatori, macchine operatrici varie;</li> <li>▷ mezzi di sollevamento (gru a ponte, paranchi).</li> </ul>

*Tabella 3.2- Descrizione dei Servizi Ausiliari e caratteristiche dell'industria tessile.*

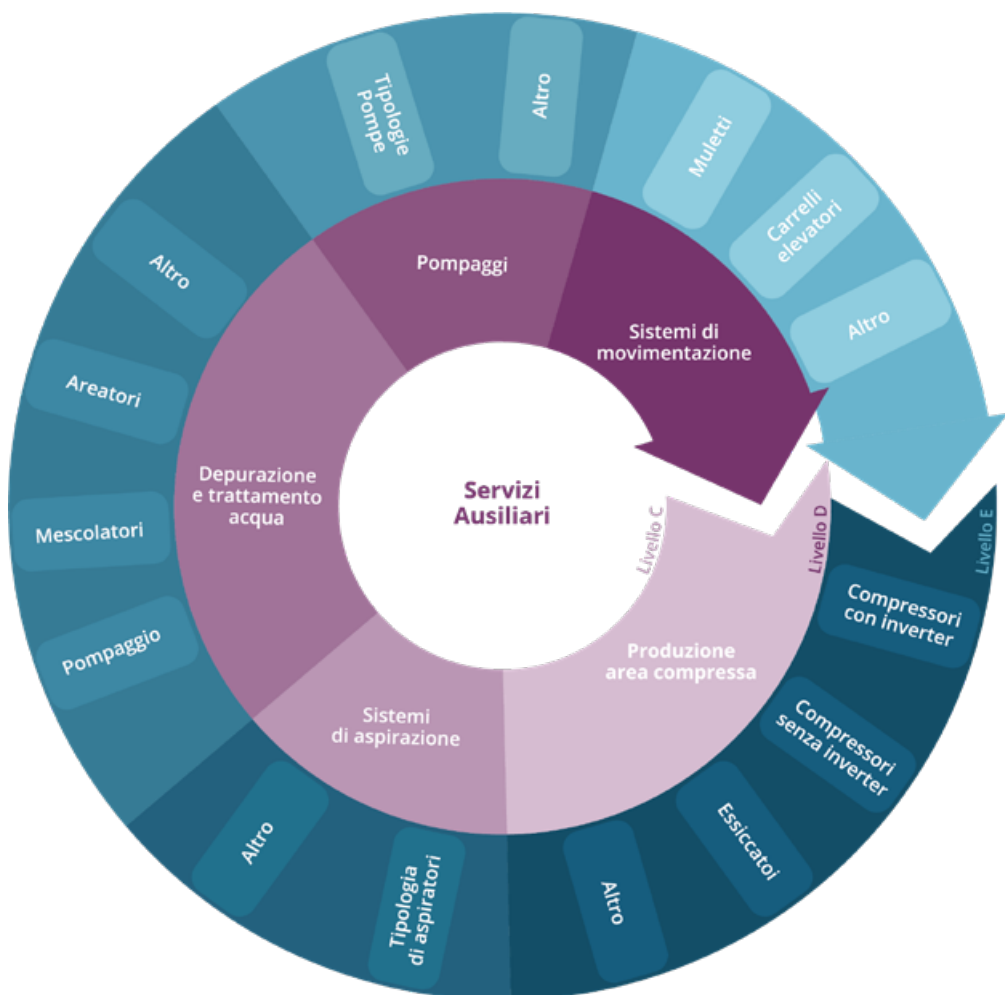


Figura 3.9 - Schema della ripartizione dei Servizi Ausiliari tra Aree Funzionali omogenee.

### 3.3.3 Servizi Generali

I Servizi Generali sono rappresentati principalmente dagli impianti di Condizionamento estivo e invernale degli ambienti di lavoro e uffici e dai sistemi di Illuminazione. I consumi relativi sono, per i siti relativi all'industria tessile, in percentuali poco rilevanti rispetto ai consumi delle altre due Aree Funzionali.

Nella *Tabella 3.3* viene riportata la descrizione dei singoli Servizi Generali nell'industria tessile.

Servizi Generali	Descrizione
Illuminazione	I consumi attribuibili a questa attività sono quelli delle apparecchiature di illuminazione degli ambienti di lavoro e degli uffici ed eventualmente delle aree esterne. Le differenti tipologie di illuminazione, suddivise per orari di utilizzo e tipologia di apparati illuminanti possono essere maggiormente dettagliati a Livello LE.
Condizionamento ambienti di lavoro e uffici	I consumi attribuibili a questa attività sono quelli degli impianti di condizionamento ambientale estivo e invernale. Il condizionamento invernale, oltre che tramite pompe di calore, può essere effettuato anche tramite caldaie a gas naturale o altro combustibile (gasolio, GPL, ecc). I consumi afferenti ai differenti sistemi di climatizzazione o aree climatizzate possono essere maggiormente dettagliati a Livello LE.
Altro	I consumi attribuibili a questa attività sono quelli associati alle apparecchiature degli uffici (computer, stampanti, ecc), oltre che dei distributori automatici o altro.

Tabella 3.3- Descrizione dei Servizi Generali caratteristici dell'industria tessile.

### 3.4 Indicatori di prestazione energetica

Uno dei punti chiave nella valutazione delle prestazioni energetiche di un sito, di un processo, etc. è il **confronto delle sue prestazioni con quelle di impianti/processi simili** (*benchmarking*). Questa fase di confronto però non può prescindere da una chiara standardizzazione delle caratteristiche del processo che permetta confronti omogenei con, ad esempio, Indici di Prestazione Energetica presenti in letteratura, o anche più semplicemente confronti con impianti simili di proprietà della stessa azienda o di altre aziende che effettuano gli stessi processi.

La metodologia di *benchmarking* dell'efficienza energetica è definita nella norma UNI CEI EN 16231:2012 [52], che ne definisce i requisiti e ne fornisce raccomandazioni. La norma prevede la definizione di dati chiave e di indicatori del consumo energetico.

Il *benchmarking* del consumo energetico, sia interno (tramite analisi dello storico/*trend*) che esterno (confronto con altre imprese del settore), è un potente strumento per la valutazione delle prestazioni ed il miglioramento dell'efficienza energetica tramite l'analisi delle tendenze del consumo energetico, dei costi dell'energia e del consumo energetico specifico.



Tra gli strumenti maggiormente utilizzati per il *benchmarking* prestazionale troviamo gli *Energy Performance Indicators* (EnPI) o **Indici di Prestazione Energetica (IPE)**.

Lo scopo di definire gli indici di prestazione energetica è quello di individuare valori di riferimento tali da permettere alle aziende di pianificare in modo appropriato la propria politica energetica, in linea con i dettami previsti dalla normativa di riferimento e successivi chiarimenti [33; 38]. Tali valori possono essere relativi all'intero sito produttivo, allo stabilimento (livello LB), all'Area Funzionale (Livello LC), a una area/reparto aziendale o a singoli fasi del processo produttivo (centri di consumo). L'IPE assume solitamente la forma di un consumo specifico, avendo come denominatore la destinazione d'uso (o *energy use*) e come numeratore il consumo di energia:

$$IPE \left[ \frac{\text{u. m. energia}}{\text{u. m. destinazione d'uso}} \right] = \frac{\text{Consumo [u. m. (es.: kWh, Mj, tep)]}}{\text{Destinazione d'uso [u. m. (es.: t, kg, m}^2\text{, etc)]}}$$

Dove, per destinazione d'uso o *Energy Use* si intende, secondo la norma UNI CEI EN 16247-1:2022 [47] e UNI EN ISO 50001:2018 [51], il parametro quantificabile in grado di influenzare il consumo energetico (ad esempio: tonnellate prodotte, superficie utile, gradi giorno [53], etc.).

Il benchmarking delle prestazioni energetiche consente di:

- ▷ valutare le tendenze dei consumi energetici (fissi e variabili) rispetto ai livelli di produzione o servizio;
- ▷ confrontare le prestazioni energetiche del settore rispetto a vari livelli di produzione o servizi;
- ▷ identificare le buone pratiche di settore;
- ▷ quantificare in maniera oggettiva eventuali margini disponibili per la riduzione dei costi energetici.

Inoltre, esso costituisce la base per impostare il piano di monitoraggio e gli obiettivi energetici da raggiungere.

Sulla base di quanto esposto l'individuazione e l'analisi degli IPE deve essere coerente con la struttura energetica del sito analizzato.

Solitamente è possibile definire due categorie di IPE:

- I. **Indicatori di Prestazione Energetica di tipo generale (IPE<sub>g</sub>)** che normalizzano i consumi di sito relativamente ai consumi complessivi, ai singoli vettori e alle Aree Funzionali rispetto alla destinazione d'uso di riferimento.

II. **Indicatori di Prestazione Energetica di tipo specifico (IPE<sub>s</sub>)** che normalizzano i consumi di aree/reparto aziendali o a singoli fasi del processo produttivo (centri di consumo) rispetto alla destinazione d'uso associata. Ad esempio:

- per un reparto di produzione di filato il consumo energetico andrebbe correlato o con i metri di filato o con le tonnellate di materia prima lavorata;
- per una centrale per la produzione di aria compressa sarebbe opportuno correlare il consumo energetico alla quantità di aria compressa prodotta;
- per l'illuminazione dei locali sarebbe opportuno correlare il consumo energetico alla superficie dei locali illuminati.

È importante sottolineare che resta alla professionalità del REDE e alla conoscenza dettagliata dell'*Energy Manager* di sito (qualora presente), la valutazione libera anche di ulteriori destinazioni d'uso a cui riferire i consumi energetici.

Lo scopo di definire degli IPE è quello di individuare valori di riferimento tali da permettere alle imprese di pianificare in modo appropriato la propria politica energetica ed i propri investimenti in efficienza energetica.

L'impresa può supportare le proprie decisioni in ambito energetico utilizzando:

- ▷ *benchmark* interni: mirati a valutare l'andamento delle proprie prestazioni energetiche rispetto ad un periodo di riferimento;
- ▷ *benchmark* esterni: mirati a verificare le proprie prestazioni energetiche rispetto alla media di mercato.

I siti del settore tessile sono siti in cui molteplici macchinari, a volte con caratteristiche tecnologiche differenti tra loro, effettuano lo stesso processo.

Nella *Tabella 3.4* sono riassunte, per i siti dell'industria tessile, le destinazioni d'uso specifiche definibili per ciascuna delle aree funzionali (Livello LD).

Attività Principali		
Processo	Destinazione d'uso o Energy Use	Unità di misura
Preparazione delle fibre	Materia prima lavorata	Tonnellate [t]
Filatura	Filato	Tonnellate [t]
		Metri [m]
Roccatura	Filato	Tonnellate [t]
		Metri [m]
Torcitura	Filato	Tonnellate [t]
		Metri [m]
Altre operazioni di filatura	Filato	Metri [m]
		Tonnellate [t]
Tessitura	Tessuto prodotto	Tonnellate [t]
		Metri quadri [m <sup>2</sup> ]
Tintura/Stampa	Produzione Netta	Tonnellate[t]
Finissaggio	Produzione Netta	Tonnellate[t]
Lavaggio	Produzione Netta	Tonnellate[t]
Asciugatura	Produzione Netta	Tonnellate[t]
Servizi Ausiliari		
Processo	Destinazione d'uso o Energy Use	Unità di misura
Produzione e distribuzione Aria Compressa	Aria prodotta	Normal Metri cubi [Nm <sup>3</sup> ]
Impianti di pompaggio	Acqua pompata	Metri cubi [m <sup>3</sup> ]
Trattamento acque	Acqua trattata	Metri cubi [m <sup>3</sup> ]
Sistemi di aspirazione	Portata di aria aspirata x ore di funzionamento	Nm <sup>3</sup>
Centrale termica	Energia Termica	Energia termica[kWh]
Movimentazione e trasporti interni	Produzione netta	Tonnellate [t]

Servizi Generali		
Processo	Destinazione d'uso o Energy Use	Unità di misura
Illuminazione	Flusso luminoso	Lumen [lm]
	Superficie	Metri quadri [m <sup>2</sup> ]
Condizionamento invernale ed estivo di ambienti di lavoro e uffici	Gradi Giorno	Gradi centigradi [°C]
Altro (uffici, computer etc)	Superficie	Metri quadri [m <sup>2</sup> ]
	Postazioni pc	Numero [-] o Potenza [kW]
	Altro	u.m.

Tabella 3.4 – Destinazioni d'uso specifiche per ciascuna delle aree funzionali a Livello LD per i siti dell'industria tessile.

## 3.5 Piano di monitoraggio dei consumi energetici

Secondo quanto prescritto dall'Art. 8 del D.lgs. 102/2014 [33], la Diagnosi Energetica deve essere eseguita in conformità ai "Criteri Minimi" contenuti nell'Allegato II al citato decreto, il quale stabilisce che la Diagnosi Energetica deve essere "basata su dati operativi relativi al consumo di energia aggiornati, misurati e tracciabili".

Il Ministero dello Sviluppo Economico ha, successivamente, chiarito (Allegato II ai "Chiarimenti del novembre 2016" [38]) che, ai fini della conformità della Diagnosi Energetica, non è necessario misurare tutti i consumi energetici ma è possibile definire ed implementare un "Piano di Monitoraggio" che includa quelli associati alle aree funzionali, opportunamente identificate, che contribuiscono in maniera significativa al Consumo complessivo dello Stabilimento. In questo capitolo verranno descritte le procedure per implementare un piano di monitoraggio dei consumi energetici, in riferimento al settore tessile.

### 3.5.1 Modalità di misurazione

Di seguito è riportato, integralmente, il testo del paragrafo 7.5 della pubblicazione "La Diagnosi Energetiche ai sensi dell'art 8 del D.Lgs. 102/2014 e s.m.i - Linee Guida e Manuale Operativo - La Clusterizzazione dei siti, il rapporto di diagnosi ed il piano di monitoraggio", ENEA, 2021 [48].

Le misure potranno essere effettuate adottando le seguenti metodologie:

- ▷ **Campagne di misura:** la durata della campagna di misura dovrà essere scelta in modo rappresentativo (in termini di significatività, riproducibilità e validità temporale) rispetto alla tipologia di processo dell'impianto (es: impianti stagionali). La durata minima della campagna dovrà essere giustificata dal redattore della diagnosi. Occorrerà inoltre rilevare i dati di produzione relativi al periodo della campagna di misura.
- ▷ **Installazione di strumenti di misura:** nel caso di installazione "permanente" di strumentazione di misura, è opportuno adottare come riferimento l'anno solare precedente rispetto all'anno d'obbligo della realizzazione della diagnosi energetica.

Tipologie di strumenti ammessi:

- ▷ **Misuratori esistenti.**
- ▷ **Nuovi misuratori** (manuali, in remoto, con software di monitoraggio con funzioni di memorizzazione e presentazione delle misure stesse).

Le misure devono essere conformi agli standard nazionali ed internazionali di riferimento (ISO, UNI, Protocollo IPMVP, etc.).

### 3.5.2 Fasi per la progettazione di un piano di monitoraggio

Di seguito, nella *Tabella 3.5* è riportata una descrizione sintetica delle fasi per la progettazione del Piano di Monitoraggio proposto da ENEA ed il risultato della applicazione dei criteri descritti al caso di un sito in cui si effettuano i processi di lavorazione del materiale in una industria tessile.

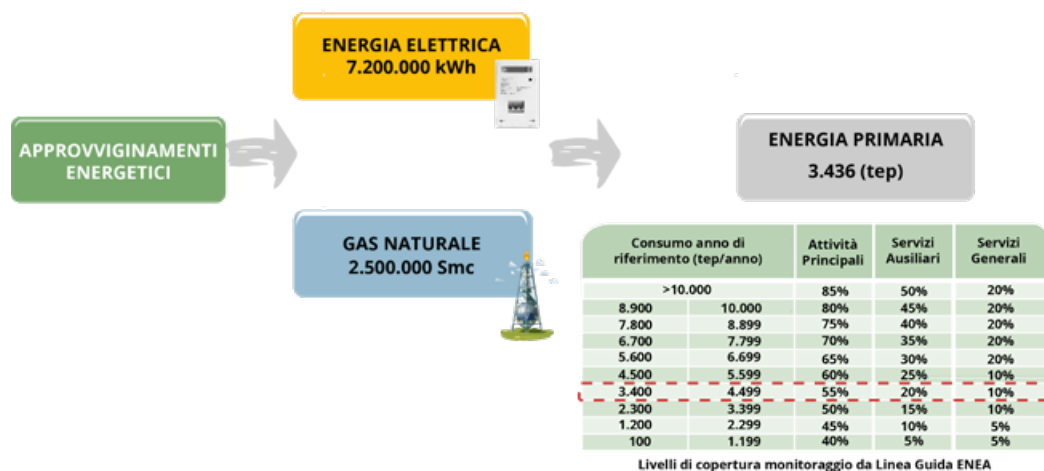
Fase operativa	Descrizione
Determinare il consumo del sito	Sommare i dati di consumo del sito (rilevabili dai contatori generali o dalle fatture di acquisto nel caso, ad esempio, del gasolio) relativi a ciascun vettore energetico impiegato dopo averli convertiti in unità di misura omogenee (es. tep, MJ, kWh). Il consumo di sito è costituito anche dai vettori energetici autoprodotti (tramite fonti energetiche rinnovabili) ed auto consumati.
Escludere dal monitoraggio i vettori energetici che hanno un contributo sul consumo del sito <10%	Valutare il contributo di ciascun vettore energetico sul consumo complessivo del sito e determinare quelli che hanno un contributo complessivo < 10%. Il vettore energetico che, nei siti in cui si effettua la lavorazione tessile, contribuisce per la quasi totalità dei consumi energetici è, in genere l'energia elettrica, affiancata spesso dal gas naturale che però, nella maggior parte dei casi, è utilizzato solo per il riscaldamento degli ambienti e la produzione di ACS.

Fase operativa	Descrizione																																																							
<p><b>Escludere le macroaree al livello LC che hanno un contributo al consumo di ciascun vettore &lt;10%</b></p>	<p>Valutare il contributo di ciascuna Area funzionale al Livello LC della Struttura Energetica Aziendale (Attività Principali, Servizi Ausiliari e Servizi Generali) e determinare quelle che hanno un contributo complessivo, su ciascun vettore energetico, inferiore al 10%. Nel caso di un sito tipico di lavorazione tessile è possibile, generalmente escludere dalle analisi successive i Servizi Generali.</p>																																																							
<p><b>Determinare il livello di copertura minima garantito dal piano di monitoraggio</b></p>	<p>Nota il consumo del sito è possibile determinare, utilizzando la Tabella seguente, il livello di copertura minima dei consumi che il Piano di monitoraggio dovrà garantire per i vettori energetici al Livello LC non esclusi nella fase precedente.</p> <table border="1" data-bbox="458 586 1112 1062"> <thead> <tr> <th colspan="2">Consumo anno di riferimento (tep/anno)</th> <th>Attività principali</th> <th>Servizi Ausiliari</th> <th>Servizi Generali</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">&gt;10.000</td> <td>85%</td> <td>50%</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>8.900</td> <td>10.000</td> <td>80%</td> <td>45%</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>7.800</td> <td>8.899</td> <td>75%</td> <td>40%</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>6.700</td> <td>7.799</td> <td>70%</td> <td>35%</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>5.600</td> <td>6.699</td> <td>65%</td> <td>30%</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>4.500</td> <td>5.599</td> <td>60%</td> <td>25%</td> <td>10%</td> </tr> <tr> <td>3.400</td> <td>4.499</td> <td>55%</td> <td>20%</td> <td>10%</td> </tr> <tr> <td>2.300</td> <td>3.399</td> <td>50%</td> <td>15%</td> <td>10%</td> </tr> <tr> <td>1.200</td> <td>2.299</td> <td>45%</td> <td>10%</td> <td>5%</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>1.199</td> <td>40%</td> <td>5%</td> <td>5%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Nel caso, ad esempio, di un sito produttivo con consumo pari a 5.250 tep, il Monitoraggio deve garantire, per ciascun vettore energetico significativo, una copertura del 60% dei consumi afferenti alle Attività Principali, del 25% di quelli dei Servizi Ausiliari e del 10% dei consumi afferenti ai Servizi Generali.</p> <p>Se il sito produttivo utilizza solo energia elettrica, oppure gli altri vettori energetici utilizzati hanno un contributo &lt; del 10%, il Piano di Monitoraggio riguarderà solo l'energia elettrica, diversamente dovrà riguardare anche gli altri vettori energetici.</p>	Consumo anno di riferimento (tep/anno)		Attività principali	Servizi Ausiliari	Servizi Generali	>10.000		85%	50%	20%	8.900	10.000	80%	45%	20%	7.800	8.899	75%	40%	20%	6.700	7.799	70%	35%	20%	5.600	6.699	65%	30%	20%	4.500	5.599	60%	25%	10%	3.400	4.499	55%	20%	10%	2.300	3.399	50%	15%	10%	1.200	2.299	45%	10%	5%	100	1.199	40%	5%	5%
Consumo anno di riferimento (tep/anno)		Attività principali	Servizi Ausiliari	Servizi Generali																																																				
>10.000		85%	50%	20%																																																				
8.900	10.000	80%	45%	20%																																																				
7.800	8.899	75%	40%	20%																																																				
6.700	7.799	70%	35%	20%																																																				
5.600	6.699	65%	30%	20%																																																				
4.500	5.599	60%	25%	10%																																																				
3.400	4.499	55%	20%	10%																																																				
2.300	3.399	50%	15%	10%																																																				
1.200	2.299	45%	10%	5%																																																				
100	1.199	40%	5%	5%																																																				
<p><b>Determinare le aree di consumo e gli impianti da includere nel piano di monitoraggio</b></p>	<p>Nota la copertura minima dei consumi che il Piano di Monitoraggio dovrà garantire, è possibile determinare le aree di consumo e gli impianti da includere nel Piano. A tale scopo ci si deve riferire al Livello LD della Struttura Energetica Aziendale. I consumi da includere nel Piano di Monitoraggio saranno quelli delle aree di consumo ed impianti la cui somma garantisce le coperture definite..</p>																																																							

Tabella 3.5 – Fasi per il processo di progettazione di un Piano di Monitoraggio.

### 3.5.3 Esempio pratico e verifica copertura dei consumi

In *Figura 3.10* è riportata la distribuzione dei consumi energetici ed il consumo annuo di energia primaria calcolato in tep, che permette di individuare la percentuale di copertura da soddisfare con il piano di monitoraggio. Nel caso specifico a fronte di 3.436 tep di consumo annuo di energia elettrica (pari a 7.200.000 kWh) e di gas naturale (pari a 2.500.000 Smc) la percentuale di copertura prevista dalle Linee Guida Enea è del 55% dei consumi afferenti alle Attività Principali e del 20% e 10% dei consumi afferenti rispettivamente ai Servizi Ausiliari e Generali come evidenziato in figura.



*Figura 3.10 – Distribuzione consumi energetici ed individuazione percentuale minima di copertura dei consumi da rispettare.*

In *Figura 3.10* vengono riportati i consumi di energia elettrica e gas naturale associati alle aree funzionali omogenee (Livello LC) identificate nel *capitolo 3.3*. Nel calcolo della copertura dei consumi elettrici e termici, viene attribuita una quota del 100%, ai consumi della singola utenza presente in una delle aree funzionali omogenee, qualora questi siano monitorati da strumentazione fissa o attraverso misure indirette (campionamenti, campagne di misura, ecc.) in un intervallo temporale minimo significativo (almeno 30 giorni per ogni stagione termica oppure 15 giorni ogni quadrimestre).



Figura 3.11 – Esempio di implementazione e verifica di un sistema di monitoraggio.

Come mostrato in *Figura 3.11* per il sito considerato vengono monitorati i consumi di energia elettrica dei macchinari più energivori ovvero quelli relativi



alla tessitura e al finissaggio andando così a coprire circa l'88% dei consumi di energia elettrica delle Attività Principali.

Per quanto riguarda i consumi di gas naturale si effettua invece il monitoraggio delle *rameuse* per il finissaggio responsabili di circa il 92% dei consumi di gas naturale nelle Attività Principali. Per quanto riguarda i Servizi Ausiliari vengono monitorati la produzione di aria compressa e i sistemi di aspirazione per quanto riguarda l'energia elettrica, e il consumo di gas nella centrale termica. Relativamente ai consumi dei Servizi Generali viene effettuato il monitoraggio del consumo di energia elettrica dell'impianto di condizionamento. Con il Monitoraggio descritto la percentuale di copertura minima dei consumi nelle 3 Aree Funzionali risulta soddisfatta.

La diagnosi deve riportare i criteri di significatività per la selezione del campione adottato. I restanti consumi energetici devono essere stimati.

In *Tabella 3.6* vengono riportati i principali centri di consumo che potrebbero essere sottoposti a monitoraggio con i relativi:

- ▷ Indici di Prestazione Energetica specifico (IPE<sub>s</sub>) o di secondo livello;
- ▷ parametro monitorato (vettore energetico; destinazione d'uso specifica) con relativa unità di misura;
- ▷ tipologia di strumento di misura utilizzabile per il monitoraggio;
- ▷ note generali per l'attuazione e messa in opera del sistema di monitoraggio.

ATTIVITÀ PRINCIPALI					
Area funzionale	IPEs	Misura	UdM	Strumento	Note
<b>Processo/i principale/i (Filatura, tessitura, roccatura, macchine di finissaggio etc)</b>	IPEs = kWh/t o kWh/m o kWh/m <sup>2</sup>	Energia elettrica	kWh	Multimetro digitale	<p>La misura del consumo energetico può essere implementata installando lo strumento sul singolo macchinario oppure su un insieme di macchinari con tecnologia simile (es., macchine tessitura, filatura, rameuse, ecc.). Indicare la soluzione adottata in diagnosi. Per ogni macchinario indicare la tipologia tecnologica (ad es. indicare se si tratta di tessitrici a getto d'aria o ad acqua etc, macchine per filatura ad anello o compact, etc).</p> <p>Periodo minimo monitoraggio: è consigliato l'utilizzo permanente per gli impianti più energivori.</p> <p>Frequenza di acquisizione: almeno mensile. In caso di strumentazione removibile, almeno 30 giorni per ogni stagione termica (oppure 15 giorni ogni quadrimestre).</p>
		Produzione	t/m <sup>2</sup> /m	Gestionale di produzione	
<b>Processi secondari (preparazione della materia prima, orditura, stiratura, tintura etc)</b>	IPEs = kWh/t o kWh/m o kWh/m <sup>2</sup>	Energia elettrica	kWh	Multimetro digitale	<p>La misura del consumo energetico può essere implementata installando lo strumento sul macchinario. Oppure è possibile effettuare una campagna di misura con strumentazione removibile almeno 30 giorni per ogni stagione termica (oppure 15 giorni ogni quadrimestre). Negli altri casi la misura è opzionale.</p>
		Produzione	t/m <sup>2</sup> /m	Gestionale di produzione	

ATTIVITÀ PRINCIPALI					
Area funzionale	IPEs	Misura	UdM	Strumento	Note
Consumi di gas naturale per il processo (finissaggio, tintura, lavaggio, etc)	IPEs = Sm <sup>3</sup> /t	Gas naturale	m <sup>3</sup>	Quantometro	La misura del consumo energetico può essere implementata installando un quantometro che misuri il consumo di gas alle effettive condizioni di esercizio (P e T). Al quantometro deve essere applicato un convertitore in Sm <sup>3</sup> . La misura della produzione andrebbe riferita al particolare processo che utilizza il gas naturale.
			Sm <sup>3</sup>	Convertitore	
		Produzione	t	Gestionale di produzione	

SERVIZI AUSILIARI					
Area funzionale	IPEs	Misura	UdM	Strumento	Note
Produzione aria compressa	IPEs = kWh/ Nm <sup>3</sup> di aria prodotta	Energia elettrica	kWh	Multimetro digitale	La misura del consumo energetico può essere implementata installando lo strumento sul quadro elettrico di alimentazione del compressore. Nel caso di più compressori è possibile prevedere la misura del consumo di ogni singolo compressore o della sala compressori. Indicare la soluzione adottata e se il consumo include anche il consumo degli essiccatori o di altri ausiliari. Specificare la pressione di esercizio di ogni compressore (in bar). La misura della portata di aria prodotta deve essere effettuata a valle del compressore o della sala compressori. Periodo minimo di monitoraggio suggerito: 6 mesi. Frequenza di acquisizione: almeno mensile.
		Aria prodotta	Nm <sup>3</sup>	Misuratore di portata	

SERVIZI AUSILIARI					
Area funzionale	IPEs	Misura	UdM	Strumento	Note
Sistemi di aspirazione	IPEs = kWh/ Nm <sup>3</sup> di aria aspirata	Energia elettrica	kWh	Multimetro digitale	Misura opzionale. La misura del consumo energetico può essere implementata installando lo strumento sul quadro elettrico di alimentazione dell'impianto di aspirazione. La misura della portata di aria aspirata e trattata può risultare difficile e costosa. Nel caso in cui il rapporto costi/benefici sia svantaggioso economicamente è possibile limitarsi al monitoraggio del solo consumo energetico. Se disponibili, è possibile usare i dati relativi alla portata misurata periodicamente per pratica ambientale relativa alle emissioni.
		Portata aria x ore funzionam.	Nm <sup>3</sup> / s x h	Misuratore di portata	

*Tabella 3.6 – Esempio di un sistema di Monitoraggio dei consumi e strumentazione idonea per il settore tessile.*

### 3.6 Identificazione delle opportunità di risparmio energetico

L'identificazione delle opportunità di risparmio energetico all'interno della struttura energetica aziendale rappresenta un obiettivo fondamentale della diagnosi energetica.

In particolare, si possono considerare quattro linee principali di intervento:

- I. **Valutazione di vettori energetici alternativi:** identificazione dei vettori energetici idonei al contesto aziendale.
- II. **Sistemi di conversione dell'energia:** identificazione delle opportunità di miglioramento dell'efficienza di conversione dei principali trasformatori di energia (es. caldaie, trasformatori elettrici, gruppi frigoriferi, cogeneratori etc.).
- III. **Distribuzione dell'energia:** identificazione delle opportunità di efficientamento nei trasformatori, cavi, commutatori e il possibile miglioramento del fattore di potenza in impianti elettrici e acqua refrigerata, nel raffreddamento dell'acqua, nell'aria compressa, etc..
- IV. **Utilizzatori di energia:** insieme ai sistemi di trasformazione di energetica rivestono un ruolo chiave nell'individuazione delle opportunità di efficientamento energetico (es. illuminazione, motori elettrici, apparati di processo etc.).

Gli interventi di efficientamento che si possono individuare sono di due tipologie: quelli di carattere gestionale, ad esempio correggendo o migliorando la modalità di utilizzo dell'energia, e quelli tecnici/impiantistici, come ad esempio la sostituzione di apparati.

La fattibilità tecnico-economica degli interventi di risparmio energetico identificati rappresenta il parametro chiave per la loro successiva realizzazione.

Dal punto di vista tecnico la fattibilità deve considerare il cosiddetto dimensionamento tecnico:

- ▷ La disponibilità della tecnologia, lo spazio di installazione, l'eventuale manodopera qualificata necessaria, l'affidabilità, etc..
- ▷ L'impatto delle misure di efficientamento energetico sulla sicurezza, sulla qualità, sul processo o servizio.
- ▷ La necessità di manutenzione e la disponibilità dei pezzi di ricambio.
- ▷ L'evoluzione dei consumi e i vincoli tecnico/normativi.

L'analisi economica, invece, è la valutazione che l'impresa è chiamata ad effettuare per confrontare e poter scegliere la convenienza di possibili alternative di interventi di efficienza energetica. Questo studio deve essere fatto tenendo conto di tutti i costi associati all'intervento durante la sua vita operativa (come richiesto anche dalla Direttiva 2010/31/UE). La convenienza delle differenti alternative progettuali può variare in ragione di:

- ▷ Investimenti necessari (CAPEX<sup>5</sup>).
- ▷ Costi operativi (OPEX<sup>6</sup>).
- ▷ Risparmi conseguibili.
- ▷ Sensibilità alle variazioni.
- ▷ Rischi.

Pertanto, per poter valutare correttamente un investimento è necessario che l'analisi riporti le seguenti informazioni:

- ▷ L'investimento complessivo necessario per il progetto (CAPEX).
- ▷ L'andamento dei costi operativi (OPEX), nascenti e cessanti.
- ▷ Proposte per fonti e costi di finanziamento.
- ▷ Valutazioni in merito alla redditività del progetto.
- ▷ Analisi dei possibili rischi.

Le variabili principali che debbono essere prese in considerazione per la valutazione della redditività del progetto sono:

- ▷ Il **Valore Attuale Netto (VAN)**, cioè, la somma algebrica dei flussi di cassa originati da un progetto, attualizzati ad un determinato tasso di attualizzazione (esempio: WACC<sup>7</sup>), in un arco di tempo definito.

$$VAN = \sum_{t=1}^N \frac{FC_t}{(1+r)^t} - I_0$$

---

5 CAPEX (dal termine inglese *CA*Pital *EX*pediture) sono gli investimenti in capitali.

6 OPEX (dal termine inglese *OP*erative *EX*pense) è il costo necessario per gestire un prodotto, business o sistema altrimenti detti costi di O&M (*Operation and Maintenance*) ovvero costi operativi o di gestione.

7 WACC (dall'inglese *W*eighted *A*verage *C*ost of *C*apital) o Costo Medio Ponderato del capitale è calcolato come la media ponderata tra il costo del debito ed il costo del capitale proprio, sintetizza il costo (dividendi e interessi) che l'azienda paga per finanziarsi.

Dove:

$FC_t$  è il flusso di cassa al tempo  $t$

$r$  è il tasso d'attualizzazione

$I_0$  è l'investimento iniziale

$N$  la vita utile del progetto, o periodo d'attualizzazione.

Chiaramente, valori positivi del VAN indicano che l'intervento è conveniente, mentre valori negativi dicono che non è conveniente.

- ▷ **L'Indice di profitto (IP)**, il rapporto tra il VAN e l'investimento ( $I_0$ ). È un parametro utile per stabilire una graduatoria di merito di più interventi con VAN positivi, quando, per esempio, non si ha sufficiente copertura finanziaria per realizzarli tutti.

$$IP = \frac{VAN}{I_0}$$

- ▷ Il **TIR (Tasso Interno di Rendimento)**, o **IRR (Internal Rate of Return)**, rappresenta la redditività del progetto che si sta valutando, in pratica è il rendimento % del progetto. Analiticamente, il TIR è il tasso d'attualizzazione che rende il VAN pari a zero:

$$\sum_{t=1}^N \frac{FC_t}{(1 + TIR)^t} - I_0 = 0$$

- ▷ Il **Tempo di Ritorno o pay back period (PBP: periodo di recupero)** indica il tempo impiegato per recuperare il capitale investito in un determinato progetto. Il concetto di tempo di recupero è limitato al solo capitale investito distinto, pertanto, dagli interessi e dagli utili dell'investimento. Sostanzialmente, indica il periodo necessario affinché la somma dei flussi di cassa previsti eguagliano l'investimento iniziale.

Può essere quindi valutato in due differenti modi:

- I. Tempo di ritorno semplice: Attraverso l'analisi dei flussi di cassa semplici NON attualizzati;
- II. Tempo di ritorno attualizzato: Attraverso l'analisi dei flussi di cassa attualizzati.

Il Tempo di Ritorno Semplice dà indicazioni semplificate, sul tempo di ritorno di un investimento, poiché, non tiene conto del

tasso di interesse/attualizzazione, non tiene conto della vita utile dell'investimento e solitamente è calcolato sui flussi di cassa medi.

Si calcola come semplice rapporto tra investimento e flusso di cassa medio lungo il periodo di vita dell'investimento.

Il Tempo di Ritorno Attualizzato (o semplicemente tempo di ritorno) dà indicazioni sul tempo di ritorno di un investimento utilizzando i flussi di cassa attualizzati. Viene calcolato utilizzando la seguente formula:

$$\sum_{t=1}^{PBP} \frac{FC_t}{(1+r)^t} - I_0 = 0$$

Dove:

$FC_t$  è il flusso di cassa al tempo  $t$ ;

$r$ : è il tasso d'attualizzazione;

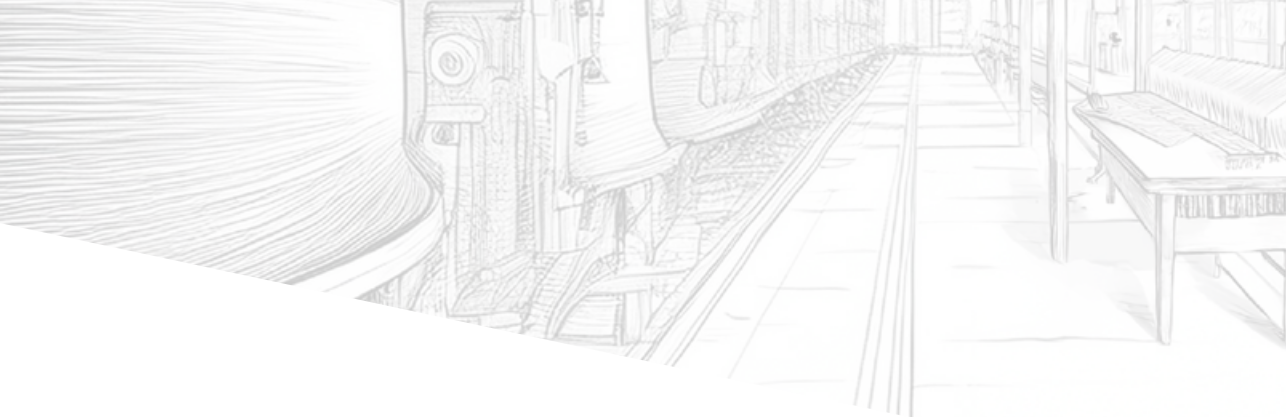
$I_0$ : è l'investimento iniziale;

$N$ : la vita utile del progetto, o periodo d'attualizzazione.

Quanto più il tempo di ritorno attualizzato è inferiore alla vita utile del progetto, tanto più è conveniente l'investimento.

Il calcolo degli indici sopra elencati permette una prima valutazione sulla bontà o meno del progetto analizzato, ma per garantire maggiori certezze all'investitore è necessario che questa analisi sia corredata da una analisi dei rischi. L'analisi dei rischi risponde alla tipica domanda «ma cosa accadrebbe se...?» (*what is analysis*) Attraverso questa analisi si devono quantificare, valutare, pesare gli effetti sui Flussi di Cassa delle variazioni delle variabili critiche (o *driver*) di progetto (es. il prezzo dell'energia).





# **ANALISI DEI CONSUMI ENERGETICI**

**4**

## 4. Analisi dei consumi energetici

Uno degli aspetti fondamentali di una diagnosi energetica di qualità è l'analisi dettagliata dei consumi energetici, che deve includere un confronto con i consumi di siti simili in termini di processi e prodotti. È essenziale esaminare e confrontare gli indici di prestazione energetica (IPE) del sito analizzato con valori di riferimento specifici per il settore.

I parametri di riferimento per il settore tessile sono stati definiti attraverso analisi settoriali dei consumi energetici condotte da ENEA. Questi dati provengono dalle diagnosi energetiche obbligatorie caricate nel portale ENEA, in conformità con il D.Lgs. 102/2014. Il campione utilizzato è stato selezionato per garantire una rappresentatività sufficiente, sulla quale basare le valutazioni. È importante notare che, essendo queste analisi di tipo statistico, i parametri di riferimento potrebbero non riflettere completamente tutte le specifiche situazioni che possono emergere all'interno di un processo produttivo. Pertanto, eventuali particolarità documentate e significative devono essere considerate per una valutazione più approfondita e accurata dei consumi energetici.

### 4.1 Campione analizzato

Il campione di siti, utilizzato ai fini del presente lavoro, è stato superiore alle 300 unità distribuite prevalentemente nelle regioni settentrionali, come riporta la distribuzione geografica mostrata in *Figura 4.1*. Come si può osservare la maggior parte dei siti è concentrata nel Nord Italia (74% circa), con il 51.5% dei siti in Lombardia e il 22.4 % in Piemonte. Per quanto riguarda le attività prevalenti svolte all'interno dei siti analizzati in circa il 31% di essi vengono svolte attività di filatura, in circa il 37% attività di tessitura e in circa il 32% attività di finissaggio.

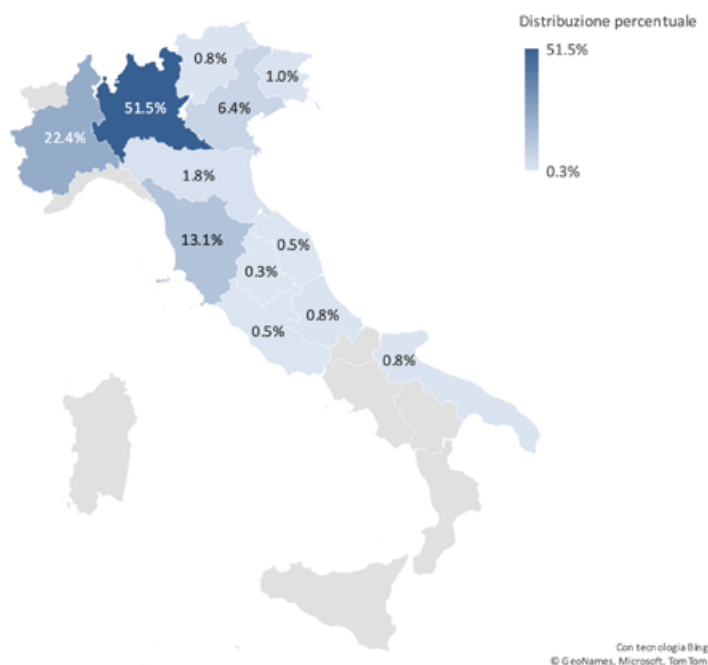
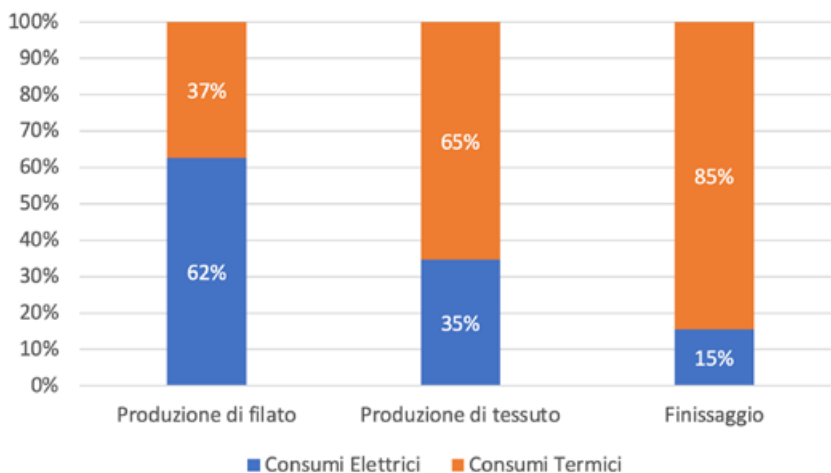


Figura 4.1 - Distribuzione geografica dei siti analizzati.

## 4.2 Distribuzione dei consumi energetici nel settore tessile

Il vettore energetico maggiormente utilizzato nel settore dell'industria tessile è rappresentato dall'energia termica che globalmente copre circa il 65% dei consumi dei siti analizzati. Analizzando però la distribuzione percentuale dei consumi, riportata in *Figura 4.2*, si può notare come essa sia strettamente dipendente dall'attività prevalente svolta nel sito: nei siti in cui l'attività prevalente è la produzione di filato si ha un maggior consumo di energia elettrica (62%) rispetto ai siti in cui si effettua prevalentemente tessitura (35%) o finissaggio (15%).



*Figura 4.2 - Distribuzione % dei consumi tra Elettrico e Termico nei siti in cui l'attività prevalente è rispettivamente produzione di filato, produzione di tessuto e finissaggio.*

Nel seguito verranno quindi dettagliati i consumi sulla base della macro-attività prevalente nel sito sottolineando comunque che spesso alcune aziende si occupano di più macro-attività o anche di tutta la catena tessile.

#### **4.2.1 Ripartizione dei consumi nei siti in cui l'attività prevalente è la produzione di filato.**

Come mostrato precedentemente, nelle attività di produzione del filato i consumi di energia elettrica rappresentano circa i 2/3 del totale. L'energia termica è ottenuta prevalentemente da gas naturale (circa il 92% del totale) mentre non è stato possibile analizzare l'utilizzo di altri vettori termici a causa delle poche informazioni incluse nelle diagnosi energetiche a riguardo. La suddivisione dei consumi di energia elettrica e termica nelle Aree Funzionali è riportata in *Figura 4.3* e *Figura 4.4*: le attività principali utilizzano rispettivamente il 60% dell'energia elettrica e il 49% dell'energia termica.

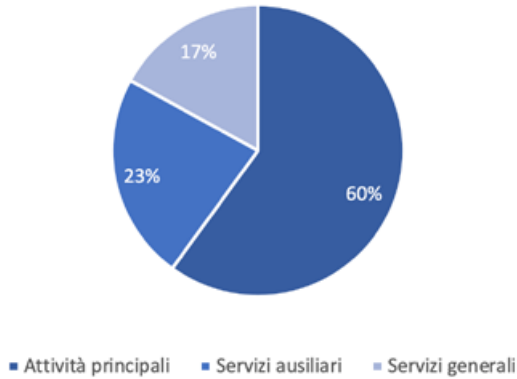


Figura 4.3 - Suddivisione dei consumi elettrici nelle Aree Funzionali nei siti in cui si svolgono prevalentemente attività di produzione di filato.

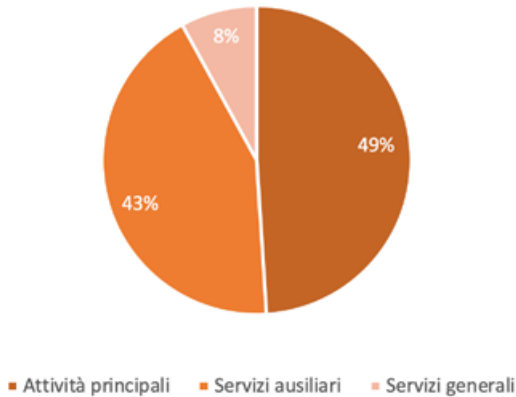


Figura 4.4 - Suddivisione dei consumi termici nelle Aree Funzionali nei siti in cui si svolgono prevalentemente attività di produzione di filato.

Per quanto riguarda i consumi delle Attività Principali essi sono rappresentati per il 69% da consumi elettrici e per il 31% da consumi di energia termica. La suddivisione dei consumi elettrici per i processi produttivi è riportata in *Figura 4.5*: la filatura è l'attività responsabile del maggior consumo (26%) seguita dalle attività di torcitura (8% dei consumi elettrici) e finissaggio (7% dei consumi elettrici). Una quota parte elevata di consumi elettrici (il 38%) include tutti quei sottoprocessi il cui consumo non supera l'1% (stiratura, pettinatura, ed asciugatura) e tutti i consumi non attribuibili, sulla base delle informazioni disponibili, ai singoli sotto-processi.

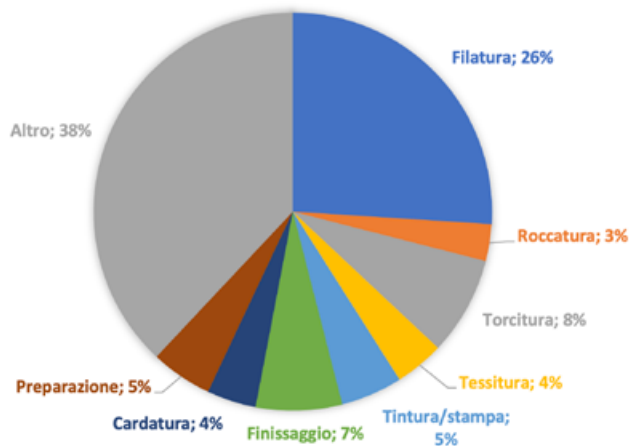


Figura 4.5 - Suddivisione dei consumi elettrici per le Attività Principali nei siti in cui si svolgono prevalentemente attività di produzione del filato.

Per il gas naturale i dati a disposizione non hanno reso possibile la suddivisione nei singoli sotto-processi.

Per quanto riguarda i consumi dei Servizi Ausiliari essi sono rappresentati per il 46% da consumi elettrici e per il 54% da consumi di energia termica (gas naturale). Dall'analisi delle diagnosi sono state identificate due attività che utilizzano energia elettrica nei Servizi Ausiliari:

- ▷ Produzione di aria compressa: da come si evince in *Figura 4.6*, la produzione di aria compressa è il Servizio Ausiliario di maggior rilievo; è utilizzata per la movimentazione delle presse dei macchinari che operano filatura, torcitura, roccatura, cardatura, tessitura e finissaggio.
- ▷ Aspirazione: l'energia elettrica è utilizzata per garantire la qualità dell'aria ai livelli ottimali con un consumo molto ridotto rispetto all'aria compressa.

Il 35% dei consumi dei Servizi Ausiliari non è stato attribuito ad utilizzi specifici per la mancanza di informazioni specifiche nelle diagnosi. Questi consumi, oltre che appartenere ai servizi appena definiti, potrebbero essere associati a servizi come pompe per la circolazione dell'acqua, depuratori e sistemi di controllo e sicurezza dei macchinari.

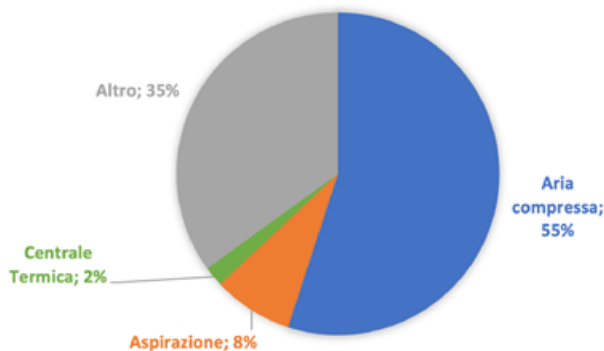


Figura 4.6 – Suddivisione dei consumi elettrici per i Servizi Ausiliari nei siti in cui si svolgono prevalentemente attività di produzione del filato.

Il 99% dei consumi di gas naturale nei Servizi Ausiliari è per la generazione di vapore utilizzato nel processo produttivo.

#### 4.2.2 Ripartizione dei consumi nei siti in cui l'attività prevalente è la produzione di tessuto.

In questi siti, contrariamente ai siti in cui l'attività prevalente è quella di filatura, i consumi termici rappresentano circa i 2/3 del totale. In questi siti infatti pesano maggiormente le attività di finissaggio e di asciugatura che pesano molto sul consumo di gas naturale.

La suddivisione dei consumi di energia elettrica e termica nelle Aree Funzionali è riportata in *Figura 4.7* e *Figura 4.8*: le Attività Principali consumano rispettivamente il 56% dell'energia elettrica e il 49% dell'energia termica.

Come mostrato in *Figura 4.9* le attività di tessitura, finissaggio e filatura sono responsabili di circa il 62% dei consumi elettrici attribuibili al processo produttivo.

I Servizi Ausiliari che utilizzano energia elettrica sono analoghi a quelli identificati nei siti in cui si svolge produzione di filato (produzione di aria compressa e sistemi di aspirazione). Il gas naturale nei Servizi Ausiliari è interamente impiegato per la generazione di vapore, utilizzato per il finissaggio e l'asciugatura.

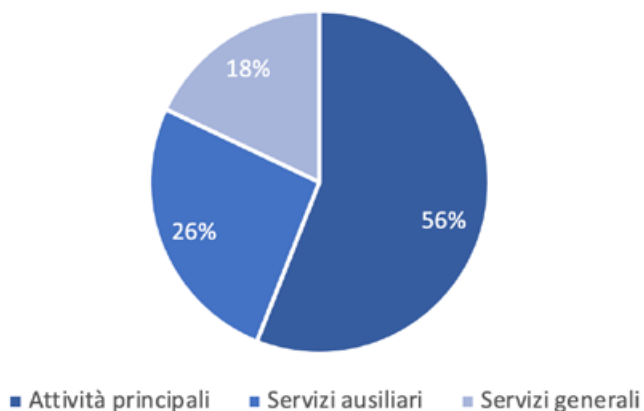


Figura 4.7- Suddivisione dei consumi elettrici nelle Aree Funzionali nei siti in cui si svolgono prevalentemente attività di produzione di tessuto.

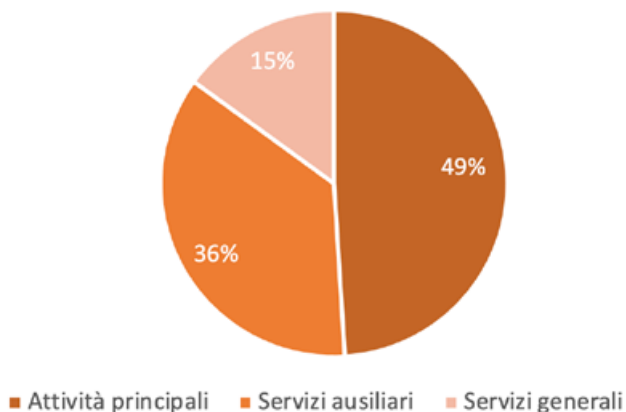


Figura 4.8 - Suddivisione dei consumi termici nelle Aree Funzionali nei siti in cui si svolgono prevalentemente attività di produzione di tessuto.

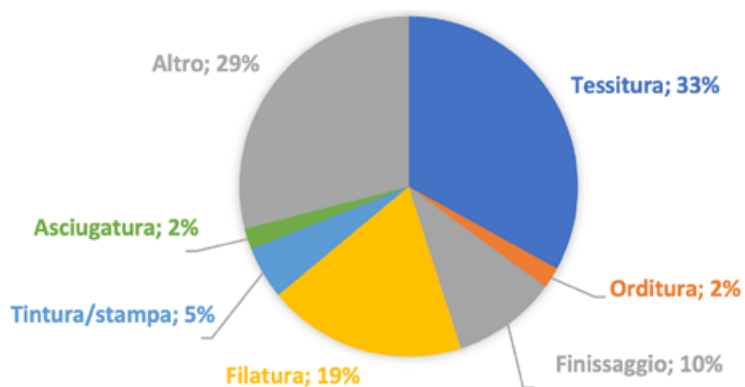
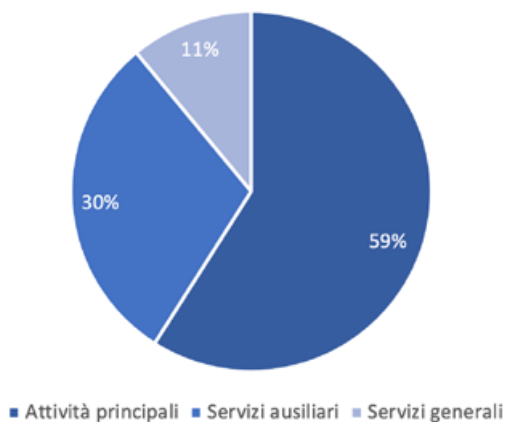


Figura 4.9 - Suddivisione dei consumi elettrici per le Attività Principali nei siti in cui si svolgono prevalentemente attività di produzione di tessuto.

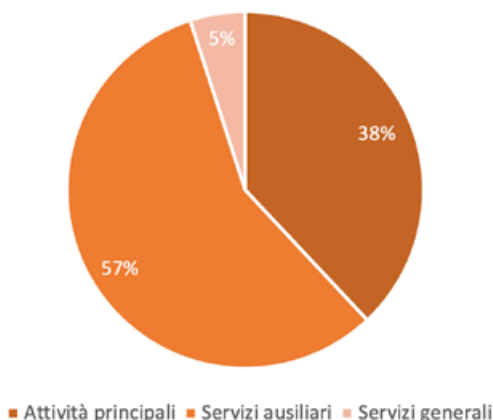


### 4.2.3 Ripartizione dei consumi nei siti in cui l'attività prevalente è il finissaggio.

La maggior parte dei processi di finissaggio è alimentata da energia termica, che arriva all' 85% del totale. Ciò è dovuto al grande utilizzo di vapore nei processi di finissaggio, asciugatura, tintura e stampa. Il gas naturale è il vettore termico più usato con il 97% dei consumi termici. Nella *Figura 4.10* e *Figura 4.11* sono riportate le distribuzioni dei consumi di energia elettrica e termica (solo gas naturale) nelle Aree Funzionali: le Attività Principali hanno i consumi maggiori rispetto ai Servizi Ausiliari e Generali per l'energia elettrica con il 59% del totale, mentre per quanto riguarda il gas naturale i Servizi Ausiliari, con 57% del totale, presentano il maggior consumo visto la grande richiesta di vapore nelle Attività Principali.



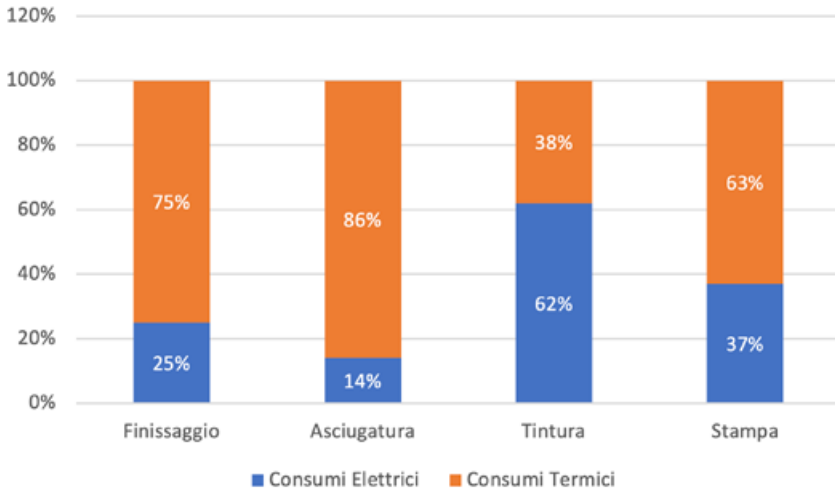
*Figura 4.10 – Suddivisione dei consumi elettrici nelle Aree Funzionali nei siti in cui si svolgono prevalentemente attività di finissaggio.*



*Figura 4.11 – Suddivisione dei consumi termici nelle Aree Funzionali nei siti in cui si svolgono prevalentemente attività di finissaggio.*

L'attività più gasivora del settore è l'asciugatura seguita dal finissaggio, mentre tintura e stampa possiedono consumi inferiori.

Nella *Figura 4.12* sono riportate le percentuali di consumo elettrico e di gas naturale per i processi di finissaggio, asciugatura, tintura e stampa al fine di eseguire un confronto per capire quale sia il vettore energetico mediamente più utilizzato in ognuna di queste attività.



*Figura 4.12 – Ripartizione dei consumi energetici per vettore nei diversi processi produttivi nei siti in cui si svolgono prevalentemente attività di finissaggio.*

Per quanto riguarda i Servizi Ausiliari insieme all'aria compressa, le pompe e i depuratori sono i servizi con maggior consumo di energia elettrica. Infatti, molti dei processi produttivi utilizzano acqua per la finitura dei tessuti ed ovviamente è necessario l'utilizzo di pompe per imprimerle movimento e di depuratori per ottenere le condizioni desiderate.

## 4.3 Indici di Prestazione Energetica (IPE)

La valutazione degli IPE del settore tessile permette di rappresentare chiaramente il fabbisogno energetico medio degli interi stabilimenti e dei singoli processi produttivi.

Gli indici di prestazione energetica riportati nei prossimi paragrafi potranno essere utilizzati come strumento di confronto per l'analisi dei consumi energetici di ogni azienda, durante la realizzazione delle diagnosi energetiche. In questo paragrafo vengono riportati i risultati ottenuti per la determinazione degli IPE dei processi tipici dell'industria tessile. Nel seguito verranno dettagliati i diversi IPE sulla base della macro-attività prevalente nel sito sottolineando comunque che spesso alcune aziende si occupano di più macro-attività o anche di tutta la catena tessile.

### 4.3.1 Produzione di filato

In questo paragrafo vengono riportati i risultati ottenuti per la determinazione degli IPE di primo livello (Totale, Elettrico e Termico) e specifici relativi alla produzione di filato. Come destinazione d'uso è stata considerata la produzione annua netta espressa in tonnellate di filato.

#### 4.3.1.1 IPE di primo livello

Gli IPE medi globali relativi all'attività di produzione di filato sono riportati in *Tabella 4.1* suddivisi in tre cluster relativi alla materia prima utilizzata: lana, fibre vegetali e fibre sintetiche.

IPE globale preparazione e filatura di fibre tessili			
Cluster Lana			
Campo di variazione destinazione d'uso [t]		IPE [MJ/t]	Coefficiente di variazione [%]
160	870	39.716 ± 22.414	56%
871	11.050	22.194 ± 13.677	62%
Cluster fibre vegetali			
Campo di variazione destinazione d'uso [t]		IPE [MJ/t]	Coefficiente di variazione [%]
380	8.900	6.292 ± 2.703	43%

IPE globale preparazione e filatura di fibre tessili			
Cluster fibre sintetiche			
Campo di variazione destinazione d'uso [t]		IPE [MJ/t]	Coefficiente di variazione [%]
220	3.400	15.212 ± 7.582	50%
3.401	11.000	11.639 ± 3.985	34%

Tabella 4.1 - IPE medi globali per i tre cluster della preparazione e filatura di fibre tessili.

Il cluster lana presenta degli IPE medi molto elevati: ciò è dovuto alla presenza di processi di preparazione della fibra animale come il lavaggio, l'asciugatura e l'essiccatura che richiedono molta energia elettrica e termica. I restanti due cluster presentano valori medi inferiori, dovuti al minor numero di processi preparativi alla filatura.

IPE elettrico preparazione e filatura di fibre tessili			
Cluster Lana			
Campo di variazione destinazione d'uso [t]		IPE [MJ/t]	Coefficiente di variazione [%]
275	540	25.592 ± 7.465	26%
541	7.000	4.710 ± 1.361	29%
Cluster fibre vegetali			
Campo di variazione destinazione d'uso [t]		IPE [MJ/t]	Coefficiente di variazione [%]
380	8.900	5.953 ± 2.446	41%
Cluster fibre sintetiche			
Campo di variazione destinazione d'uso [t]		IPE [MJ/t]	Coefficiente di variazione [%]
220	11.000	9.966 ± 4.000	40%
IPE elettrico preparazione e filatura di fibre tessili - generale			
Campo di variazione destinazione d'uso [t]		IPE [MJ/t]	Coefficiente di variazione [%]
145	11.000	10.235 ± 6.939	67%

Tabella 4.2 - IPE medi elettrici per l'intero settore e per i tre cluster della preparazione e filatura di fibre tessili.

I valori degli IPE medi elettrici e termici per i tre cluster e per l'intero settore sono riportati rispettivamente nella *Tabella 4.2* e *Tabella 4.3*.

IPE termico preparazione e filatura di fibre tessili			
Cluster Lana			
Campo di variazione destinazione d'uso [t]		IPE [MJ/t]	Coefficiente di variazione [%]
275	4.200	11.127 ± 4.148	37%
Cluster fibre vegetali			
Campo di variazione destinazione d'uso [t]		IPE [MJ/t]	Coefficiente di variazione [%]
380	8.900	240 ± 174	73%
Cluster fibre sintetiche			
Campo di variazione destinazione d'uso [t]		IPE [MJ/t]	Coefficiente di variazione [%]
538	11.000	2.756 ± 1.458	53%
IPE elettrico preparazione e filatura di fibre tessili - generale			
Campo di variazione destinazione d'uso [t]		IPE [MJ/t]	Coefficiente di variazione [%]
145	11.000	1.729 ± 1.371	79%

Tabella 4.3 - IPE medi termici per l'intero settore e per i tre cluster della preparazione e filatura di fibre tessili.

Come illustrato nel paragrafo precedente, l'energia termica non è molto utilizzata nelle attività di produzione di filato. Infatti, gli IPE medi termici sono molto più bassi rispetto a quelli elettrici. La lana, invece, ha un IPE medio maggiore rispetto a quello degli altri due cluster poiché in questo caso i processi di preparazione alla filatura come lavaggio, asciugatura ed essiccazione richiedono energia termica per il loro funzionamento.

#### 4.3.1.2 IPE specifici Attività Principali

Nel presente paragrafo sono riportati gli IPE medi delle Attività Principali relative alla produzione di filato (riportate nel capitolo 3 Figura 3.6) anche suddivise nei tre cluster precedentemente definiti.

Prima di scendere nello specifico con gli IPE medi di ogni sotto-processo produttivo (Livello D alberatura energetica), sono riportati gli IPE medi globali, elettrici e termici dell'intera macroarea delle Attività Principali (Livello C). Da come si può notare in Tabella 4.4, gli IPE globali e quelli elettrici sono molto vicini, poiché le Attività Principali utilizzano prevalentemente energia elettrica. In precedenza, si è sottolineato il fatto che la produzione di filati in lana ha

consumi alti di energia termica, tuttavia, questi sono associati ai Servizi Ausiliari in cui è inclusa la generazione del vapore poi utilizzato nelle attività di lavaggio, asciugatura ed essiccazione.

<b>IPE Attività Principali - Preparazione e filatura di fibre tessili</b>				
<b>Cluster Lana</b>				
Campo di variazione destinazione d'uso [t]			IPE [MJ/t]	Coefficiente di variazione [%]
IPE globale	160	11.000	10.446 ± 7.410	71%
IPE elettrico	275	7.000	9.872 ± 7.807	79%
IPE termico	275	4.200	n.d.	n.d.
<b>Cluster fibre vegetali</b>				
Campo di variazione destinazione d'uso [t]			IPE [MJ/t]	Coefficiente di variazione [%]
IPE globale	380	8.900	4.654 ± 2.484	53%
IPE elettrico	380	8.900	4.654 ± 2.484	53%
IPE termico	380	8.900	n.d.	n.d.
<b>Cluster fibre sintetiche</b>				
Campo di variazione destinazione d'uso [t]			IPE [MJ/t]	Coefficiente di variazione [%]
IPE globale	220	11.000	7.931 ± 4.342	55%
IPE elettrico	220	11.000	6.791 ± 3.673	54%
IPE termico	538	11.000	n.d.	n.d.
<b>Generale</b>				
Campo di variazione destinazione d'uso [t]			IPE [MJ/t]	Coefficiente di variazione [%]
IPE globale	145	11.000	8.376 ± 6.447	77%
IPE elettrico	145	11.000	7.987 ± 6.312	79%
IPE termico	145	11.000	1.244 ± 804	65%

Tabella 4.4 - IPE medi per l'intero settore e per i tre cluster della macroarea delle Attività Principali.

Nelle tabelle seguenti vengono riportati i seguenti IPE specifici elettrici:

- ▷ Preparazione delle fibre – generale e cluster Lana (Tabella 4.5)
- ▷ Filatura – generale e cluster lana, fibre vegetali e fibre sintetiche (Tabella 4.6)

- ▷ Roccatura – generale (*Tabella 4.7*)
- ▷ Torcitura – generale (*Tabella 4.8*)

Le operazioni di preparazione delle fibre tessili per la filatura sono molteplici e variano in funzione della materia prima utilizzata. Di seguito, nella *Tabella 4.5*, sono presenti gli IPE medi elettrici per il cluster lana e l'intero settore. I materiali sintetici non sono sottoposti ad attività preparatorie in loco, poiché arrivano nelle aziende già pronti per la filatura e di conseguenza non è disponibile un IPE medio.

L'IPE medio della lana è molto più alto rispetto a quello dell'intero settore poiché, come già evidenziato in precedenza, la lana ha bisogno di molti processi preparatori rispetto alle altre materie prime.

IPE elettrico specifico - Preparazione delle fibre			
Cluster Lana			
Campo di variazione destinazione d'uso [t]		IPE [kWh/t]	Coefficiente di variazione [%]
360	4.200	757 ± 383	51%
Generale			
Campo di variazione destinazione d'uso [t]		IPE [kWh/t]	Coefficiente di variazione [%]
290	730	152 ± 70	46%
731	11.050	87 ± 57	65%

*Tabella 4.5 - IPE medi specifici per l'intero settore e per cluster lana per le attività di preparazione delle fibre.*

Nella *Tabella 4.6* sono presenti gli IPE medi della filatura per l'intero settore e per i tre cluster.

Le fibre sintetiche e le vegetali possiedono valori bassi di IPE, il che sottolinea la minor richiesta energetica per eseguire la filatura.

IPE elettrico specifico - Filatura			
Cluster Lana			
Campo di variazione destinazione d'uso [t]		IPE [kWh/t]	Coefficiente di variazione [%]
360	4.200	1.436 ± 712	49%
Cluster fibre vegetali			
Campo di variazione destinazione d'uso [t]		IPE [kWh/t]	Coefficiente di variazione [%]
570	2.100	533 ± 296	56%
Cluster fibre sintetiche			
Campo di variazione destinazione d'uso [t]		IPE [kWh/t]	Coefficiente di variazione [%]
530	7.500	747 ± 320	63%
Generale			
Campo di variazione destinazione d'uso [t]		IPE [kWh/t]	Coefficiente di variazione [%]
170	830	1.770 ± 824	47%
831	11.050	741 ± 584	65%

Tabella 4.6 - IPE medi specifici per l'intero settore e per i cluster lana per le attività di filatura.

Nelle *Tabella 4.7* e *Tabella 4.8* sono riportati gli IPE medi della roccatura e della torcitura per l'intero settore.

IPE elettrico specifico - Roccatura			
Generale			
Campo di variazione destinazione d'uso [t]		IPE [kWh/t]	Coefficiente di variazione [%]
145	9.070	357 ± 159	44%

Tabella 4.7 - IPE medi specifici per l'intero settore per le attività di roccatura.

IPE elettrico specifico - Torcitura			
Generale			
Campo di variazione destinazione d'uso [t]		IPE [kWh/t]	Coefficiente di variazione [%]
228	980	813 ± 475	58%
981	9.070	602 ± 344	57%

Tabella 4.8 - IPE medi specifici per l'intero settore per le attività di torcitura.



### 4.3.1.3 IPE specifici Servizi Ausiliari

Per quanto riguarda gli IPE specifici dei Servizi Ausiliari in questo paragrafo viene riportato quello relativo alla produzione di aria compressa (*Tabella 4.11*). Nei siti in cui si realizza produzione di filato l'aria compressa consente il controllo di processi come la stesura, la torsione e la roccatura, garantendo una produzione di filato di alta qualità. Nella definizione dell'IPE specifico, come driver di consumo, si fa riferimento alla quantità di aria compressa prodotta, misurata in Nm<sup>3</sup>.

IPE elettrico specifico - Produzione di Aria Compressa			
Campo di variazione destinazione d'uso [10 <sup>6</sup> Nm <sup>3</sup> ]		IPE [kWh/ Nm <sup>3</sup> ]	Coefficiente di variazione [%]
1	80	0,140 ± 0,046	33%

*Tabella 4.9 - IPE medio specifico produzione aria compressa per attività di filatura.*

### 4.3.2 Produzione di tessuto

In questo paragrafo vengono riportati i risultati ottenuti per la determinazione degli IPE di primo livello (Totale, Elettrico e Termico) e specifici relativi alla produzione di tessuto. Come destinazione d'uso è stata considerata la produzione annua netta espressa in tonnellate di tessuto.

#### 4.3.2.1 IPE di primo livello

Gli IPE medi globali, elettrici e termici relativi all'attività di produzione di filato sono riportati in *Tabella 4.10*.

IPE globale produzione di tessuto			
Campo di variazione destinazione d'uso [t]		IPE [MJ/t]	Coefficiente di variazione [%]
390	1.230	25.413 ± 14.879	59%
1.231	6.350	7.966 ± 6.530	82%

IPE elettrico produzione di tessuto			
Campo di variazione destinazione d'uso [t]		IPE [MJ/t]	Coefficiente di variazione [%]
390	1.230	25.413 ± 14.879	59%
1.231	6.350	7.966 ± 6.530	82%
IPE termico produzione di tessuto			
Campo di variazione destinazione d'uso [t]		IPE [MJ/t]	Coefficiente di variazione [%]
390	3.500	10.873 ± 7.005	64%
3.501	6.350	2.225 ± 1.222	55%

Tabella 4.10 - IPE medi global, elettrici e termici per la produzione di tessuto.

I valori degli IPE medi globali, mostrati nella *Tabella 4.10*, presentano coefficienti di variazione medio-alti a causa dell'eterogeneità del settore. Gli IPE elettrici hanno valori vicini a quelli del settore della preparazione e filatura di fibre tessili, denotando delle similarità nei consumi dei due settori.

#### 4.3.2.2 IPE specifici Attività Principali

Nel presente paragrafo sono riportati gli IPE medi delle Attività Principali relative alla produzione di tessuto (riportate nel *capitolo 3 Figura 3.7*).

In *Tabella 4.11* sono riportati gli IPE medi globali, elettrici e termici dell'intera macroarea delle Attività Principali (Livello C).

IPE Attività Principali - Produzione di tessuto				
Campo di variazione destinazione d'uso [t]		IPE [MJ/t]	Coefficiente di variazione [%]	
IPE globale	390	6.350	19.231 ± 12.502	65%
IPE elettrico	390	6.350	6.304 ± 4.262	68%
IPE termico	540	6.350	9.963 ± 4.563	46%

Tabella 4.11 - IPE medi per l'intero settore della macroarea delle Attività Principali.

Nella *Tabella 4.12* è riportato l'IPE specifico medio elettrico della tessitura, l'unica Attività Principale per cui è disponibile un IPE specifico.

IPE elettrico specifico - Tessitura			
Campo di variazione destinazione d'uso [t]		IPE [kWh/t]	Coefficiente di variazione [%]
500	4.700	1.539 ± 962	63%

Tabella 4.12 - IPE medio specifico tessitura.

### 4.3.2.3 IPE specifici Servizi Ausiliari

Per quanto riguarda gli IPE specifici dei Servizi Ausiliari in questo paragrafo viene riportato quello relativo alla produzione di aria compressa (Tabella 4.13). Nei siti in cui si realizza produzione di tessuto l'aria compressa viene utilizzata per alimentare i dispositivi a getto d'aria e a pinze, facilitando una tessitura precisa ed efficiente. Nella definizione dell'IPE specifico, come driver di consumo, si fa riferimento alla quantità di aria compressa prodotta, misurata in Nm<sup>3</sup>.

IPE elettrico specifico - Produzione di Aria Compressa			
Campo di variazione destinazione d'uso [10 <sup>6</sup> Nm <sup>3</sup> ]		IPE [kWh/Nm <sup>3</sup> ]	Coefficiente di variazione [%]
0,45	7,73	0.124 ± 0.022	18%

Tabella 4.13 - IPE medio specifico produzione di aria compressa.

### 4.3.3 Finissaggio

In questo paragrafo vengono riportati i risultati ottenuti per la determinazione degli IPE di primo livello (Totale, Elettrico e Termico) e specifici relativi alle attività di finissaggio tessile. Come destinazione d'uso è stata considerata la produzione annua netta espressa in tonnellate di tessuto.

#### 4.3.3.1 IPE di primo livello

Gli IPE medi globali relativi all'attività di produzione di filato sono riportati in Tabella 4.14

IPE globale finissaggio			
Campo di variazione destinazione d'uso [t]		IPE [MJ/t]	Coefficiente di variazione [%]
200	10.500	42.507 ± 24.068	57%

IPE elettrico finissaggio			
Campo di variazione destinazione d'uso [t]		IPE [MJ/t]	Coefficiente di variazione [%]
200	10.500	5.835 ± 2.699	46%
IPE termico finissaggio			
Campo di variazione destinazione d'uso [t]		IPE [MJ/t]	Coefficiente di variazione [%]
200	10.500	38.460 ± 10.273	27%

Tabella 4.14 - IPE medi globali, elettrici e termici per la produzione di tessuto.

Il valore medio dell'IPE elettrico è basso rispetto all'IPE termico poiché nelle attività di finissaggio i processi più energivori e più comuni usano energia termica sotto forma di vapore.

### 4.3.3.2 IPE specifici Attività Principali

Nel presente paragrafo sono riportati gli IPE medi delle Attività Principali relative al finissaggio (riportate nel *capitolo 3 Figura 3.8*).

In *Tabella 4.15* sono riportati gli IPE medi globali, elettrici e termici dell'intera macroarea delle Attività Principali (Livello C).

IPE attività principali - produzione di tessuto				
Campo di variazione destinazione d'uso [t]		IPE [MJ/t]	Coefficiente di variazione [%]	
IPE globale	200	10.500	13.482 ± 8.508	63%
IPE elettrico	200	10.500	3.706 ± 1.543	42%
IPE termico	200	10.500	15.943 ± 7.904	50%

Tabella 4.15 - IPE medi per l'intero settore della macroarea delle Attività Principali.

Nelle tabelle seguenti vengono riportati i seguenti IPE specifici elettrici:

- ▷ Macchine finissaggio (*Tabella 4.16*)
- ▷ Tintura (*Tabella 4.17*)
- ▷ Asciugatura (*Tabella 4.18*)

e i seguenti IPE specifici termici (gas naturale):

- ▷ Macchine finissaggio (*Tabella 4.16*)
- ▷ Asciugatura (*Tabella 4.18*).

<b>IPE elettrico specifico – Macchine finissaggio</b>			
Campo di variazione destinazione d'uso [t]		IPE [kWh/t]	Coefficiente di variazione [%]
500	4.700	1.539 ± 962	63%
<b>IPE termico (gas naturale) specifico – Macchine finissaggio</b>			
Campo di variazione destinazione d'uso [t]		IPE [kWh/t]	Coefficiente di variazione [%]
750	3.500	3.183 ± 587	18%

Tabella 4.16 - IPE elettrico e termico specifico macchine finissaggio.

<b>IPE elettrico specifico - Tintura</b>			
Campo di variazione destinazione d'uso [t]		IPE [kWh/t]	Coefficiente di variazione [%]
315	860	571 ± 333	58%
861	8.150	259 ± 109	42%

Tabella 4.17 - IPE elettrico specifico tintura.

<b>IPE elettrico specifico – Asciugatura</b>			
Campo di variazione destinazione d'uso [t]		IPE [kWh/t]	Coefficiente di variazione [%]
200	8.150	336 ± 126	38%
<b>IPE termico (gas naturale) specifico – Asciugatura</b>			
Campo di variazione destinazione d'uso [t]		IPE [kWh/t]	Coefficiente di variazione [%]
1.080	7.150	2.866 ± 1.321	46%

Tabella 4.18 - IPE elettrico specifico asciugatura.

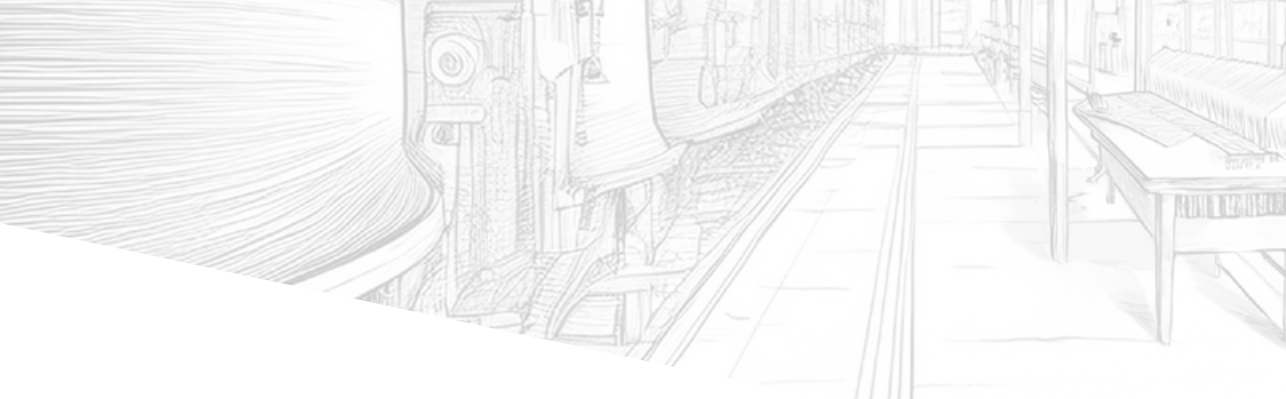
### 4.3.3.3 IPE specifici Servizi Ausiliari

Per quanto riguarda gli IPE specifici dei servizi ausiliari in questo paragrafo viene riportato quello relativo alla produzione di aria compressa (Tabella 4.19). Nei siti in cui si realizza attività di finissaggio tessile l'aria compressa viene utilizzata per il funzionamento delle macchine di tintura e delle apparecchiature di stampa ma anche per il soffiaggio di aria necessaria per la pulizia di fibre, tessuti e superfici dei macchinari, e per l'asciugatura dei prodotti finiti.

Nella definizione dell'IPE specifico, come driver di consumo, si fa riferimento alla quantità di aria compressa prodotta, misurata in Nm<sup>3</sup>.

IPE elettrico specifico - Produzione di Aria Compressa			
Campo di variazione destinazione d'uso [10 <sup>6</sup> Nm <sup>3</sup> ]		IPE [kWh/Nm <sup>3</sup> ]	Coefficiente di variazione [%]
0,12	2,19	0.152 ± 0.050	33%

*Tabella 4.19 - IPE medio specifico produzione di aria compressa.*



# **OPPORTUNITÀ DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO**

**5**

## 5. Le opportunità di efficientamento energetico (*Best Available Techniques*)

Nel presente capitolo vengono riportate le principali strategie e soluzioni ([55], [56], [57], [58], [59], [60]) attuabili per la gestione, il risparmio e la riduzione dei consumi sia di determinati materiali che di energia per il settore tessile.

I paragrafi vanno ad approfondire la fase e/o la tipologia di attività per la quale vengono applicate le BAT (*Best Available Techniques*), con approfondimento circa:

- ▷ L'oggetto della soluzione.
- ▷ Il tipo di soluzione e gli effetti attesi.
- ▷ L'applicabilità ai fini di una maggiore chiarezza sui limiti di tale soluzione.

Alla fine di ogni paragrafo, ove possibile, è stato inserito un elenco che comprende la descrizione in termini di applicazione e benefici attesi, ove quantificabili, delle tecniche più emergenti, ovvero quelle non particolarmente diffuse e di cui ci si aspetta un possibile sviluppo negli anni a venire.

Più in particolare, in tale parte del paragrafo sono state aggiunte delle valutazioni in termini di benefici ambientali attesi da una determinata tecnica e il relativo impatto dal punto di vista economico e/o del risparmio di energia. I costi di CAPEX (*Capital Expenditures*, costi in conto capitale), ove presenti, variano notevolmente in base a diversi fattori, tra cui la scala dell'impianto, le specifiche tecnologie implementate, la localizzazione geografica e i fornitori scelti.

### 5.1 Considerazioni generali sulle BAT

Il capitolo include un'analisi generale delle principali tipologie di BAT che includano il monitoraggio, la riduzione del consumo di acqua e di energia e la gestione delle sostanze chimiche.

#### 5.1.1 Monitoraggio

Una delle BAT principali consiste nel monitorare almeno una volta all'anno:

- ▷ il consumo annuo di acqua, energia e materiali utilizzati, compresi i materiali tessili e prodotti chimici di processo;



- ▷ la quantità annua di acque reflue generate;
- ▷ la quantità annua di materiali recuperati o riutilizzati;
- ▷ la quantità annua di ciascuna tipologia di rifiuto generato e inviato a smaltimento.

## 5.1.2 Consumo di acqua e produzione di acque reflue

Al fine di ridurre il consumo di acqua e la produzione di acque reflue, la BAT consiste nell'utilizzare le tecniche (a), (b) e (c) e un'appropriata combinazione delle tecniche da (d) a (j) indicate di seguito.

Oggetto della soluzione	Soluzione	Applicabilità
a) Piano di gestione delle acque e audit idrici	Comprendono: <ul style="list-style-type: none"> <li>• diagrammi di flusso e bilanci di massa dell'acqua dell'impianto e dei processi;</li> <li>• definizione degli obiettivi di efficienza idrica;</li> <li>• implementazione di tecniche di ottimizzazione idrica (ad esempio controllo dell'utilizzo dell'acqua, riutilizzo/riciclaggio, rilevamento e riparazione di perdite).</li> </ul>	L'applicabilità può essere limitata da caratteristiche dei materiali tessili e/o specifiche del prodotto, dal layout del sistema di raccolta dell'acqua o dal livello di complessità dell'impianto.
b) Ottimizzazione della produzione	Comprende: <ul style="list-style-type: none"> <li>• ottimizzazione combinata dei processi;</li> <li>• pianificazione ottimizzata dei processi <i>batch</i>.</li> </ul>	Generalmente applicabile
c) Segregazione dei flussi di acqua inquinati e non	I flussi d'acqua vengono raccolti separatamente, in base al contenuto di sostanze inquinanti e alle tecniche di trattamento richieste. Successivamente, i flussi di acqua inquinata (ad esempio processi esauriti) e i flussi non inquinati (es. acque di raffreddamento) che possono essere riutilizzate senza trattamento vengono separate dai flussi che richiedono trattamenti.	L'applicabilità può essere limitata da caratteristiche dei materiali tessili e/o specifiche del prodotto, dal layout del sistema di raccolta dell'acqua o dal livello di complessità dell'impianto.
d) Processi che utilizzano poca o nulla quantità di acqua	I processi includono il trattamento al plasma/laser o trattamento con ozono.	L'applicabilità può essere limitata da caratteristiche dei materiali tessili e/o specifiche del prodotto, dal layout del sistema di raccolta dell'acqua o dal livello di complessità dell'impianto.

Oggetto della soluzione	Soluzione	Applicabilità
e) Ottimizzazione dei liquori di processo utilizzati	I processi <i>batch</i> vengono eseguiti con sistemi a basso contenuto di liquori di tintura. I processi continui vengono eseguiti con sistemi di applicazione a volumi ridotti, come la spruzzatura.	Generalmente applicabile
f) Pulizia ottimizzata dei macchinari	Ciò comprende: <ul style="list-style-type: none"> <li>• pulizia senza acqua (ad esempio strofinando o spazzolando superfici interne dei serbatoi, prelavaggio meccanico);</li> <li>• più passaggi di pulizia con basse quantità di acqua; l'acqua dell'ultima fase di pulizia potrebbe essere riutilizzata per pulire un'altra parte dell'attrezzatura.</li> </ul>	L'applicabilità può essere limitata da caratteristiche dei materiali tessili e/o specifiche del prodotto, dal layout del sistema di raccolta dell'acqua o dal livello di complessità dell'impianto.
g) Fasi di batch, lavaggio e risciacquo ottimizzate	Ciò comprende: <ul style="list-style-type: none"> <li>• utilizzo di serbatoi ausiliari per lo stoccaggio temporaneo dell'acqua spesa per il lavaggio/ risciacquo o dei liquori di processo freschi o esauriti.</li> <li>• passaggi multipli di scarico e riempimento per il risciacquo e lavaggio con poca acqua.</li> </ul>	L'applicabilità può essere limitata da caratteristiche dei materiali tessili e/o specifiche del prodotto, dal layout del sistema di raccolta dell'acqua o dal livello di complessità dell'impianto.
h) Ottimizzazione dei processi continui, di lavaggio e risciacquo	Ciò comprende: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparazione tempestiva del liquore basata su misurazioni on-line;</li> <li>• chiusura automatica dell'afflusso dell'acqua di lavaggio quando la lavatrice si ferma;</li> <li>• risciacquo e lavaggio in controcorrente;</li> <li>• disidratazione meccanica intermedia dei materiali tessili per ridurre il riporto dei prodotti chimici di processo.</li> </ul>	Generalmente applicabile
i) Riutilizzo o riciclo dell'acqua	I flussi d'acqua possono essere separati e/o pretrattati (ad esempio filtrazione su membrana, evaporazione) prima del riutilizzo e/o riciclaggio, ad es. per pulizia, risciacquo, raffreddamento o nella lavorazione dei materiali tessili.	Generalmente applicabile
j) Riutilizzo dei liquori di processo	Il liquore di processo, compreso quello estratto da materiali tessili mediante disidratazione meccanica, può essere riutilizzato dopo analisi e l'eventuale reintegro.	Generalmente applicabile

Tabella 5.1 - Dettaglio delle soluzioni per ridurre il consumo di acqua e la produzione di acque reflue.

### 5.1.3 Efficienza energetica

Al fine di utilizzare l'energia in modo efficiente, la BAT consiste nell'utilizzare le tecniche a), b), c) e d), e una combinazione appropriata delle tecniche da (e) a (k) fornite di seguito.

Oggetto della soluzione	Soluzione	Applicabilità
a) Piano di efficienza energetica e audit energetici	Comprendono: <ul style="list-style-type: none"> <li>• diagrammi di flusso energetico degli impianti e dei processi;</li> <li>• fissare obiettivi in termini di efficienza energetica (es. MWh/t di materiali tessili trattati);</li> <li>• attuare azioni per raggiungere tali obiettivi.</li> </ul>	L'applicabilità può essere limitata da caratteristiche dei materiali tessili e/o specifiche del prodotto, dal layout del sistema di raccolta dell'acqua o dal livello di complessità dell'impianto.
b) Ottimizzazione della produzione	Schedulazione ottimizzata dei lotti di tessuto da sottoporre a trattamento termico per minimizzare l'uso delle attrezzature.	Generalmente applicabile
c) Utilizzo di tecniche generali di <i>energy saving</i>	Ciò comprende: <ul style="list-style-type: none"> <li>• manutenzione e controllo del bruciatore;</li> <li>• motori ad alta efficienza energetica;</li> <li>• illuminazione a risparmio energetico;</li> <li>• ottimizzazione dei sistemi di distribuzione del vapore;</li> <li>• ispezione e manutenzione regolari dei sistemi di distribuzione del vapore per prevenire o ridurre le perdite di vapore;</li> <li>• sistemi di controllo dei processi;</li> <li>• variatori di velocità;</li> <li>• ottimizzazione della climatizzazione e del riscaldamento dell'edificio.</li> </ul>	Generalmente applicabile
d) Ottimizzazione della domanda termica	Ciò comprende: <ul style="list-style-type: none"> <li>• ridurre le perdite di calore isolando i componenti dell'apparecchiatura e il rivestimento delle vasche contenenti i liquori caldi;</li> <li>• ottimizzare la temperatura dell'acqua di risciacquo;</li> <li>• evitare il surriscaldamento dei bagni di processo.</li> </ul>	Generalmente applicabile

Oggetto della soluzione	Soluzione	Applicabilità
e) Tintura <i>wet-on-wet</i> o finitura dei tessuti	I liquori di tintura o di rifinitura vengono applicati direttamente sul tessuto bagnato, evitando così una fase di asciugatura intermedia.	L'applicabilità può essere limitata da caratteristiche dei materiali tessili e/o specifiche del prodotto, dal layout del sistema di raccolta dell'acqua o dal livello di complessità dell'impianto.
f) Cogenerazione	Cogenerazione di calore ed elettricità dove il calore (principalmente proveniente dal vapore in uscita dalla turbina) è utilizzato per la produzione di acqua calda/vapore da utilizzare in processi/attività industriali o in una rete di riscaldamento/raffreddamento.	L'applicabilità può essere limitata da caratteristiche dei materiali tessili e/o specifiche del prodotto, dal layout del sistema di raccolta dell'acqua o dal livello di complessità dell'impianto.
g) Riciclaggio del calore dell'acqua di raffreddamento	Ciò evita la necessità di riscaldare l'acqua fredda.	Generalmente applicabile
h) Riutilizzo del calore dei liquori di processo	Ciò evita la necessità di riscaldare i liquori di processo freddi.	Generalmente applicabile
i) Recupero di calore dalle acque reflue	Il calore delle acque reflue viene recuperato mediante scambiatori di calore, ad es. per riscaldare il liquore di processo.	Generalmente applicabile
j) Recupero di calore dai gas di scarico	Il calore dai gas di scarico (ad esempio dal trattamento termico di materiali tessili, caldaie a vapore) viene recuperato da scambiatori di calore e utilizzato (ad esempio per riscaldare il processo acqua o per preriscaldare l'aria comburente).	Generalmente applicabile
k) Recupero di calore dal vapore di processo	Il calore, ad es. dalla condensa calda e dallo scarico della caldaia, viene recuperato.	Generalmente applicabile

Tabella 5.2 - Dettaglio delle soluzioni per utilizzare l'energia in modo efficiente.

## 5.1.4 Gestione, consumo e sostituzione dei prodotti chimici

Al fine di ridurre il consumo di sostanze chimiche, la BAT consiste nell'utilizzare tutte le sostanze chimiche tecniche indicate di seguito.

Oggetto della soluzione	Soluzione	Applicabilità
a) Riduzione della necessità processare sostanze chimiche	Ciò comprende: <ul style="list-style-type: none"> <li>• rivedere e ottimizzare regolarmente la formulazione di prodotti chimici di processo e liquori;</li> <li>• ottimizzazione della produzione.</li> </ul>	Generalmente applicabile
b) Riduzione dell'utilizzo di agenti complessanti	L'uso di acqua dolce/addolcita riduce la quantità di agenti complessanti utilizzati nei liquidi di processo, ad esempio per tintura o candeggio.	Non applicabile a lavaggio e risciacquo.
c) Trattamento di materiali tessili con enzimi	Gli enzimi vengono selezionati e utilizzati per catalizzare le reazioni con materiali tessili in modo da abbassare il consumo di prodotti chimici.	L'applicabilità può essere limitata dalla disponibilità di enzimi idonei
d) Sistemi automatici di preparazione dosaggi per sostanze chimiche e liquori	Sistemi automatici di pesatura, dosaggio, dissoluzione, misurazione ed erogazione che garantiscono precisione nella consegna di prodotti chimici di processo e liquori di processo alle macchine di produzione.	L'applicabilità agli impianti esistenti potrebbe essere limitata dalla mancanza di spazio, la distanza tra le macchine di preparazione e di produzione o da frequenti cambiamenti dei prodotti chimici di processo e liquori di processo.
e) Ottimizzazione della quantità di prodotti chimici utilizzati	I processi <i>batch</i> vengono eseguiti con sistemi a basso contenuto di liquori di tintura. I processi continui vengono eseguiti con sistemi di applicazione a volumi ridotti, come la spruzzatura.	Generalmente applicabile
f) Riutilizzo dei liquori di processo	Il liquore di processo, compreso quello estratto da materiali tessili mediante disidratazione meccanica, può essere riutilizzato dopo analisi e l'eventuale reintegro.	Generalmente applicabile
g) Recupero e utilizzo degli avanzi di processo delle sostanze chimiche	I prodotti chimici residui del processo vengono recuperati e utilizzati nel processo. Il grado di utilizzo può essere limitato dal contenuto di impurità e dalla deperibilità dei prodotti chimici.	Generalmente applicabile

Tabella 5.3 - Dettaglio delle soluzioni per ridurre il consumo di sostanze chimiche.

## 5.1.5 Emissioni nel suolo e nelle falde acquifere

Al fine di prevenire o ridurre le emissioni nel suolo e nelle falde acquifere e per migliorare le prestazioni complessive della movimentazione e dello stoccaggio delle sostanze chimiche di processo, la BAT è utilizzare tutte le tecniche indicate di seguito.

Oggetto della soluzione	Soluzione	Applicabilità
a) Tecniche per ridurre la probabilità e impatto ambientale di traboccamenti e danneggiamenti di serbatoi di processo e di stoccaggio	<p>Ciò comprende:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Immersione e ritiro lenti dei materiali tessili dalle acque di processo per evitare fuoriuscite;</li> <li>• regolazione automatica del livello dei liquori di processo;</li> <li>• evitare l'iniezione diretta di acqua per riscaldare o raffreddare il liquido di processo;</li> <li>• rilevatori di troppo-pieno;</li> <li>• convogliare gli straripamenti in un altro serbatoio;</li> <li>• localizzazione serbatoi per liquidi in un luogo adatto al contenimento secondario (con volume dimensionato per ospitare almeno la perdita completa del liquido del più grande serbatoio che si trova all'interno del secondario contenimento);</li> <li>• isolamento dei serbatoi e del contenimento secondario (ad esempio chiudendo le valvole);</li> <li>• garantire che le superfici e le aree di stoccaggio siano impermeabili ai liquidi interessati.</li> </ul>	Generalmente applicabile
b) Ispezione e manutenzioni regolari degli impianti di processo	<p>Gli impianti e le attrezzature vengono regolarmente ispezionate per garantirne il corretto funzionamento; questo include in particolare il verificarne l'integrità e/o l'assenza di perdite di valvole, pompe, tubi, serbatoi e contenitori/raccordi nonché il corretto funzionamento dei sistemi di allarme (es. troppo-pieno, rilevatori).</p>	Generalmente applicabile

Oggetto della soluzione	Soluzione	Applicabilità
c) Archiviazione ottimizzata dei prodotti chimici	Le aree di stoccaggio vengono posizionate in modo tale da eliminare o minimizzare il trasporto superfluo di prodotti chimici all'interno dell'impianto (ad es. le distanze di trasporto in loco vengono minimizzate).	L'applicabilità può essere soggetta a problemi di spazio
d) Area dedicata per lo scarico di sostanze chimiche contenenti sostanze pericolose	Prodotti chimici di processo contenenti sostanze pericolose vengono scaricati in un'area delimitata. Le fuoriuscite occasionali vengono anche raccolte e inviate a trattamento.	Generalmente applicabile
e) Stoccaggio separato di prodotti chimici di processo	Le sostanze chimiche di processo incompatibili vengono conservate separatamente. Questa segregazione può essere fisica o basarsi sull'inventario dei prodotti chimici.	Generalmente applicabile
f) Manipolazione e stoccaggio di confezioni contenenti prodotti chimici di processo	Imballaggi contenenti i liquidi dei prodotti chimici vengono completamente svuotati per gravità o mediante mezzi meccanici (ad esempio spazzolatura, strofinamento) senza l'uso di acqua. Le confezioni contenenti prodotti chimici di processo in polvere vengono svuotate per gravità se piccoli imballaggi e utilizzata l'aspirazione per imballaggi di grandi dimensioni. Gli imballaggi vuoti vengono stoccati in un'area dedicata.	Generalmente applicabile

Tabella 5.4 - Dettaglio delle soluzioni per ridurre o prevenire le emissioni nel suolo.

## 5.2 Principali opportunità legate alle fasi del processo produttivo

Di seguito vengono ripotate le principali opportunità di efficientamento energetico per le principali fasi del processo produttivo.

### 5.2.1 Sgrassatura (pretrattamento delle fibre di lana grezza)

Per utilizzare l'energia in modo efficiente, la BAT consiste nell'utilizzare tutte le tecniche indicate sotto.

Oggetto della soluzione	Soluzione	Applicabilità
a) Ciotole per la purga coperta	Le ciotole per la pulizia sono dotate di coperchi per evitare il calore perduto per convezione o evaporazione.	Solo in nuovi impianti o per importanti aggiornamenti impiantistici
b) Ottimizzazione della temperatura dell'ultima ciotola per purga	La temperatura dell'ultima bacinella è ottimizzata per aumentare l'efficienza della successiva disidratazione meccanica della lana e l'essiccazione.	Generalmente applicabile
c) Riscaldamento diretto	Le vasche di pulizia e gli essiccatori vengono riscaldati direttamente per evitare le perdite di calore che si verificano nella generazione e distribuzione del vapore.	Solo in nuovi impianti o per importanti aggiornamenti impiantistici

Tabella 5.5 - Dettaglio delle soluzioni per utilizzare l'energia in modo efficiente (nella fase di sgrassatura).

## 5.2.2 La filatura di fibre (diverse da fibre sintetiche) e la produzione di tessuti

Al fine di ridurre le emissioni nell'acqua derivanti dall'uso di prodotti chimici per l'apprettatura, la BAT è utilizzare tutte le tecniche indicate di seguito.

Oggetto della soluzione	Soluzione	Applicabilità
a) Dimensionamento dei prodotti chimici	Dimensionamento dei prodotti chimici con miglioramento delle prestazioni ambientali in termini di quantità necessaria, lavabilità, recuperabilità e/o bioeliminabilità/biodegradabilità.	Generalmente applicabile
b) Pre-bagnatura dei filati di cotone	I filati di cotone vengono preliminarmente immersi in acqua calda. Ciò consente una riduzione degli importi di prodotti chimici utilizzati per il dimensionamento dei filati.	L'applicabilità può essere limitata da specifiche del prodotto (ad esempio quando è necessaria una elevata tensione sulla fibra durante la tessitura).
c) Filatura compatta	I filati di fibra vengono compressi mediante aspirazione o mediante compattazione meccanica o magnetica. Ciò consente a riduzione della quantità di prodotti chimici utilizzati per la collatura.	L'applicabilità può essere limitata da specifiche del prodotto (ad esempio quando è necessaria una elevata tensione sulla fibra durante la tessitura).

Tabella 5.6 - Dettaglio delle soluzioni per ridurre le emissioni in acqua (nella fase di filatura).



Per utilizzare l'energia in modo efficiente, la BAT consiste nell'utilizzare la tecnica a) e una o entrambe delle tecniche (b) e (c) indicate di seguito.

Oggetto della soluzione	Soluzione	Applicabilità
a) Uso di tecniche generali di risparmio energetico per filatura e tessitura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ridurre, per quanto possibile, il volume della zona di produzione (es. installando un controsoffitto) per ridurre la quantità di energia necessaria per umidificare l'aria ambiente;</li> <li>• Utilizzare sensori avanzati che rilevino la rottura del filo, per fermare la filatura o le macchine per tessere.</li> </ul>	Generalmente applicabile
b) Tecniche di risparmio energetico per la filatura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizzare fusi e bobine più leggeri negli anelli;</li> <li>• Utilizzare olio per mandrini con viscosità ottimale;</li> <li>• Mantenere il filato con un livello di oliatura ottimale;</li> <li>• Ottimizzare il diametro dell'anello rispetto al diametro del filo;</li> <li>• Avvio graduale degli anelli rotativi;</li> <li>• Utilizzare la rotazione a vortice;</li> <li>• Ottimizzare la movimentazione delle bobine vuote nei trasportatori (macchine per roccatura).</li> </ul>	L'applicabilità può essere limitata da specifiche del prodotto (ad esempio quando è necessaria una elevata tensione sulla fibra durante la tessitura).
c) Tecniche di risparmio energetico per la tessitura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evitare un'eccessiva pressione dell'aria per la tessitura a getto d'aria;</li> <li>• Utilizzare un telaio a doppia larghezza per grandi volumi lotti.</li> </ul>	Un telaio a doppia larghezza può essere applicabile solo per nuovi impianti o per <i>upgrade</i> di impianti di grandi dimensioni

Tabella 5.7 - Dettaglio delle soluzioni per utilizzare l'energia in modo efficiente (nella fase di filatura).

### 5.2.3 Pretrattamento dei materiali tessili diversi dalle fibre di lana grezza

Per utilizzare le risorse e l'energia in modo efficiente e per ridurre il consumo di acqua e la produzione di acque reflue, la BAT consiste nell'utilizzare entrambe le tecniche (a) e (b), in combinazione con la tecnica (c) o in combinazione con la tecnica (d) indicata di seguito.

Oggetto della soluzione	Soluzione	Applicabilità
a) Pretrattamento combinato del cotone tessile	Varie operazioni di pretrattamento dei tessuti di cotone (ad esempio lavaggio, sbozzima, purga e candeggio) effettuate simultaneamente.	Generalmente applicabile
b) Trattamento "pad-batch" a freddo del cotone tessile	La sbozzima e/o il candeggio vengono eseguiti con la tecnica pad-batch a freddo.	Generalmente applicabile
c) Singolo o limitato numero di sbozzimature dei liquori	Viene ridotto il numero di bagni di sbozzimatura per la rimozione diversi tipi di prodotti chimici di collatura. In alcuni casi, ad es. per vari materiali cellulosici, può essere utilizzata una singola soluzione di sbozzima ossidativa.	Generalmente applicabile
d) Recupero e riutilizzo dei prodotti chimici acqua-solubili	Quando la sbozzimatura viene effettuata mediante lavaggio con acqua calda, prodotti chimici di collatura solubili in acqua (ad esempio polivinile alcool e carbossimetilcellulosa) vengono recuperati dall'acqua di lavaggio mediante ultrafiltrazione. Il concentrato viene riutilizzato per il dimensionamento, mentre il permeato viene riutilizzato per il lavaggio.	Applicabile solo dove dimensionamento e rimpicciolimento sono effettuati nello stesso impianto. Potrebbe non essere applicabile per dimensionamento sintetico dei prodotti chimici (es contenente poliestere polioli, poliacrilati o acetato di polivinile).

*Tabella 5.8 - Dettaglio delle soluzioni per utilizzare le risorse in modo efficiente (nel pretrattamento dei materiali tessili).*

Al fine di prevenire o ridurre le emissioni nell'acqua di sostanze contenenti cloro-composti e agenti complessanti, la BAT consiste nell'utilizzare una o entrambe le tecniche indicate sotto.

Oggetto della soluzione	Soluzione	Applicabilità
a) Candeggio senza cloro	Il candeggio viene effettuato con sostanze chimiche senza cloro (ad esempio perossido di idrogeno, acido peracetico o ozono), spesso combinato con un pretrattamento con enzimi.	Potrebbe non essere applicabile al candeggio del lino.

Oggetto della soluzione	Soluzione	Applicabilità
b) Candeggio ottimizzato con perossido di idrogeno	<p>L'uso di agenti complessanti può essere completamente evitato o minimizzato riducendo la concentrazione dei radicali idrossilici durante il candeggio.</p> <p>Ciò si ottiene con:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• utilizzo di acqua dolce/addolcita;</li> <li>• previa rimozione delle impurità metalliche nei materiali tessili (ad esempio mediante separazione magnetica, trattamento chimico o prelavaggio);</li> <li>• controllare il pH e la concentrazione del perossido di idrogeno durante il candeggio.</li> </ul>	Generalmente applicabile

Tabella 5.9 - Dettaglio delle soluzioni per ridurre le emissioni in acqua (nel pretrattamento dei materiali tessili).

## 5.2.4 Tintura

Al fine di utilizzare le risorse in modo efficiente e ridurre le emissioni di tintura nell'acqua, la BAT consiste nell'utilizzare una o una combinazione delle tecniche indicate di seguito.

Oggetto della soluzione	Soluzione	Applicabilità
a) Selezione delle tinture	Vengono selezionati coloranti con agenti disperdenti biodegradabili.	Generalmente applicabile
b) Tintura con agenti realizzati da olio vegetale riciclato	Gli agenti livellanti a base di olio vegetale riciclato vengono utilizzati per la tintura ad alta temperatura del poliestere e nella tintura delle proteine e fibre di poliammide.	Generalmente applicabile
c) Tintura con Ph controllato	Per i materiali tessili con caratteristiche "zwitterioniche" si effettua la tintura a temperatura costante e controllata, abbassando gradualmente il pH del bagno di tintura al di sotto del punto isoelettrico dei materiali.	Generalmente applicabile
d) Rimozione ottimizzata del colorante non fissato con la tintura reattiva	Il colorante non fissato viene rimosso dai materiali tessili utilizzando enzimi e/o polimeri vinilici, così da ridurre il numero di risciacqui necessari.	Generalmente applicabile

Oggetto della soluzione	Soluzione	Applicabilità
e) Sistemi a basso rapporto liquido	È possibile ottenere un basso rapporto liquido migliorando il contatto tra i materiali tessili e le acque di processo (ad esempio creando turbolenze nel liquore di processo), mediante un monitoraggio avanzato del processo, mediante un dosaggio migliorato e applicazione del liquido di processo (ad esempio mediante getti o spruzzatura) ed evitando la miscelazione delle acque di processo con acqua di lavaggio o risciacquo.	Generalmente applicabile
f) Sistemi con applicazione a basso volume	Il tessuto viene impregnato con il liquore di processo mediante spruzzatura, aspirazione a vuoto attraverso il tessuto, schiumatura, imbottitura e immersione nei nip (liquore di processo contenuto nello spazio tra due rulli).	Generalmente applicabile

*Tabella 5.10 - Dettaglio delle soluzioni per ridurre le emissioni di tintura in acqua (nella fase di tintura).*

Al fine di utilizzare le risorse in modo efficiente e ridurre le emissioni nell'acqua provenienti dalla tintura di materiali cellulosici, la BAT consiste nell'utilizzare una o una combinazione delle tecniche indicate sotto.

Oggetto della soluzione	Soluzione	Applicabilità
a) Utilizzo minimo degli agenti riduttori a base di zolfo	La tintura viene effettuata senza solfuro di sodio o idrosolfito come agenti riducenti. Dove ciò non è possibile, vengono utilizzati coloranti parzialmente preridotti (ad esempio coloranti indaco) in modo da aggiungere meno solfuro di sodio o idrosolfito alla tintura.	L'applicabilità può essere limitata da specifiche del prodotto
b) Selezione di coloranti "al tino"	Vengono selezionati coloranti al tino che non sono soggetti ad emissioni durante le fasi di utilizzo del tessuto. Si aggiunge l'utilizzo di ausiliari (es. poliglicoli) per consentire la tintura senza successivi vaporizzazione, ossidazione e lavaggio e per garantire un'adeguata solidità del colore.	Potrebbe non essere applicabile a tinture con sfumature scure

Oggetto della soluzione	Soluzione	Applicabilità
c) Utilizzo di coloranti polifunzionali	Vengono utilizzati coloranti reattivi polifunzionali con più di un gruppo funzionale reattivo, al fine di fornire un alto livello di fissaggio alla tintura.	Generalmente applicabile
d) Tintura a freddo <i>pad-batch</i>	La tintura avviene con la tecnica <i>pad-batch</i> .	Generalmente applicabile
e) Risciacquo ottimizzato	Dopo la tintura con coloranti reattivi si effettua il risciacquo ad alta temperatura (ad esempio fino a 95 °C) e senza utilizzare detersivi. Il calore dell'acqua di risciacquo viene poi recuperato.	Generalmente applicabile
f) Utilizzo di una soluzione con alcali concentrati	Nella tintura <i>pad-batch</i> a freddo vengono utilizzate, per la fissazione dei coloranti, delle soluzioni alcaline acquose concentrate senza il silicato di sodio.	Potrebbe non essere applicabile a tinture con sfumature scure
f) Fissazione a vapore dei coloranti reattivi	I coloranti reattivi sono fissati tramite vapore, evitando l'uso di agenti chimici.	L'applicabilità può essere limitata da specifiche del prodotto

Tabella 5.11 - Dettaglio delle soluzioni per ridurre le emissioni di tintura di materiali cellulosici in acqua (nella fase di tintura).

Al fine di ridurre le emissioni in acqua derivanti dalla tintura della lana, la BAT consiste nell'utilizzare una delle tecniche indicate nel seguente ordine di priorità.

Oggetto della soluzione	Soluzione	Applicabilità
a) Tintura reattiva ottimizzata	La tintura della lana viene effettuata con coloranti reattivi senza mordente al cromo.	Generalmente applicabile
b) Tintura "metal-complex" ottimizzata	La tintura viene effettuata con coloranti metallo-complessi sotto condizioni ottimizzate in termini di pH, al fine di aumentare la fissazione dei coloranti e l'esaurimento dei liquori di tintura.	Potrebbe non essere applicabile a tinture con sfumature scure

Oggetto della soluzione	Soluzione	Applicabilità
c) Utilizzo minimo dei cromati	Quando viene utilizzato di bicromato di sodio o di potassio come il mordente, i cromati vengono dosati in funzione alla quantità di colorante assorbita dalla lana. I parametri di tintura sono ottimizzati per garantire che il liquore di tintura venga esaurito il più possibile.	Generalmente applicabile

Tabella 5.12 - Dettaglio delle soluzioni per ridurre le emissioni di tintura della lana in acqua (nella fase di tintura).

Al fine di ridurre le emissioni in acqua derivanti dalla tintura del poliestere con coloranti dispersi, la BAT consiste nell'utilizzare una o una combinazione delle tecniche indicate di seguito.

Oggetto della soluzione	Soluzione	Applicabilità
a) Tintura in lotti senza l'utilizzo di portatori di colore	La tintura in batch di poliestere e le miscele di poliestere senza lana vengono effettuate ad alta temperatura (ad esempio 130 °C), senza l'uso di supporti coloranti.	Generalmente applicabile
b) Utilizzo di portatori di colore <i>eco-friendly</i>	Viene effettuata la tintura in batch delle miscele poliestere-lana con colorante senza cloro e portatori biodegradabili.	Generalmente applicabile
c) Desorbimento di colorante ottimizzato nella tintura in <i>batch</i>	Ciò comprende: <ul style="list-style-type: none"> <li>• utilizzo di un acceleratore di desorbimento basato su derivati dell'acido carbossilico;</li> <li>• utilizzo di un agente riducente che può essere utilizzato nelle condizioni acide del bagno di tintura;</li> <li>• utilizzo di coloranti dispersi che possono essere desorbiti in condizioni alcaline mediante idrolisi invece che tramite riduzione.</li> </ul>	L'applicabilità può essere limitata da specifiche del prodotto

Tabella 5.13 - Dettaglio delle soluzioni per ridurre le emissioni di tintura del poliestere in acqua (nella fase di tintura).

Tecniche emergenti riferite alla tintura ([55], [56], [57]):

Tecnica	Descrizione	Benefici ambientali attesi	Impatto economico e/o saving energetico
Trattamenti ultrasonici	I trattamenti ad ultrasuoni migliorano la dispersione dei coloranti e degli ausiliari e ne potenziano la capacità di emulsionare e solubilizzare. Ciò consente una migliore omogeneizzazione del liquore. Inoltre, gli ultrasuoni producono un effetto di disaerazione nel bagno di tintura e sul tessuto, che normalmente si ottiene mediante l'aggiunta di speciali ausiliari (agenti disaeranti).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Risparmio energetico (temperature di processo più basse e tempi di ciclo più brevi).</li> <li>• Riduzione dei consumi degli ausiliari.</li> </ul>	N.A.
Tintura elettrochimica	Riduzione del colorante mediante elettrolisi.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ridotto consumo di prodotti chimici</li> <li>• Riduzione delle emissioni nell'acqua.</li> </ul>	N.A.
Tintura reattiva <i>salt-free</i>	Le ciclodestrine vengono utilizzate per incapsulare i coloranti diretti contenuti nelle acque reflue. I coloranti possono quindi essere recuperati e riutilizzati.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riduzione del carico inquinante nelle acque reflue.</li> <li>• Ridotto consumo di coloranti.</li> </ul>	Attualmente la tecnica presenta lo svantaggio di costi elevati per la materia prima (basata su polimeri di ciclodestrine), che può essere superiore al costo dei coloranti recuperati.
Recupero dei coloranti diretti con ciclodestrine	Viene utilizzato un colorante reattivo cationico per la tintura esausta del cotone, che rende obsoleto l'uso dei sali.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nessuna emissione salina in acqua.</li> </ul>	N.A.
Monitoraggio online del processo per il riutilizzo/riciclaggio diretto dei materiali esausti	Per l'analisi del bagno di tintura viene applicato un sistema di automonitoraggio online (in tempo reale) basato sulla spettroscopia Raman, per poter riutilizzare il bagno nella successiva fase di tintura.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ridotto consumo di prodotti chimici (compresi i coloranti).</li> <li>• Riduzione delle emissioni nell'acqua (di coloranti).</li> </ul>	<p>I risparmi/riduzioni ottenuti presso uno stabilimento tessile in Spagna sono i seguenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• risparmio pigmenti: 10-15 %;</li> <li>• risparmio sugli ausiliari: 90-100%;</li> <li>• riduzione del consumo di acqua: 60-80 % (applicabile ai bagni di lavaggio);</li> <li>• riduzione del carico inquinante delle acque reflue: 70-90 %;</li> <li>• riduzione del consumo energetico: 20-25 %;</li> <li>• aumento di una tintura corretta: dall'80-98%.</li> </ul>

Tabella 5.14 - Dettaglio delle tecniche emergenti (nella fase di tintura).

I suddetti sistemi di tintura “eco-compatibili” tendono a ridurre il consumo d'acqua e l'uso di sostanze chimiche, come il sistema di tintura a secco o a CO<sub>2</sub>. I valori di CAPEX per tali tecnologie oscillano da 200.000 a 1.000.000 euro, a seconda della scala dell'impianto.

## 5.2.5 Stampa

Al fine di ridurre il consumo di acqua e la produzione di acque reflue, la BAT consiste nell'ottimizzare la pulizia delle attrezzature di stampa.

Ciò comprende:

- ▷ rimozione meccanica della colla da stampa;
- ▷ avvio e arresto automatico dell'erogazione dell'acqua di pulizia;
- ▷ riutilizzo e/o riciclo dell'acqua utilizzata per la pulizia.

Per utilizzare le risorse in modo efficiente, la BAT consiste nell'utilizzare una combinazione di tecniche indicate di seguito.

Oggetto della soluzione	Soluzione	Applicabilità
a) Stampa digitale <i>jet</i>	Iniezione di colorante sui tessuti controllata da computer.	Solo in nuovi impianti o per importanti aggiornamenti impiantistici
b) Stampa a trasferimento su materiali a tessuto sintetico	Il disegno viene prima stampato su un substrato intermedio (ad esempio carta) utilizzando coloranti dispersi selezionati e viene successivamente trasferito sul tessuto mediante l'applicazione ad alta temperatura e pressione.	Solo in nuovi impianti o per importanti aggiornamenti impiantistici
c) Uso ottimizzato della colla da stampa	Ciò comprende: <ul style="list-style-type: none"> <li>• minimizzazione del volume di alimentazione della colla (ad esempio minimizzando lunghezze e diametri dei tubi);</li> <li>• garantire una distribuzione uniforme della colla;</li> <li>• interrompere l'erogazione della colla appena prima della fine della stampa;</li> <li>• aggiunta manuale di colla per utilizzi di piccole dimensioni.</li> </ul>	Generalmente applicabile
d) Recupero della colla residua nella serigrafia rotativa	La colla residua viene spinta indietro nel contenitore di origine.	L'applicabilità negli impianti esistenti potrebbe essere limitata dall' attrezzatura



Oggetto della soluzione	Soluzione	Applicabilità
e) Riutilizzo della colla residua	La colla residua viene raccolta, ordinata per tipo, conservata e riutilizzata. Il grado di riutilizzo della colla da stampa è limitato dalla sua deperibilità.	Generalmente applicabile

*Tabella 5.15 - Dettaglio delle soluzioni per l'utilizzo di risorse in modo efficiente (nella fase di stampa).*

Al fine di prevenire le emissioni di ammoniaca nell'aria e prevenire la generazione di acque reflue contenenti urea derivanti dalla stampa con coloranti reattivi su materiali cellulosici, la BAT consiste nell'utilizzare una delle tecniche indicate di seguito.

Oggetto della soluzione	Soluzione	Applicabilità
a) Riduzione del contenuto di urea nella colla da stampa	La stampa viene effettuata con una ridotta quantità di urea nelle colle da stampa e controllando il contenuto di umidità dei materiali tessili.	-
b) Stampa a due passaggi	La stampa viene effettuata senza urea, mediante due passaggi di imbottitura con essiccazione intermedia e aggiunta di agenti fissativi (ad esempio silicato di sodio).	-

*Tabella 5.16 - Dettaglio delle soluzioni per ridurre le emissioni di ammoniaca (nella fase di stampa).*

Al fine di ridurre le emissioni di composti organici (es. formaldeide) e ammoniaca nell'aria dalla stampa con pigmenti, la BAT consiste nell'utilizzare prodotti chimici con aumentate prestazioni ambientali.

Ciò comprende:

- ▷ addensanti privi o con basso contenuto di sostanze organiche volatili;
- ▷ agenti fissativi con basso potenziale di rilascio di formaldeide;
- ▷ leganti a basso contenuto di ammoniaca e basso potenziale di rilascio di formaldeide.

Tecniche emergenti riferite alla stampa ([55], [56], [57]):

Tecnica	Descrizione	Benefici ambientali attesi	Impatto economico e/o saving energetico
Utilizzo di leganti da stampa a base di caseina	L'acido caseinico viene utilizzato come legante per la stampa in alternativa alle resine acriliche utilizzate nella stampa del settore tessile.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ridotto consumo di prodotti chimici.</li> <li>• Riduzione delle emissioni nell'acqua.</li> </ul>	N.A.
Plasticanti esenti da ftalati per la stampa tessile	Il poliuretano e il poliacrilato sono utilizzati come materiali alternativi per sostituire ftalati e PVC dalle stampe.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riduzione delle emissioni nell'acqua.</li> <li>• Evitare l'uso di sostanze pericolose nel prodotto tessile.</li> </ul>	N.A.
Stampa rotativa a sublimazione	Utilizza coloranti che, riscaldati, passano direttamente da solido a gas e si fissano sul tessuto, riducendo l'uso di acqua e permettendo una stampa continua su materiali in poliestere.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riduzione uso dell'acqua.</li> </ul>	Le stampanti rotative a sublimazione di qualità industriale richiedono un investimento iniziale di circa 100.000 - 300.000 €. Il costo può salire se si aggiungono accessori per la gestione automatica del tessuto.
Stampa <i>inkjet</i> ad alta velocità	Tecnologia a getto d'inchiostro ottimizzata per alte velocità, adatta a piccole e medie tirature.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Minore consumo di inchiostro rispetto alle tecnologie convenzionali.</li> </ul>	Le macchine industriali <i>inkjet</i> ad alta velocità richiedono investimenti tra 150.000 e 500.000 €, a seconda della complessità e della risoluzione richiesta.

Tabella 5.17 - Dettaglio delle tecniche emergenti (nella fase di stampa).

## 5.2.6 Finissaggio

Tecniche principali riferite alle diverse attività comprese nella categoria del "finissaggio" tessile.

### 1. Controllo

Al fine di ridurre le emissioni di formaldeide nell'aria derivanti dalle finiture di controllo di materiali tessili costituiti da fibre cellulosiche e/o miste di cellulosiche e sintetiche fibre, la BAT consiste nell'utilizzare agenti reticolanti privi o con un basso potenziale di rilascio di formaldeide.

### 2. Ammorbidimento/addolcimento

Al fine di migliorare le prestazioni ambientali complessive dell'addolcimento, le BAT consiste nell'utilizzare una delle tecniche indicate di seguito.

Oggetto della soluzione	Soluzione	Applicabilità
a) Applicazione di ammorbidenti a basso volume	Gli agenti ammorbidenti non vengono aggiunti al bagno di tintura ma applicati in una fase del processo differente mediante imbottitura, spruzzatura o schiumatura.	-
b) Ammorbidimento del cotone tramite enzimi	Gli enzimi vengono utilizzati per l'ammorbidimento, eventualmente in combinazione con il lavaggio o tintura.	-

*Tabella 5.18 - Dettaglio delle soluzioni relative all'ammorbidimento (nella fase di finissaggio).*

### 3. Ritardanti di fiamma

Al fine di migliorare le prestazioni ambientali complessive, in particolare a prevenire o ridurre le emissioni nell'ambiente e i rifiuti delle finiture per ritardanti di fiamma, la BAT consiste nell'utilizzare una o entrambe le tecniche indicate di seguito, dando priorità alla tecnica (a).

Oggetto della soluzione	Soluzione	Applicabilità
a) Utilizzo di materiali tessili con proprietà di ritardanti di fiamma	Vengono utilizzati tessuti che non richiedono ritardanti di fiamma.	L'applicabilità può essere limitata da specifiche del prodotto
b) Selezione dei ritardanti di fiamma	<p>I ritardanti di fiamma vengono selezionati considerando:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• i rischi ad essi associati, in particolare in termini di persistenza e tossicità, compreso il potenziale di sostituzione;</li> <li>• la composizione e la forma del tessuto materiale da trattare;</li> <li>• le specifiche del prodotto (ad es. combinazione fra ritardante di fiamma e repellenza a olio/acqua, durabilità al lavaggio).</li> </ul>	Generalmente applicabile

*Tabella 19 - Dettaglio delle soluzioni relative ai ritardanti di fiamma (nella fase di finissaggio).*

### 4. Finiture oleorepellenti, idrorepellenti e antimacchia

Al fine di migliorare le prestazioni ambientali complessive, la BAT consiste nell'utilizzare prodotti oleorepellenti, idrorepellenti e antisporco con

proprietà ambientali e prestazioni migliorate.

Questi elementi vengono selezionati considerando:

- ▷ i rischi ad essi associati, in particolare in termini di persistenza e tossicità, inclusa la possibilità di sostituzione (ad esempio PFAS);
- ▷ la composizione e la forma dei materiali tessili da trattare;
- ▷ le specifiche del prodotto (ad es. repellenza combinata a olio, acqua, sporco e ritardo di fiamma).

## 5. Finissaggio irrestringibile della lana

Al fine di ridurre le emissioni in acqua derivanti dal finissaggio irrestringibile della lana, a BAT consiste nell'utilizzare prodotti chimici anti-infiltramento privi di cloro. L'applicabilità può essere limitata dalle specifiche del prodotto.

## 6. Antitarne

Al fine di ridurre il consumo di agenti antitarne, la BAT consiste nell'utilizzarne uno o una combinazione delle tecniche indicate di seguito.

Oggetto della soluzione	Soluzione	Applicabilità
a) Selezione degli ausiliari di tintura	Quando gli agenti antitarne vengono aggiunti direttamente nei liquori coloranti, vengono selezionati degli ausiliari di tintura (es. livellanti, agenti) che non ne ostacolano l'assorbimento.	Generalmente applicabile
b) Applicazione di agenti antitarne a basso volume	In caso di spruzzatura, l'eccesso di soluzione antitarne viene recuperata dai materiali tessili mediante centrifugazione e riutilizzata.	Generalmente applicabile

*Tabella 5.20 - Dettaglio delle soluzioni relative all'applicazione dell'antitarne (nella fase di finissaggio).*

## 7. Laminazione

Al fine di ridurre le emissioni di composti organici nell'aria derivanti dalla laminazione, la BAT consiste nell'utilizzare la laminazione a caldo invece della laminazione a fiamma. Potrebbe non essere applicabile ai tessuti sottili e potrebbe essere limitato dalla forza del legame tra il laminato e i materiali tessili.

Tecniche emergenti riferite alla fase di finissaggio ([55], [56], [57]):

Tecnica	Descrizione	Benefici ambientali attesi	Impatto economico e/o saving energetico
Anti- infeltrimento enzimatico	Gli enzimi vengono utilizzati per la seconda fase di trattamento al posto dei sistemi anti- <i>infeltrimento</i> più convenzionali.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nessun composto di cloro utilizzato o emesso.</li> <li>Riduzione dell'uso di sostanze chimiche pericolose.</li> </ul>	Costi di implementazione che possono variare tra 100.000 e 200.000 €.
Plasma per anti- infeltrimento	La lana passa attraverso il campo di plasma dove si trovano elettroni, ioni, specie radicaliche, UV e radiazioni visibili nel plasma che alterano il profilo di attrito della superficie della fibra, eliminando il normale effetto <i>infeltrimento</i> della lana non trattata.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nessuna emissione in acqua.</li> </ul>	L'investimento per un sistema di trattamento al plasma può variare tra 400.000 e 700.000 €, a seconda della scala di produzione e delle specifiche tecniche.
Tecnologia ad ozono	L'ozono è usato per trattamenti di sbiancamento e per la riduzione della colorazione delle acque reflue. Il processo è molto più rapido e consuma meno risorse rispetto ai metodi tradizionali.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Riduzione della colorazione.</li> <li>Riduzione dell'uso di sostanze chimiche pericolose.</li> </ul>	Gli impianti a ozono possono avere costi di installazione tra i 300.000 e i 600.000 €, ma permettono significativi risparmi su scala medio-lunga, sia in termini di consumo energetico che di riduzione dei trattamenti delle acque reflue.
Macchinari a basso consumo energetico ( <i>jet dyeing</i> e <i>overflow dyeing</i> )	Questi macchinari riducono il rapporto di bagno, quindi meno acqua e sostanze chimiche sono necessarie per unità di tessuto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Miglioramento della qualità del prodotto finito.</li> </ul>	Investimento variabile tra 500.000 e 800.000 €, ma con un ritorno dell'investimento grazie al risparmio energetico e al minor consumo di prodotti chimici.

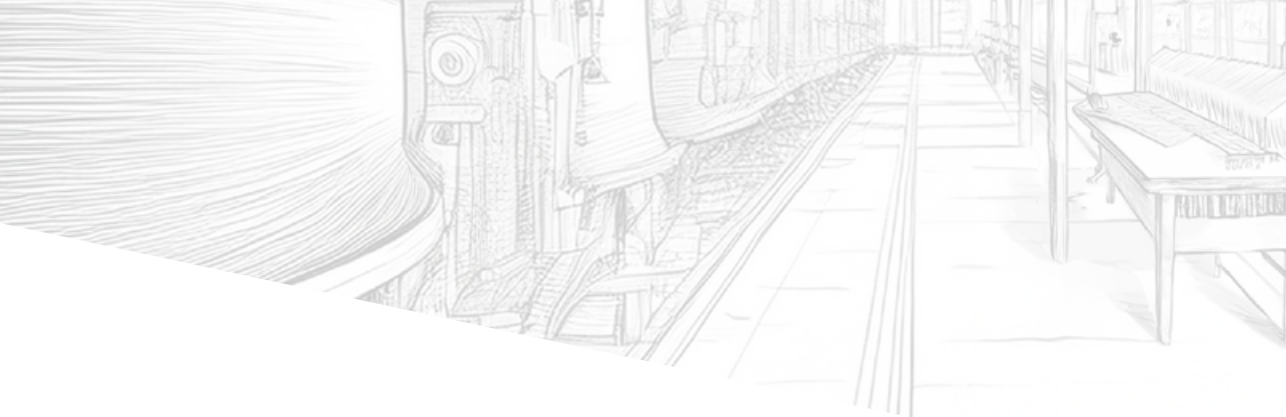
Tabella 5.21 - Dettaglio delle tecniche emergenti (nella fase di finissaggio).

Tecniche emergenti riferite, in particolare, alla laminazione e al rivestimento ([55], [56], [57]):

Tecnica	Descrizione	Benefici ambientali attesi	Impatto economico e/o saving energetico
Polimerizzazione con fascio di elettroni	I fasci di elettroni avviano reazioni di polimerizzazione tramite radicali liberi che possono poi essere utilizzate per spalmatura, laminazione e per reazioni di copolimerizzazione ad innesto su monomeri tessili prespalmati o prepolimeri.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Riduzione delle emissioni di COV nell'aria.</li> </ul>	N.A.

Tecnica	Descrizione	Benefici ambientali attesi	Impatto economico e/o saving energetico
Nanotecnologie per rivestimenti Funzionali	L'introduzione di rivestimenti nanotecnologici può migliorare le caratteristiche dei tessuti, rendendoli resistenti all'acqua, antimacchia e antibatterici.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Riduzione dell'uso di sostanze chimiche pericolose.</li> </ul>	200.000 - 400.000 euro, con costi che variano in base alla scala di produzione e alla complessità dell'infrastruttura richiesta.
Sistemi di riciclo in linea	Alcune tecnologie permettono di recuperare gli scarti di laminazione e rivestimento direttamente in linea, riducendo i rifiuti e contenendo i costi delle materie prime.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Riduzione quantitativa del di scarti.</li> </ul>	80.000 - 200.000 euro per i sistemi di raccolta e riciclo, con un ritorno sugli investimenti che può avvenire in 3-5 anni grazie alla riduzione del fabbisogno di materiale nuovo.

Tabella 5.22 - Dettaglio delle tecniche emergenti per la laminazione (nella fase di finissaggio).



# **ANALISI DEGLI INTERVENTI**

**6**

## 6. Analisi degli interventi

Questo capitolo conclusivo ha lo scopo di mettere a fattor comune le soluzioni che esperti del settore hanno individuato per efficientare i siti del settore tessile. Viene pertanto riportata un'analisi degli interventi di efficientamento energetico realizzati o proposti (individuati) all'interno delle diagnosi energetiche suddivisi per aree di intervento.

### 6.1 Metodologia di analisi

Per l'organizzazione e l'analisi dei dati, inerenti sia gli interventi realizzati che proposti, presenti nelle diagnosi energetiche è stata messa a punto una metodologia replicabile per ogni ATECO e aggiornabile nel tempo [61]. Tale approccio è diretto a monitorare i risparmi conseguiti e potenziali e fornire informazioni utili agli operatori del settore e ai decisori politici.

Per una migliore comprensione delle informazioni presenti nel capitolo si forniscono le seguenti descrizioni:

- ▷ **Area di intervento.** È una famiglia omogenea all'interno della quale sono presenti una serie di tipologie di interventi afferenti a diverse tipologie (sotto-aree). In particolare, sono state definite 17 Aree di Intervento o famiglie di intervento. In *Tabella 6.1* è riportata una loro descrizione con la relativa ripartizione in sotto aree di intervento, fornendo inoltre alcuni esempi<sup>1</sup>.
- ▷ **Calcolo risparmi energetici.** I risparmi di energia sono stati calcolati in energia primaria e, a seconda dell'area di intervento, anche in energia finale. Infatti, i risparmi energetici complessivi, relativi a tutte e 17 le aree di intervento, sono stati conteggiati in energia primaria in modo da poter elaborare grafici, tabelle e mappe di sintesi. In aggiunta, per tutte le aree tranne "Produzione da fonti rinnovabili" e "Cogenerazione/Trigenerazione" i risparmi sono stati calcolati anche in termini di energia finale. Per gli interventi che prevedono un'autoproduzione di energia, appartenenti alle due aree citate, si preferisce riferirsi unicamente a risparmi di energia primaria.

---

<sup>1</sup> L'elenco di interventi riportato nella seconda colonna intende avere un carattere esemplificativo e non esaustivo di tutti i possibili interventi. Chiaramente ogni area di intervento sarà più o meno rilevante a seconda delle specificità del codice ATECO esaminato e anche del sito produttivo oggetto di diagnosi. A seconda del settore ATECO, per aree di particolare importanza sono state definite delle sotto aree per poi esaminarle con indicatori quantitativi e grafici.



▷ **Indicatori di interesse.** Per la rappresentazione delle informazioni utili alla valutazione degli interventi sono stati individuati degli indicatori di interesse così elencabili (se contrassegnati con asterisco disponibili solo per interventi individuati):

- Risparmio totale di energia finale [tep/anno].
- Risparmio totale di energia primaria [tep/anno].
- Risparmi per tipologia: Risparmi di energia elettrica [kWh/anno e tep/anno], Risparmi di energia termica [kWh/anno e tep/anno], Risparmi di carburante [tep/anno], Altri risparmi [tep/anno].
- Investimento [€].
- Tempo di ritorno semplice [anni]\*.
- Tasso di attualizzazione [%]\*.
- Valore attuale netto [€]\*.
- Emissioni di CO<sub>2</sub> [t].
- Costo efficacia, definito come Investimento/Risparmio di energia finale o primaria [€/tep] e Investimento/Risparmio di emissioni [€/t CO<sub>2</sub>].
- Risparmio energetico e di emissioni per intervento.
- Risparmi elettrici e termici totali e medi per area di intervento.
- Risparmi totali di energia primaria rapportati ai consumi totali di energia primaria, risparmi totali di energia elettrica e termica rapportati rispettivamente i consumi totali elettrici e termici.
- Risparmi medi di energia finale per area di intervento rapportati ai consumi medi finali di sito, risparmi medi di energia elettrica e termica per area di intervento rapportati rispettivamente i consumi medi elettrici e termici di sito.
- Ove pertinente, calcolo di alcuni degli indicatori sopra descritti per sotto area.
- Ove pertinente, calcolo dei risparmi di energia elettrica e termica medi per sotto area e zona climatica.
- Ove pertinente, calcolo dei risparmi totali medi per superficie e volume riscaldati.

Area di intervento	Sotto aree	Esempi
Altro	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Interventi non altrove classificati</li> <li>▷ Interventi di natura mista, appartenenti a diverse categorie (per esempio la riqualificazione globale, con interventi ricadenti nelle aree Climatizzazione, Involucro edilizio e Illuminazione)</li> </ul>
Aria compressa	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ricerca ed eliminazione perdite, prove di tenuta</li> <li>2. Ottimizzazione/ Regolazione</li> <li>3. Installazione o sostituzione compressore</li> <li>4. Recupero termico da compressore</li> <li>5. Riduzione pressione</li> <li>6. Installazione o sostituzione inverter</li> <li>7. Essiccatore ad adsorbimento</li> <li>8. Monitoraggio &amp; centralina</li> <li>9. Manutenzione</li> <li>10. Riqualificazione integrata compressori</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Sostituzione di compressori</li> <li>▷ Ricerca ed eliminazione delle perdite</li> <li>▷ Installazione di sistemi di misura</li> <li>▷ Ottimizzazione degli impianti</li> <li>▷ Installazione di inverter</li> </ul>
Aspirazione	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inverter</li> <li>2. Installazione o sostituzione aspiratore</li> <li>3. Recupero termico da aspiratori</li> <li>4. Ottimizzazione/Regolazione</li> <li>5. Motori ad alta efficienza</li> <li>6. Riqualificazione</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Sostituzione di motori usati per aspirazione con nuovi di categoria più efficiente (IE3 o superiore)</li> <li>▷ Installazione di inverter</li> <li>▷ Ottimizzazione degli impianti</li> </ul>
Centrale termica e/o Recupero termico	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Recupero termico da centrale termica</li> <li>2. Installazione o sostituzione caldaia</li> <li>3. Scaricatori di condensa</li> <li>4. Coibentazioni</li> <li>5. Inverter</li> <li>6. Ottimizzazione/Regolazione</li> <li>7. Economizzatori</li> <li>8. Bruciatori</li> <li>9. Monitoraggio &amp; controllo</li> <li>10. Riqualificazione</li> <li>11. Teleriscaldamento/ Teleraffrescamento</li> <li>12. Osmosi inversa</li> <li>13. ORC</li> <li>14. Teleriscaldamento</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Sostituzione dell'impianto di generazione calore con modelli più efficienti</li> <li>▷ Recupero termico, tra cui anche sistemi ORC</li> <li>▷ Sostituzione dei bruciatori</li> </ul>

Area di intervento	Sotto aree	Esempi
<b>Climatizzazione</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Free cooling</i></li> <li>2. Inverter</li> <li>3. Sostituzione UTA</li> <li>4. Regolazione/Ottimizzazione/BMS</li> <li>5. VRV/VRF/portata variabile</li> <li>6. Campagna di sensibilizzazione</li> <li>7. Manutenzione</li> <li>8. Filtri</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Sostituzione dell'impianto di riscaldamento e/o raffreddamento con modelli più efficienti</li> </ul>
<b>Cogenerazione e/o Trigenerazione</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Installazione o sostituzione impianto</li> <li>2. Rifacimento impianto esistente</li> <li>3. Micro-cogeneratore</li> <li>4. Ottimizzazione/Regolazione</li> <li>5. Assorbitori</li> <li>6. Recupero termico da cogenerazione</li> <li>7. Manutenzione</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Installazione di un impianto di cogenerazione o trigenerazione</li> <li>▷ Miglioramento di impianti esistenti</li> </ul>
<b>Freddo di processo</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Recupero termico da gruppi frigo</li> <li>2. Sostituzione gruppi frigo</li> <li>3. Ottimizzazione/Regolazione</li> <li>4. Riqualificazione</li> <li>5. Monitoraggio &amp; controllo</li> <li>6. Installazione o sostituzione inverter</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Sostituzione di gruppi frigo</li> <li>▷ Sostituzione di ventilatori di raffreddamento</li> <li>▷ Ottimizzazione della gestione</li> </ul>
<b>Generale e/o Gestionale</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Adozione ISO 50001</li> <li>2. Monitoraggio</li> <li>3. Formazione</li> <li>4. SGE</li> <li>5. BEMS</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Introduzione o miglioramento del sistema di monitoraggio</li> <li>▷ Interventi di tipo organizzativo, come lo spegnimento programmato nelle ore notturne o nei periodi di minore attività</li> <li>▷ Corsi di formazione in ambito efficienza energetica</li> <li>▷ Adozione della certificazione ISO 50001</li> <li>▷ Adozione di nuovi strumenti software</li> <li>▷ Interventi di natura comportamentale</li> </ul>

Area di intervento	Sotto aree	Esempi
illuminazione	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. LED</li> <li>2. Ottimizzazione/Regolazione</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Introduzione di LED in aree specifiche</li> <li>▷ <i>Relamping</i> dello stabilimento</li> <li>▷ Installazione di rilevatori di presenza</li> </ul>
Impianti elettrici	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Power quality/E-power</i></li> <li>2. Trasformatori</li> <li>3. Cabina</li> <li>4. UPS</li> <li>5. Filtri passivi</li> <li>6. Stabilizzatori/armoniche</li> <li>7. Ottimizzazione/Regolazione</li> <li>8. Raddrizzatori</li> <li>9. Energia reattiva</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Installazione di un sistema <i>power quality</i></li> <li>▷ Sostituzione di trasformatori</li> <li>▷ Installazione di economizzatori di rete</li> </ul>
Involucro edilizio	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Schermature solari</li> <li>2. Infissi</li> <li>3. Cappotto</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Rifacimento del cappotto esterno</li> <li>▷ Coibentazione della copertura</li> <li>▷ Installazione o sostituzione di schermature solari</li> <li>▷ Sostituzione degli infissi</li> </ul>
Linee produttive	-	<p>Interventi relativi ai processi nell'area attività principale, ad esempio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Sostituzione del forno fusorio</li> <li>▷ Revamping dello stabilimento</li> <li>▷ Ottimizzazione della gestione dei forni</li> <li>▷ Interventi sui nastri trasportatori</li> <li>▷ Sostituzione dei carica batteria muletti</li> </ul>
Motori elettrici/ Inverter	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Motori ad alta efficienza</li> <li>2. Inverter</li> <li>3. Ottimizzazione/Regolazione</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Sostituzione di motori elettrici con nuovi di categoria più efficiente (IE3 o superiori)</li> <li>▷ Installazione di inverter</li> </ul>

Area di intervento	Sotto aree	Esempi
<b>Produzione da fonti rinnovabili</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Installazione o rifacimento/ ampliamento impianto fotovoltaico</li> <li>2. Installazione o rifacimento/ ampliamento impianto eolico</li> <li>3. Installazione o rifacimento/ ampliamento solare termico</li> <li>4. Installazione o rifacimento/ ampliamento impianto a biomassa</li> <li>5. Ottimizzazione/Regolazione</li> <li>6. Manutenzione</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Installazione di un impianto fotovoltaico, solare termico o di una centrale a biomassa</li> </ul>
<b>Rifasamento</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rifasamento localizzato</li> <li>2. Installazione nuovo rifasatore</li> <li>3. Verifica impianto</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Rifasamento degli impianti</li> <li>▷ Installazione di nuovi rifasatori</li> </ul>
<b>Trasporti</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Carica batterie muletti</li> <li>2. Carrelli elevatori</li> <li>3. Sostituzione mezzi a gasolio/ benzina con mezzi a metano/ elettrici</li> <li>4. Introduzione veicoli elettrici</li> <li>5. Biocarburanti</li> <li>6. Ottimizzazione</li> <li>7. Corso di formazione <i>eco driving</i></li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Mobilità elettrica e altri interventi di conversione del parco veicoli con modelli a maggiore efficienza</li> <li>▷ Corsi di formazione su <i>eco-driving</i></li> </ul>
<b>Reti di distribuzione</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Interventi su reti distribuzione vapore</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Ricerca delle perdite di distribuzione</li> <li>▷ Verifica dello stato della rete vapore</li> <li>▷ Verifica delle coibentazioni nella rete di trasporto calore</li> <li>▷ Sostituzione di scaricatori di condensa</li> </ul>

Tabella 6.1 - Aree di classificazione degli interventi, relative sotto aree ed esempi.

## 6.2 Principali risultati per il settore tessile

Sulla base dell'analisi degli interventi, relativi al settore in esame, presenti nelle diagnosi energetiche pervenute ad ENEA vengono fornite i risultati relativi ai principali indicatori, elencati nel paragrafo precedente.

Attraverso una rappresentazione detta "a quattro quadranti" può essere fornita una rappresentazione combinata di investimento e risparmio energetico, suddividendo i punti, rappresentativi dei singoli interventi. I quadranti sono definiti in base alla mediana della distribuzione di risparmio di energia finale o primaria (linea orizzontale) e investimento (linea verticale), in ogni specifica area di intervento esaminata. Ricordando che il costo efficacia è definito come il rapporto tra investimento e risparmio energetico, il quadrante in alto a sinistra rappresenta gli interventi con migliore costo efficacia (interventi più convenienti) e quello in alto a destra gli interventi efficaci.

In *Figura 6.1* vengono rappresentati gli interventi individuati ed effettuati nell'area Linee produttive suddividendoli per sotto area. Nel codice ATECO esaminato, gli interventi effettuati nelle linee produttive rappresentano quasi un quinto del totale e il 10% del risparmio di energia finale conseguito. L'area ha una rilevanza analoga come risparmio potenziale, con un valore pari all'11% del totale, a fronte di una quota inferiore sul totale interventi individuati, pari al 4%. L'area è stata analizzata suddividendola in 8 sotto aree:

- I. Estrazione acqua/Essidazione: interventi relativi alla fase di asciugatura del tessuto e alle ramosse.
- II. Filatura: interventi di sostituzione o efficientamento integrato dei filatoi.
- III. Preparazione delle fibre: interventi relativi alla fase di cardatura.
- IV. Roccatrice: interventi di sostituzione/efficientamento delle roccatrici.
- V. Tessitura: interventi di sostituzione/efficientamento dei telai.
- VI. Tintura: interventi relativi ai processi di tintoria.
- VII. Vaporizzazione: interventi ad impianti di utilizzo del vapore.
- VIII. Altro: interventi non altrove classificabili<sup>2</sup>.

Il quadrante in alto a sinistra (interventi con migliore costo efficacia) risulta abbastanza popolato, e anche quello in alto a destra (interventi efficaci) contiene diversi interventi appartenenti a diverse sotto aree. In particolare, si osserva una presenza degli interventi nell'area Estrazione d'acqua/

---

2 Si è scelto di non riportare questa categoria residuale nelle successive tabelle.

Essiccazione nel quadrante degli interventi con migliore costo efficacia e in quello degli interventi efficaci. In questi due quadranti si osservano anche tre interventi nell'area Altro, relativi all'impianto di depolverazione, al sistema di umidificazione e alla dismissione di una macchina con utilizzo olio diatermico.

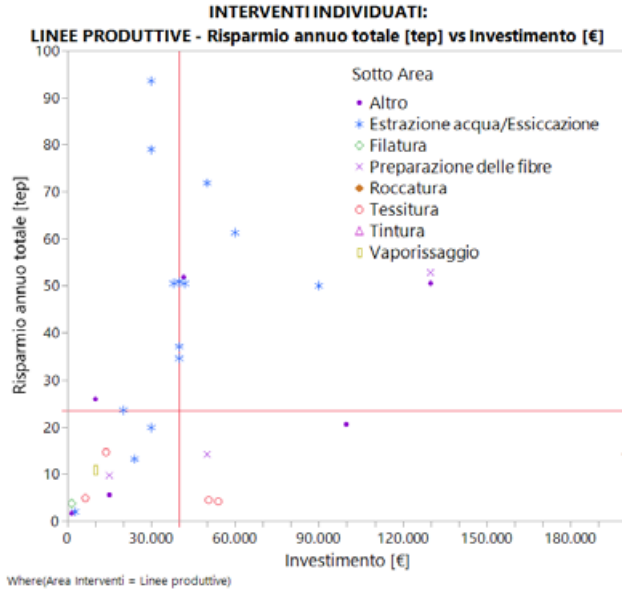


Figura 6.1 – Costo efficacia degli interventi effettuati e individuati nell'area Linee produttive.

Di seguito sono proposti due ulteriori grafici sul costo efficacia degli interventi individuati. La *Figura 6.2*, relativa agli interventi nell'area Generale/Gestionale, mostra un quadrante di interventi a migliore costo efficacia abbastanza popolato, in particolare da interventi che a parità di costo di investimento forniscono risparmi di energia finale variabili a seconda della dimensione e delle caratteristiche del sito esaminato. Anche il quadrante in alto a destra (interventi efficaci) risulta popolato da diversi interventi, con prevalenza delle sotto aree Monitoraggio e Sistema di Gestione dell'Energia (SGE).

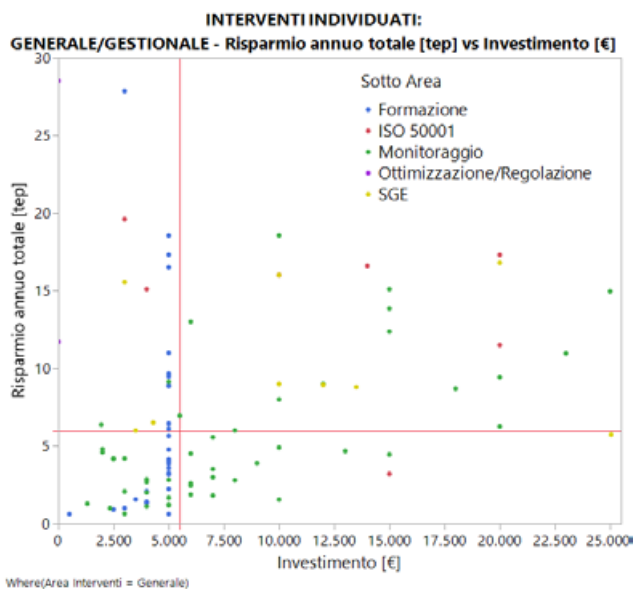


Figura 6.2 – Costo efficacia degli interventi individuati nell'area Generale/Gestionale.

La *Figura 6.3* rappresenta i risparmi di energia primaria associati agli interventi individuati nell'area Produzione da fonti rinnovabili, e mostra un andamento con una certa linearità rispetto al costo di investimento.

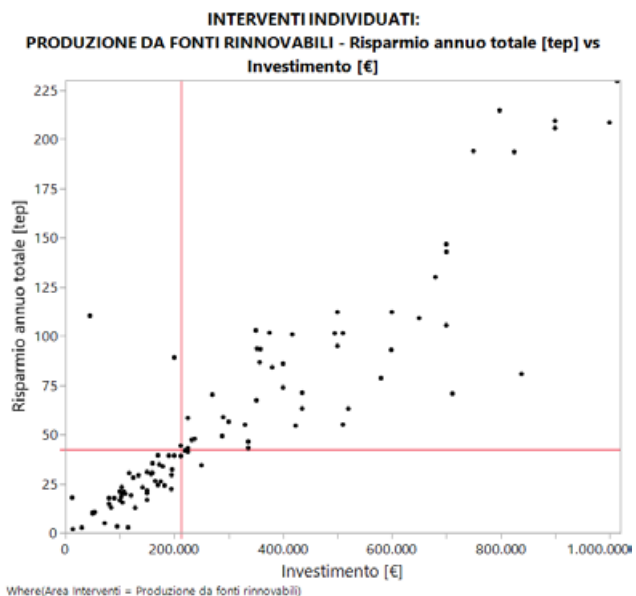
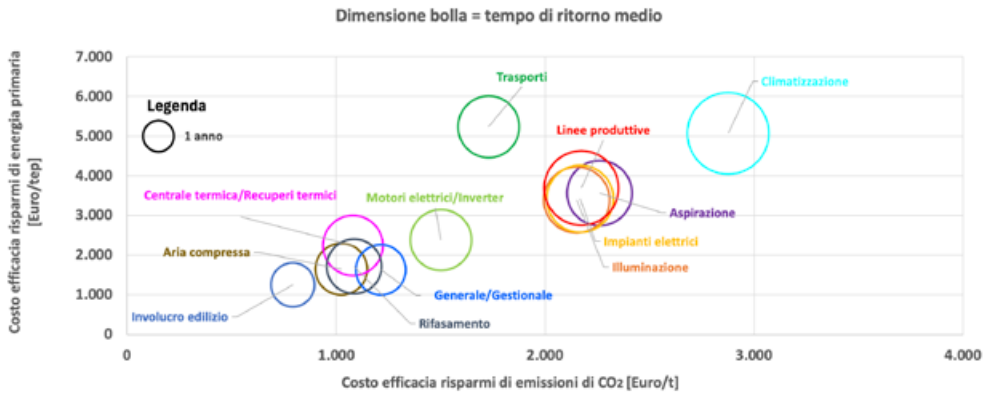


Figura 6.3 – Costo efficacia degli interventi individuati nell'area Produzione da fonti rinnovabili.



Dopo aver esaminato il costo efficacia per alcune aree selezionate nelle figure precedenti, la *Figura 6.4* descrive i dati medi di costo efficacia relativamente alle diverse aree di intervento. In particolare, viene confrontato il costo efficacia medio del risparmio potenziale di energia primaria (asse y) e delle emissioni di CO<sub>2</sub> (asse x), rappresentando attraverso la dimensione della bolla il tempo di ritorno medio.



*Figura 6.4 - Diagramma a bolle di Costo efficacia dei risparmi totali di energia primaria e di emissioni, Investimento e Tempo di Ritorno.*

Nei paragrafi successivi le risultanze relative agli interventi effettuati e individuati sono analizzate in maniera maggiormente esaustiva. In *Figura 6.5* sono riportati gli interventi più ricorrenti nelle aree di intervento caratteristiche del settore: Aria compressa, Centrale termica/Recupero termico, Generale/Gestionale, Motori elettrici/Inverter, Produzione da fonti rinnovabili. Si è preferito sostituire l'area Illuminazione, con interventi di installazione di LED nelle aree produttive, esterne e ad uso ufficio, con l'area Centrale termica/Recupero termico, rappresentativa anche dal punto di vista degli interventi effettuati. L'area Linee produttive è invece esaminata per sotto area nei paragrafi successivi.

ARIA COMPRESSA	CENTRALE TERMICA / RECUPERO TERMICO	GENERALE / GESTIONALE	MOTORI ELETTRICI / INVERTER	PRODUZIONE DA FONTI RINNOVABILI
Sostituzione compressori con modelli più efficienti (giri variabili o con inverter)	Recupero termico da fumi caldaie	Introduzione / Miglioramento sistema di monitoraggio dei consumi	Sostituzione motori elettrici (pompe vuoto, filande e altre macchine di produzione, area depuratore, tamburi della filacciatrice, ..)	Installazione impianto fotovoltaico
Ricerca e riparazione perdite	Recupero termico da fasi di processo (tintoria, asciugatura del tessuto, lavaggio, ..)	Installazione strumenti di misura impianti	Installazione di inverter su motori (pompe vuoto, pompe pozzo, pompe di pulitura, pompe olio diatermico, imbozzimatura, torcitori, ..)	Installazione impianto solare termico
Recupero termico su compressori	Sostituzione generatori di vapore	Installazione di strumenti di misura su impianti		Modifica impianto solare termico
Ottimizzazione e regolazione	Sostituzione bruciatori o scaricatori di condensa	Sistema di gestione dell'energia o <i>Building Management System</i>		Modifica al punto di connessione dell'impianto fotovoltaico
	Riqualificazione integrata centrale termica	Implementazione ISO 50001		
	Coibentazioni	Formazione e sensibilizzazione		

Figura 6.5 – Casistica dei principali interventi individuati per area.

## 6.2.1 Interventi effettuati

Nel presente paragrafo si riportano i risultati, in termini di risparmi conseguiti, dell'analisi degli interventi effettuati.

In *Tabella 6.2* sono sintetizzati i risultati, in termini di risparmi di energia primaria e di CO<sub>2</sub> risparmiata, associati all'implementazione degli interventi di efficientamento energetico riportati nelle diagnosi energetiche del settore.

Risparmio medio di energia primaria per intervento [tep]		61,8
Risparmio medio di CO <sub>2</sub> per intervento [t]		112,8
Risparmio annuo di energia primaria/ Consumo totale [%]	Risparmio annuo di energia elettrica/ Consumo elettrico totale [%]	Risparmio annuo di energia termica/Consumo termico totale [%]
1,0%	1,4%	0,7%

*Tabella 6.2 - Quadro generale interventi individuati.*

Circa l'8% dei risparmi di energia primaria è dovuto all'implementazione di impianti di autoproduzione dell'energia da cogenerazione e fonti rinnovabili (*Tabella 6.3*). A fronte di un risparmio medio di energia primaria per intervento pari a circa 60 tep, le due aree Cogenerazione/Trigenerazione e Produzione da fonti rinnovabili hanno un valore superiore, in particolare la prima.

Area di intervento	Risparmio totale medio [tep/anno]	Risparmio medio di energia elettrica [tep/anno]	Risparmio medio di energia termica [tep/anno]	Risparmio medio di carburante [tep/anno]	Altri risparmi medi [tep/anno]
Cogenerazione/ Trigenerazione	400,0	0,0	0,0	0,0	400,0
Produzione da fonti rinnovabili	64,0	64,0	0,0	0,0	0,0

*Tabella 6.3 - Risparmi conseguiti di energia primaria per area: risparmio totale medio e risparmio medio per tipologia.*

Analizzando i risparmi di energia finale, *Tabella 6.4*, è possibile notare come gli interventi legati all'area Centrale Termica/Recupero termico presentino un risparmio medio molto elevato, seguiti da quelli nelle aree Climatizzazione e Linee produttive. Dopo l'area Illuminazione, la frequenza di interventi risulta

maggiore, nell'ordine, nelle aree Aria compressa, Generale/Gestionale, Linee produttive e Centrale Termica/Recupero termico. Nel settore esaminato, l'area Generale/Gestionale comprende per la quasi totalità interventi sul sistema di monitoraggio, in termini di adozione o miglioramento di quello esistente.

Area di intervento	Risparmio totale medio [tep/anno]	Risparmio medio di energia elettrica [tep/anno]	Risparmio medio di energia termica [tep/anno]	Risparmio medio di carburante [tep/anno]	Altri risparmi medi [tep/anno]
Aria compressa	24,6	23,8	0,8	0,0	0,0
Aspirazione	18,6	18,6	0,0	0,0	0,0
Centrale termica/ Recupero termici	117,5	6,3	111,2	0,0	0,0
Climatizzazione	76,9	57,2	19,7	0,0	0,0
Generale/ Gestionale	33,6	33,6	0,0	0,0	0,0
Illuminazione	12,8	12,8	0,0	0,0	0,0
Linee produttive	53,6	22,9	30,7	0,0	0,0
Motori elettrici/ Inverter	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0

*Tabella 6.4 - Risparmi conseguiti di energia finale per area: risparmio totale medio e risparmio medio per tipologia.*

In *Tabella 6.5* si fornisce un'analisi di maggior dettaglio relativamente ai risparmi di energia finale conseguiti dagli interventi effettuati per area. In particolare, la tabella mostra la quota dei valori medi dei risparmi totali, elettrici e termici di ogni area di intervento rispetto al consumo medio totale, elettrico o termico per sito. In *Tabella 6.6* è fornita un'analoga informazione per le due aree associate a risparmi di energia primaria. Per l'area Cogenerazione/ Trigenerazione è calcolato il risparmio complessivo e non è quindi disponibile la disaggregazione tra risparmi elettrici e termici.

Area di intervento	Risparmi Totali [%]	Risparmi Elettrici [%]	Risparmi Termici [%]
Aria compressa	1,57%	5,48%	0,07%
Aspirazione	1,19%	4,29%	-
Centrale termica/Recuperi termici	7,49%	1,45%	8,83%
Climatizzazione	3,70%	6,06%	1,74%
Generale/Gestionale	2,15%	7,75%	-
Illuminazione	0,81%	2,94%	-
Linee produttive	3,42%	5,29%	2,40%
<i>Filatura</i>	1,21%	4,36%	-
<i>Preparazione delle fibre</i>	0,05%	0,18%	-
<i>Tessitura</i>	3,45%	12,47%	-
<i>Tintura</i>	0,11%	0,40%	-
<i>Vaporissaggio</i>	2,63%	-	3,64%
Motori elettrici/Inverter	0,20%	0,45%	-

Tabella 6.5 – Risparmi di energia finale totali, elettrici e termici da interventi effettuati (% dei consumi totali, elettrici e termici).

Area di intervento	Risparmi Totali [%]	Risparmi Elettrici [%]	Risparmi Termici [%]
Cogenerazione/Trigenerazione	19,25%	-	-
Produzione da fonti rinnovabili	3,08%	6,78%	-

*Tabella 6.6 – Risparmi di energia primaria totali, elettrici e termici da interventi effettuati (% dei consumi totali, elettrici e termici).*

La riduzione dei consumi energetici o il passaggio ad altro vettore energetico ha una diretta conseguenza nella riduzione delle emissioni climalteranti. In *Tabella 6.7* è riportata un'analisi del risparmio medio di emissioni conseguito per area di intervento.

Area di intervento	Risparmio medio [t CO <sub>2</sub> /anno]
Aria compressa	83,5
Aspirazione	63,8
Centrale termica/Recuperi termici	284,5
Climatizzazione	242,5
Cogenerazione/Trigenerazione	-
Generale/Gestionale	115,4
Illuminazione	43,8
Linee produttive	150,8
Motori elettrici/Inverter	14,5
Produzione da fonti rinnovabili	100,9

*Tabella 6.7 - Risparmi medi per intervento di emissioni di CO<sub>2</sub>.*

Infine, viene rappresentato l'indicatore di costo efficacia per ciascuna area di intervento, sulla base degli investimenti effettuati e dei relativi risultati ottenuti in termini di riduzione dei consumi energetici e delle emissioni climalteranti. In particolare, in *Tabella 6.8*, sono riportati i valori dell'indicatore relativo al risparmio di energia finale e primaria per tutte le aree di intervento ed in *Tabella 6.9* il costo efficacia rispetto all'energia finale delle sotto aree di intervento relative alle attività principali.

Area di intervento	Investimento medio [€]	Costo efficacia medio [€/tep di energia finale]	Costo efficacia medio [€/tep di energia primaria]	Costo efficacia medio [€/t CO <sub>2</sub> ]
Aria compressa	88.358	7.825	4.360	2.471
Aspirazione	27.986	2.614	1.202	762
Centrale termica/ Recuperi termici	149.332	2.349	2.336	1.009
Climatizzazione	113.912	5.104	3.646	1.816
Cogenerazione/ Trigenerazione	950.000	-	2.375	-
Generale/ Gestionale	15.561	1.110	511	324
Illuminazione	51.652	7.091	3.322	2.067
Involucro edilizio	56.450	-	-	-
Linee produttive	576.690	29.886	14.110	8.804
Motori elettrici/ Inverter	12.433	1.933	889	564
Produzione da fonti rinnovabili	281.556	-	5.323	3.374

Tabella 6.8 - Costo efficacia medio degli interventi effettuati per area: Euro per tep di energia primaria e finale e Euro per ton di CO<sub>2</sub>.

Sotto area	Risparmi medi di energia finale [tep/anno]	Investimento medio [€]	Costo efficacia medio [€/tep di energia finale]
Filatura	18,9	460.333	30.761
Preparazione delle fibre	0,8	15.000	18.860
Roccatatura	-	300.000	-
Tessitura	54,1	1.672.900	31.458
Tintura	1,7	244.193	91.919
Vaporissaggio	41,3	70.000	1.823

Tabella 6.9 - Interventi effettuati per sotto aree delle Linee produttive: risparmi di energia finale medi totali e per tipologia, investimento e costo efficacia medi.

## 6.2.2 Interventi individuati

Nel presente paragrafo è proposta un'analisi per gli interventi individuati nel settore esaminato: è importante ricordare che i dati di risparmio e investimento potenziale rappresentano una soglia massima, in quanto gli interventi proposti in diagnosi energetica possono essere alternativi uno all'altro e per questa ragione alcuni non vedranno un'effettiva attuazione.

L'analisi per gli interventi individuati è di maggior dettaglio rispetto a quella presentata per gli interventi effettuati. È infatti fornita un'ulteriore informazione di carattere economico finanziario rappresentata dal tempo di ritorno degli investimenti. In *Tabella 6.10* è riportata una sintesi dei possibili risultati, in termini di risparmi di energia primaria e di CO<sub>2</sub> risparmiata, associati dall'implementazione degli interventi di efficientamento energetico riportati in diagnosi energetica.

Risparmio medio di energia primaria per intervento [tep]		39,3
Risparmio medio di CO <sub>2</sub> per intervento [t]		47,4
Risparmio annuo di energia primaria/Consumo totale [%]	Risparmio annuo di energia elettrica/Consumo elettrico totale [%]	Risparmio annuo di energia termica/Consumo termico totale [%]
6,3%	6,2%	2,0%

*Tabella 6.10 - Quadro generale degli interventi individuati.*

Rispetto a un valor medio generale per intervento di circa 40 tep di energia primaria, la *Tabella 6.11* mostra un risparmio medio associato all'area Cogenerazione/Trigenerazione di gran lunga maggiore. Il risparmio medio per intervento è superiore alla media complessiva anche per l'area Produzione da fonti rinnovabili.

Area di intervento	Risparmio totale medio [tep/anno]	Risparmio medio di energia elettrica [tep/anno]	Risparmio medio di energia termica [tep/anno]	Risparmio medio di carburante [tep/anno]	Altri risparmi medi [tep/anno]
Cogenerazione/Trigenerazione	456,1	0,0	0,0	0,0	456,1
Produzione da fonti rinnovabili	63,4	63,1	0,3	0,0	0,0

*Tabella 6.11 - Risparmi conseguiti di energia primaria per area: risparmio totale medio risparmio medio per tipologia.*



Analizzando i risparmi potenziali di energia finale, la *Tabella 6.12*, analogamente a quanto osservato nel paragrafo precedente relativo agli interventi effettuati, mostra che gli interventi legati all'area Centrale termica/Recupero termico presentano i risparmi potenziali medi più elevati, insieme all'area Linee produttive. Come quota sul totale, insieme all'area Illuminazione, si trova in prima posizione anche Aria Compressa; segue l'area Generale/Gestionale e poi, con un numero analogo di interventi, le aree Centrale termica/ Recupero termico e Motori elettrici/Inverter.

Area di intervento	Risparmio totale medio [tep/anno]	Risparmio medio di energia elettrica [tep/anno]	Risparmio medio di energia termica [tep/anno]	Risparmio medio di carburante [tep/anno]	Altri risparmi medi [tep/anno]
Aria compressa	7,7	7,1	0,6	0,0	0,0
Aspirazione	8,4	8,4	0,0	0,0	0,0
Centrale termica/ Recupero termici	52,1	5,9	46,2	0,0	0,0
Climatizzazione	18,6	6,1	12,5	0,0	0,0
Generale/ Gestionale	19,6	2,6	1,2	0,0	15,8
Illuminazione	9,7	9,7	0,0	0,0	0,0
Impianti elettrici	13,5	13,5	0,0	0,0	0,0
Involucro edilizio	28,8	28,8	0,0	0,0	0,0
Linee produttive	40,7	6,9	33,8	0,0	0,0
Motori elettrici/ Inverter	5,3	5,1	0,2	0,0	0,0
Rifasamento	0,8	0,8	0,0	0,0	0,0
Trasporti	0,4	0,3	0,0	0,1	0,0

*Tabella 6.12 - Risparmi conseguiti di energia finale per area: risparmio totale medio e risparmio medio per tipologia.*

I risparmi potenziali di energia finale associati agli interventi individuati sono esaminati in *Tabella 6.13* per area di intervento e rispetto ai consumi. In particolare, la tabella mostra la quota dei valori medi dei risparmi totali,

elettrici e termici di ogni area di intervento rispetto al consumo medio totale, elettrico o termico per sito.

Area di intervento	Risparmi Totali [%]	Risparmi Elettrici [%]	Risparmi Termici [%]
Aria compressa	0,49%	1,64%	0,05%
Aspirazione	0,53%	1,93%	-
Centrale termica/Recuperi termici	3,32%	1,37%	4,07%
Climatizzazione	1,19%	1,41%	1,04%
Generale/Gestionale	1,25%	0,59%	0,11%
Illuminazione	0,62%	2,23%	-
Impianti elettrici	0,86%	3,12%	-
Involucro edilizio	1,83%	6,63%	-
Linee produttive	2,59%	1,59%	2,99%
<i>Estrazione acqua/Essidazione</i>	2,90%	0,59%	3,79%
<i>Filatura</i>	0,11%	0,39%	-
<i>Preparazione delle fibre</i>	0,75%	2,70%	-
<i>Roccatatura</i>	0,42%	1,51%	-
<i>Tessitura</i>	0,55%	2,00%	-
<i>Tintura</i>	-	-	-
<i>Vaporissaggio</i>	1,71%	1,38%	-
Motori elettrici/Inverter	0,34%	1,16%	-
Rifasamento	0,05%	0,18%	-
Trasporti	0,02%	0,03%	-

Tabella 6.13 – Risparmi di energia finale totali, elettrici e termici da interventi individuati (% dei consumi totali, elettrici e termici).

Analogamente agli interventi effettuati, in *Tabella 6.14* è fornita l'informazione per gli interventi individuati nelle due le aree associate a risparmi di energia primaria.

Area di intervento	Risparmi Totali [%]	Risparmi Elettrici [%]	Risparmi Termici [%]
Cogenerazione/Trigenerazione	21,95%	-	-
Produzione da fonti rinnovabili	3,05%	6,69%	0,02%

*Tabella 6.14 - Risparmi di energia primaria totali, elettrici e termici da interventi individuati (% dei consumi totali, elettrici e termici).*

In *Tabella 6.15* è riportata un'analisi del risparmio potenziale medio di emissioni associato a ciascuna area dove sono stati proposti interventi. Centrale termica/ Recupero termico è l'area con il maggiore risparmio medio, seguita da Produzione da fonti rinnovabili, Linee produttive e Involucro edilizio, in linea con i dati osservati sul risparmio energetico.

Area di intervento	Risparmio annuo medio [t CO <sub>2</sub> /anno]
Aria compressa	22,6
Aspirazione	26,2
Centrale termica/Recupero termico	116,0
Climatizzazione	48,7
Cogenerazione/Trigenerazione	-
Generale/Gestionale	21,1
Illuminazione	27,2
Impianti elettrici	46,1
Involucro edilizio	98,7
Linee produttive	98,8
Motori elettrici/Inverter	17,4
Produzione da fonti rinnovabili	99,9
Rifasamento	2,5
Trasporti	1,1

*Tabella 6.15 - Risparmi medi per intervento di emissioni di CO<sub>2</sub>.*

Analogamente agli interventi effettuati, investimento, costo efficacia e tempo di ritorno medi per ciascuna area di intervento sono analizzati per gli interventi individuati. In particolare, la *Tabella 6.16* riporta l'analisi rispetto al risparmio di energia finale e primaria, e al risparmio di emissioni.

Area di intervento	Investimento medio [€]	Costo efficacia medio [€/tep di energia finale]	Costo efficacia medio [€/tep di energia primaria]	Costo efficacia medio [€/t CO <sub>2</sub> ]	Tempo di ritorno medio [anni]
Aria compressa	16.952	3.078	1.643	1.025	2,7
Aspirazione	36.941	7.515	3.566	2.260	4,2
Centrale termica/ Recuperi termici	66.603	2.759	2.240	1.080	3,6
Climatizzazione	72.922	7.757	5.071	2.876	6,6
Cogenerazione/ Trigenerazione	1.365.765	-	3.648	-	5,5
Generale/ Gestionale	12.825	2.440	1.631	1.213	2,5
Illuminazione	48.228	6.918	3.393	2.151	4,4
Impianti elettrici	58.627	7.343	3.419	2.167	4,5
Involucro edilizio	78.208	2.718	1.250	792	2,0
Linee produttive	128.809	7.032	3.685	2.174	5,5
Motori elettrici/ Inverter	21.226	4.890	2.381	1.501	3,7
Produzione da fonti rinnovabili	322.290	-	6.207	3.935	8,5
Rifasamento	2.788	3.480	1.713	1.086	3,0
Trasporti	4.323	7.601	5.234	1.729	3,8

*Tabella 6.16 - Costo efficacia medio degli interventi individuati per area: Euro per tep di energia finale e Euro per tonnellata di CO<sub>2</sub>.*

Per l'area Linee produttive, in *Tabella 6.17* viene riportata un'analisi economica di maggior dettaglio rispetto alle sotto aree di intervento presenti negli interventi individuati.

Sotto area di Linee produttive	Risparmi medi di energia finale [tep/anno]	Investimento medio [€]	Costo efficacia medio [€/tep di energia finale]	PBT medio [anni]
Estrazione acqua/ Essiccazione	45,5	68.550	2.852	3,3
Filatura	1,7	1.500	878	0,8
Preparazione delle fibre	11,7	65.000	5.474	3,0
Roccatura	6,5	200.000	30.600	12,2
Tessitura	8,7	262.950	19.435	12,8
Vaporissaggio	26,9	230.000	5.708	10,6

Tabella 6.17 - Interventi individuati per sotto aree della Climatizzazione: risparmi di energia finale medi totali e per tipologia, investimento, costo efficacia e PBT medi.

Nelle figure seguenti vengono riportati dei diagrammi a bolla che rappresentano, in maniera congiunta e per ciascuna area di intervento, l'investimento, il tempo di ritorno e il costo efficacia dei risparmi di energia primaria (Figura 6.6) e di emissioni di CO<sub>2</sub> (Figura 6.7).

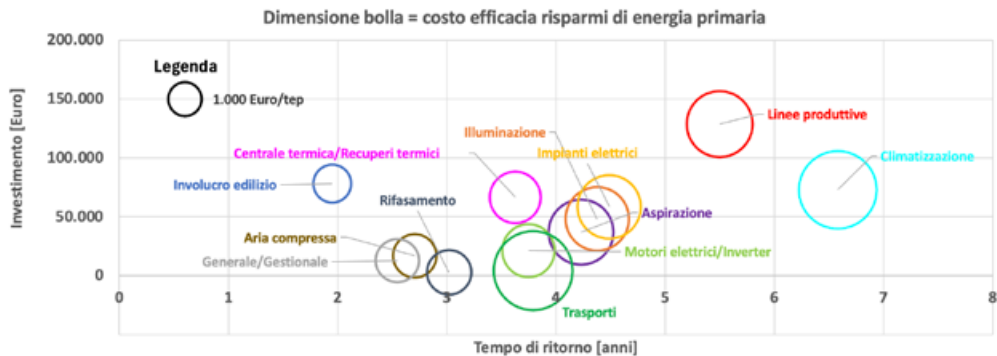


Figura 6.6 – Risparmi potenziali totali di energia primaria: diagramma a bolle con costo efficacia del risparmio energetico, investimento e tempo di ritorno.

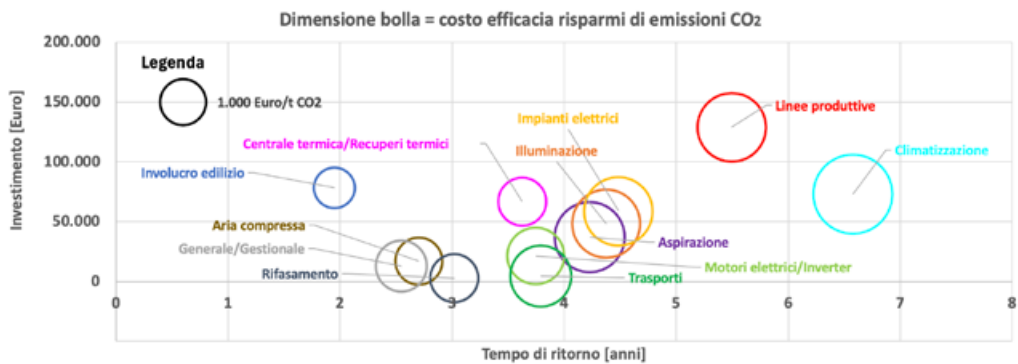


Figura 6.7 – Risparmi potenziali di emissioni di CO<sub>2</sub>: diagramma a bolle con costo efficacia del risparmio di emissioni, investimento e tempo di ritorno.

A completamento dell'analisi, in *Figura 6.8* sono riportate le quote regionali dei risparmi potenziali totali di energia primaria, in linea con la distribuzione sul territorio nazionale degli interventi di efficientamento energetico proposti in diagnosi energetica per il settore analizzato.

### Interventi Individuati - Risparmio totale di energia primaria

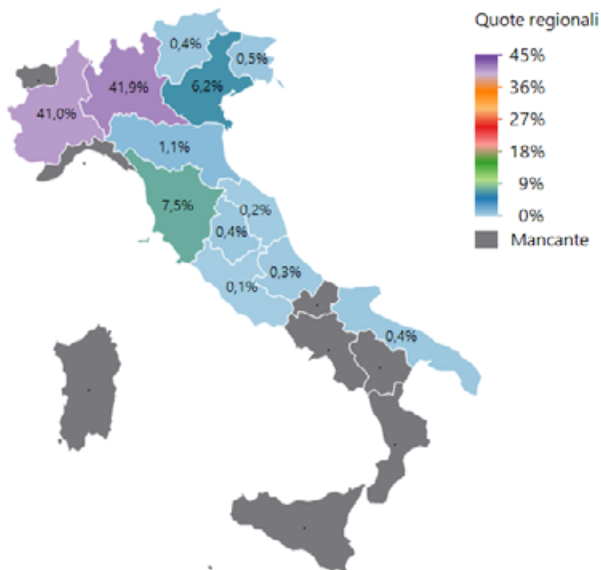
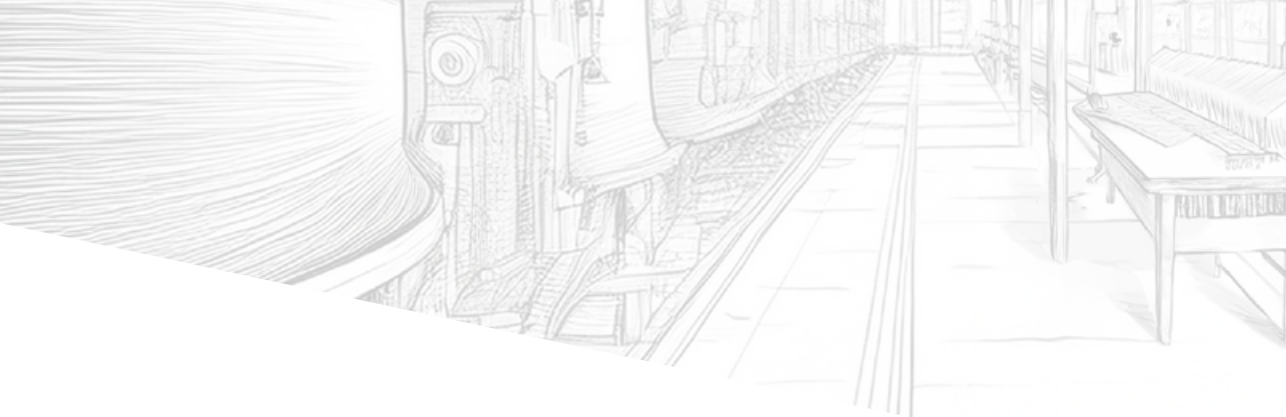


Figura 6.8 – Distribuzione regionale dei risparmi potenziali totali di energia primaria.



# **BIBLIOGRAFIA**

**7**

## 7. Bibliografia

- [1] L'UE e le Nazioni Unite - obiettivi comuni per un futuro sostenibile: [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/sustainable-development-goals/eu-and-united-nations-common-goals-sustainable-future\\_it](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/sustainable-development-goals/eu-and-united-nations-common-goals-sustainable-future_it)
- [2] Nazioni Unite, Dipartimento degli affari economici e sociali Sviluppo sostenibile, "L'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile": <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld>
- [3] Nazioni Unite, Dipartimento degli affari economici e sociali Sviluppo sostenibile, "I 17 Go!": <https://sustainabledevelopment.un.org/sdgs>
- [4] *European Commission, National energy and climate plans*: [https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-strategy/national-energy-and-climate-plans-necps\\_en?prefLang=it](https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-strategy/national-energy-and-climate-plans-necps_en?prefLang=it)
- [5] *European Commission, Green Deal europeo*: <https://www.consilium.europa.eu/it/policies/green-deal/>
- [6] Consiglio dell'Unione europea, infografica, "Pronti per il 55%": <https://www.consilium.europa.eu/it/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/>
- [7] Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale Europeo e al Comitato delle Regioni "Pronti per il 55 %": realizzare l'obiettivo climatico dell'UE per il 2030 lungo il cammino verso la neutralità climatica: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX%3A52021DC0550&qid=1707044781956>
- [8] Consiglio dell'Unione europea, infografica, "Pronti per il 55%: riforma del sistema di scambio di quote di emissione dell'UE": <https://www.consilium.europa.eu/it/infographics/fit-for-55-eu-emissions-trading-system/>
- [9] Consiglio dell'Unione europea, infografica, "Pronti per il 55%: un fondo per sostenere i cittadini e le imprese più colpite": <https://www.consilium.europa.eu/it/infographics/fit-for-55-social-climate-fund/>
- [10] Consiglio dell'Unione europea, infografica, "Pronti per il 55%: come l'UE intende trattare le emissioni al di fuori del suo territorio": <https://www.consilium.europa.eu/it/infographics/fit-for-55-cbam-carbon-border-adjustment-mechanism/>
- [11] Consiglio dell'Unione europea, infografica, "Pronti per il 55%: riduzione



delle emissioni risultanti da trasporti, edifici, agricoltura e rifiuti": <https://www.consilium.europa.eu/it/infographics/fit-for-55-effort-sharing-regulation/>

- [12] Consiglio dell'Unione europea, infografica, "Pronti per il 55%: realizzazione degli obiettivi climatici nei settori dell'uso del suolo e della silvicoltura": <https://www.consilium.europa.eu/it/infographics/fit-for-55-lulucf-land-use-land-use-change-and-forestry/>
- [13] Consiglio dell'Unione europea, infografica, "Pronti per il 55%: perché l'UE sta inasprendo le norme in materia di emissioni di CO2 per auto e furgoni": <https://www.consilium.europa.eu/it/infographics/fit-for-55-emissions-cars-and-vans/>
- [14] Consiglio dell'Unione europea, infografica, "Pronti per il 55%: ridurre le emissioni di metano nel settore dei combustibili fossili": <https://www.consilium.europa.eu/it/infographics/fit-for-55-cutting-methane-emissions-in-fossil-fuels/>
- [15] Consiglio dell'Unione europea, infografica, "Pronti per il 55%: aumentare la diffusione di carburanti più ecologici nei settori del trasporto aereo e marittimo": [www.consilium.europa.eu/it/infographics/fit-for-55-refueleu-and-fueleu/](http://www.consilium.europa.eu/it/infographics/fit-for-55-refueleu-and-fueleu/)
- [16] Consiglio dell'Unione europea, infografica, "Pronti per il 55%: per trasporti più sostenibili": <https://www.consilium.europa.eu/it/infographics/fit-for-55-afir-alternative-fuels-infrastructure-regulation/>
- [17] Consiglio dell'Unione europea, infografica, "Pacchetto Pronti per il 55%: in che modo l'UE intende promuovere le energie rinnovabili": <https://www.consilium.europa.eu/it/infographics/fit-for-55-how-the-eu-plans-to-boost-renewable-energy/>
- [18] Consiglio dell'Unione europea, infografica, "Pacchetto Pronti per il 55%: in che modo l'UE diventerà più efficiente sotto il profilo energetico": <https://www.consilium.europa.eu/it/infographics/fit-for-55-how-the-eu-will-become-more-energy-efficient/>
- [19] Consiglio dell'Unione europea, infografica, "Pronti per il 55%: per edifici più verdi nell'UE": <https://www.consilium.europa.eu/it/infographics/fit-for-55-making-buildings-in-the-eu-greener/>
- [20] Consiglio dell'Unione europea, infografica, "Pronti per il 55%: passare dal gas di origine fossile ai gas rinnovabili e a basse emissioni di carbonio": <https://www.consilium.europa.eu/it/infographics/fit-for-55-hydrogen-and-decarbonised-gas-market-package-explained/>

- [21] Consiglio dell'Unione europea, infografica, *"Pronti per il 55%: in che modo l'UE intende rivedere la tassazione dei prodotti energetici"*: <https://www.consilium.europa.eu/it/infographics/fit-for-55-energy-taxation/>
- [22] EUR-Lex, Regolamento (UE) 2020/852 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 18 giugno 2020 relativo all'istituzione di un quadro che favorisce gli investimenti sostenibili e recante modifica del regolamento (UE) 2019/2088: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF?uri=CELEX:32020R0852>
- [23] EUR-Lex, Regolamento (UE) 2023/2485 della Commissione Europea del 27 giugno 2023 modifica il regolamento (UE) 2021/2139 per definire criteri tecnici aggiuntivi per valutare se certe attività economiche contribuiscano significativamente alla mitigazione o all'adattamento ai cambiamenti climatici, senza danneggiare altri obiettivi ambientali: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32023R2485>
- [24] EUR-Lex, Regolamento delegato (UE) 2023/2486 della Commissione Europea del 27 giugno 2023 che integra il regolamento (UE) 2020/852 del Parlamento europeo e del Consiglio definendo criteri tecnici per valutare se un'attività economica contribuisce in modo significativo all'uso sostenibile delle risorse marine, alla transizione verso un'economia circolare, alla prevenzione dell'inquinamento, alla protezione della biodiversità e degli ecosistemi, senza danneggiare altri obiettivi ambientali. Questo regolamento modifica anche il regolamento delegato (UE) 2021/2178 per quanto riguarda la comunicazione al pubblico di informazioni specifiche su tali attività economiche: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32023R2486>
- [25] Commissione Europea, *"Corporate sustainability reporting"*: [https://finance.ec.europa.eu/capital-markets-union-and-financial-markets/company-reporting-and-auditing/company-reporting/corporate-sustainability-reporting\\_en](https://finance.ec.europa.eu/capital-markets-union-and-financial-markets/company-reporting-and-auditing/company-reporting/corporate-sustainability-reporting_en)
- [26] Parlamento Europeo, *"Non-financial Reporting Directive"*: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/654213/EPRS\\_BRI\(2021\)654213\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/654213/EPRS_BRI(2021)654213_EN.pdf)
- [27] Regolamento (UE) 2019/2088 del Parlamento europeo e del Consiglio del 27 novembre 2019 relativo all'informativa sulla sostenibilità nel settore dei servizi finanziari: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/it/ALL/?uri=CELEX%3A32019R2088>

- [28] Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, Comunicato Stampa, "Clima-Energia: il MASE ha trasmesso la proposta di PNIEC alla Commissione Ue": <https://www.mase.gov.it/comunicati/clima-energia-il-mase-ha-trasmesso-la-proposta-di-pniec-alla-commissione-ue>
- [29] Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, "PIANO NAZIONALE INTEGRATO PER L'ENERGIA E IL CLIMA (PNIEC)", giugno 2023: [https://www.mase.gov.it/sites/default/files/PNIEC\\_2023.pdf](https://www.mase.gov.it/sites/default/files/PNIEC_2023.pdf)
- [30] Consiglio dell'Unione europea, infografica, "Piani nazionali per l'energia e il clima": <https://www.consilium.europa.eu/it/infographics/national-energy-and-climate-plans/>
- [31] Parlamento Europeo, "Efficienza energetica": <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/it/sheet/69/efficienza-energetica>
- [32] EUR-Lex, Direttiva 2012/27/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 25 ottobre 2012, sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX:02012L0027-20210101\\_](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX:02012L0027-20210101_)
- [33] Decreto legislativo 18 luglio 2014, n.102, Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE: <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2014/07/18/14G00113/sg>
- [34] EUR-Lex, Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale Europeo, al Comitato delle Regioni e alla Banca Europea per gli Investimenti in Energia pulita per tutti gli europei: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/it/TXT/?uri=celex:52016DC0860\(01\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/it/TXT/?uri=celex:52016DC0860(01))
- [35] EUR-Lex, Direttiva (UE) 2018/2002 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 dicembre 2018, che modifica la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX:32018L2002\\_](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX:32018L2002_)
- [36] Gazzetta Ufficiale, DECRETO LEGISLATIVO 14 luglio 2020, n. 73, Attuazione della direttiva (UE) 2018/2002 che modifica la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica: [www.gazzettaufficiale.it/eli/gu/2020/07/14/175/sg/pdf](http://www.gazzettaufficiale.it/eli/gu/2020/07/14/175/sg/pdf)
- [37] EUR-Lex, Direttiva (UE) 2023/1791 del Parlamento europeo e del Consiglio del 13 settembre 2023 sull'efficienza energetica e che modifica il regolamento (UE) 2023/955: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX:32023L1791>

- [38] Ministero delle Imprese e del Made in Italy (già Ministero dello Sviluppo Economico), *"Chiarimenti in materia di diagnosi energetica nelle imprese ai sensi dell'articolo 8 del Decreto Legislativo N.102 del 2014, 2016"*: <https://www.mimit.gov.it/images/stories/documenti/CHIARIMENTI-DIAGNOSI-14-nov-2016.pdf>
- [39] Ministero delle Imprese e del Made in Italy, Decreto ministeriale 21 dicembre 2017 - Agevolazioni imprese energivore: [https://www.mimit.gov.it/images/stories/normativa/decreto\\_ministeriale\\_21\\_dicembre\\_2017\\_%20agevolazioni\\_impresе\\_energivore.pdf](https://www.mimit.gov.it/images/stories/normativa/decreto_ministeriale_21_dicembre_2017_%20agevolazioni_impresе_energivore.pdf)
- [40] Gazzetta Ufficiale, DECRETO-LEGGE 29 settembre 2023, n. 131 Misure urgenti in materia di energia, interventi per sostenere il potere di acquisto e a tutela del risparmio: <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2023/09/29/23G00141/sg>
- [41] Decreto "Condizionalità Green", Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, del 10 luglio 2024: [https://www.mase.gov.it/sites/default/files/archivio/bandi/CEE/dm\\_128076\\_11-07-2024.pdf](https://www.mase.gov.it/sites/default/files/archivio/bandi/CEE/dm_128076_11-07-2024.pdf)
- [42] EUR-Lex, Comunicazione della Commissione - Disciplina in materia di aiuti di Stato a favore del clima, dell'ambiente e dell'energia 2022: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52022XC0218\(03\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52022XC0218(03))
- [43] Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, Decreto del Ministro della transizione ecologica n. 541 del 21 dicembre 2021 *"Rideterminazione dei corrispettivi a copertura degli oneri generali del sistema del gas applicati alle imprese a forte consumo di gas naturale"*: [https://www.mase.gov.it/sites/default/files/archivio/allegati/trasparenza\\_valutazione\\_merito/dm\\_541\\_21\\_12\\_2021.pdf](https://www.mase.gov.it/sites/default/files/archivio/allegati/trasparenza_valutazione_merito/dm_541_21_12_2021.pdf)
- [44] EUR-Lex, Direttiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 13 ottobre 2003 che istituisce un sistema per lo scambio di quote di emissioni dei gas a effetto serra nella Comunità e che modifica la direttiva 96/61/CE del Consiglio: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32003L0087&from=en>
- [45] EUR-Lex, Direttiva (UE) 2023/959 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 10 maggio 2023 recante modifica della direttiva 2003/87/CE, che istituisce un sistema per lo scambio di quote di emissioni dei gas a effetto serra nell'Unione, e della decisione (UE) 2015/1814, relativa all'istituzione e al funzionamento di una riserva stabilizzatrice del mercato nel sistema dell'Unione per lo scambio di quote di emissione dei gas a effetto serra: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32023L0959>

- [46] Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, NOVITÀ EU ETS: <https://www.ets.minambiente.it/NovitaEUETS>
- [47] UNI CEI EN 16247:1-4:2018
- [48] Diagnosi Energetiche art 8 del D.lgs. 102/2014 Linee Guida e Manuale Operativo. La Clusterizzazione dei siti, il rapporto di diagnosi ed il piano di monitoraggio, ENEA, 2021: <https://www.efficienzaenergetica.enea.it/servizi-per/impresediagnosi-energetiche/indicazioni-operative.html>
- [49] Linee guida settoriali, ENEA: <https://www.efficienzaenergetica.enea.it/servizi-per/impresediagnosi-energetiche/indicazioni-operative.html>
- [50] G. Bruni, A. De Santis, C. Herce, L. Leto, C. Martini, F. Martini, M. Salvio, F.A. Tocchetti, C. Toro, "From Energy Audit to Energy Performance Indicators (EnPI): A Methodology to Characterize Productive Sectors. The Italian Cement Industry Case Study", *Energies* 2021, 14(24), 8436; <https://doi.org/10.3390/en14248436>
- [51] UNI EN ISO 50001:2018
- [52] UNI CEI EN 16231:2012
- [53] UNI EN ISO 15927-6:2008
- [54] ISPRA, "Fattori di emissione per la produzione ed il consumo di energia elettrica in Italia", 22 maggio 2024, <https://emissioni.sina.isprambiente.it>
- [55] Commissione Europea, "Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Textiles Industry", 2023: <https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/textiles-industry>
- [56] Apparel Impact Institute, "Low-Carbon Thermal Energy Technologies for The Textile Industry", 2024: <https://apparelimpact.org/wp-content/uploads/2024/08/Low-Carbon-Thermal-Energy-8.27.24.pdf>
- [57] European Technology Platform, "Strategic Research & Innovation Agenda, 2024", 2024: [https://cms.extranet.textile-platform.eu/uploads/Final\\_Draft\\_SRIA\\_90cfe269e8.pdf](https://cms.extranet.textile-platform.eu/uploads/Final_Draft_SRIA_90cfe269e8.pdf)
- [58] E. Cagno, A. Trianni, "Analysis of the Most Effective Energy Efficiency Opportunities in Manufacturing Primary Metals, Plastics, and Textiles Small- and Medium-Sized Enterprises", 2012: DOI:10.1115/1.4006043

- [59] M. Benedetti, L. Giordano, M. Salvio, "Explorative study on waste heat production intensity and recovery practices in the textile sector: First steps towards the creation of a decision support tool based on real data", 2022: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131928>
- [60] A. Dal, E. S. Yesil, E. Ozturk, M Kitis, "Investigation of water and carbon footprint reductions employing best available techniques in the textile sector", 2024: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.142913>
- [61] G. Bruni, A. De Santis, C. Ferrante, F. Martini, C. Martini, S. Pistacchio, Salvio, "Analisi settoriale per la valutazione di indici specifici di prestazione energetica per almeno quattro settori merceologici e definizione di modelli per l'analisi energetica nelle PMI", ENEA22\_24-PR.





Grazie per il tuo interesse al volume "TESSILE" della collana  
*"Quaderni dell'efficienza energetica"*.

Vuoi condividere la tua valutazione di gradimento su questa lettura?  
Utilizza il QR code qui sopra per accedere al nostro breve questionario.

Il tuo feedback è prezioso per noi e ci aiuterà a migliorare la qualità dei nostri  
volumi futuri. Apprezziamo il tuo contributo e il tuo interesse nella nostra  
attività di ricerca sull'efficienza energetica.

Ulteriore materiale in merito agli argomenti relativi all'Efficienza Energetica  
dei prodotti e dei processi industriali è possibile trovarlo nella pagina web  
curata dal Dipartimento Unità per l'Efficienza Energetica - ENEA DUEE,  
tramite il QR code qui di seguito riportato







# ENEA

AGENZIA NAZIONALE PER LE  
NUOVE TECNOLOGIE, L'ENERGIA E LO  
SVILUPPO ECONOMICO SOSTENIBILE

POLIMI SCHOOL OF  
MANAGEMENT



CONFINDUSTRIA  
MODA FEDERAZIONE  
TESSILE E MODA 

**RdS**  
RICERCA DI SISTEMA

Questa pubblicazione è stata realizzata nell'ambito del Piano Triennale di realizzazione 2022-2024 della Ricerca di Sistema Elettrico Nazionale, finanziato dal Ministero della Transizione Ecologica (ora Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica). Tema di ricerca 1.6 "Efficienza energetica dei prodotti e dei processi industriali"

AGENZIA NAZIONALE  
EFFICIENZA ENERGETICA

