Allegato 07

SCENARIO DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI DEL COMPARTO INDUSTRIALE TRENTINO

With the contribution of the LIFE Programme of the European Union

LIFE 15 IPE IT 013

prepAIR
Po Regions Engaged to Policies of Air

With the contribution
of the LIFE Programme
of the European Union
LIFE 15 IPE IT 013

prepAIR
Po Regions Engaged to Policies of Air

Scenario di riduzione delle emissioni del comparto industriale trentino

15/09/2020

With the contribution of the LIFE Programme of the European Union

LIFE 15 IPE IT 013

prepAIR Po Regions Engaged to Policies of Air

Il presente documento è stato realizzato nell'ambito del progetto PREPAIR (LIFE 15 IPE IT013) finanziato dal programma LIFE dell'Unione Europea. In particolare, il presente documento rappresenta un risultato dell'azione di progetto C15: "Training and support services to industries aimed at improving energy efficiency".

Data di chiusura: settembre 2020.

Documento elaborato da: ing. Matteo Manica e ing. Francesca Dalmonego, Polo Tecnologico per l'Energia S.r.l.

Polo Tecnologico per l'Energia

Con il supporto di: ing. Silvia Debiasi e ing. Sara Verones, Agenzia Provinciale per le Risorse Idriche e l'Energia, Provincia Autonoma di Trento

Coordinamento dell'azione C15: Regione Emilia-Romagna, ing. Matteo Balboni, ing. Katia Raffaelli.
Partner coinvolti nell'azione C15: Provincia autonoma di Trento, Regione Emilia-Romagna, Regione Veneto, Regione Friuli Venezia Giulia, Regione Piemonte.

Coordinamento del pilastro tematico Efficienza Energetica: Provincia autonoma di Trento - Agenzia provinciale per le risorse idriche e l'energia (ing. Sara Verones, ing. Silvia Debiasi).

Regione Emilia-Romagna

Regione del Veneto

Regione Piemonte

Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia

Provincia Autonoma di Trento

Trentino

With the contribution
of the LIFE Programme
of the European Union

LIFE 15 IPE IT 013

prepAIR

Po Regions Engaged to Policies of Air

INDICE

1 PREMESSA 8
2 METODOLOGIA 9
2.1 Definizione del settore di interesse 9
2.2 Metodologia dell'analisi della baseline 14
2.2.1 Valutazione preliminare della copertura dati forniti dai gruppi d'acquisto delle associazioni di categoria rispetto al totale .. 14
2.2.2 Metodologia della ripartizione dei consumi di energia elettrica 17
2.2.3 Metodologia della ripartizione dei consumi di metano 17
2.2.4 Metodologia della valutazione di indici di performance: indice di intensità energetica e indice di automazione 19
2.3 Caratterizzazione delle classi merceologiche 20
2.3.1 Caratterizzazione delle classi merceologiche e dei comparti tecnologici mediante fonte letteratura 21
2.3.1.1 Industria alimentare 21
2.3.1.2 Industria cartaria 22
2.3.1.3 Industria chimico–farmaceutica 23
2.3.1.4 Industria di gomma e plastica 23
2.3.1.5 Industria ceramica e vetraria 24
2.3.1.6 Industria dei materiali da costruzione 24
2.3.2 Caratterizzazione delle classi merceologiche e dei comparti tecnologicimediante diagnosi energetica o caso studio 25
2.3.2.1 Industria tessile 25
2.3.2.2 Industria di stampa (e editoria) 26
2.3.2.3 Industria di legno e mobilio 26
2.3.2.4 Industria metallurgica 27
2.3.2.5 Industria meccanica 28
2.3.2.6 Industria elettronica 28
2.3.2.7 Industria estrattiva 29
2.3.2.8 Industria di altro manifatturiero 30
2.4 Metodologia dell'individuazione dei potenziali di risparmio degli interventi di efficienza energetica più comuni 31
3 DESCRIZIONE DEL SETTORE INDUSTRIALE PRODUTTIVO TRENTINO 34
3.1 Inquadramento economico-produttivo 34
3.2 Fabbisogni elettrici 40
3.3 Fabbisogni termici 41

3.4 Contestualizzazione dell'industria produttiva trentina a livello nazionale 42
4 BASELINE DEI CONSUMI 47
4.1 Elaborazione dei consumi di energia elettrica 48
4.1.1 Definizione degli autoconsumi di energia elettrica 51
4.1.2 Definizione dei consumi di energia elettrica attribuibili ai gruppi d'acquisto delle associazioni di categoria 52
4.2 Elaborazione dei consumi di metano 57
4.2.1 Definizione dei consumi di metano attribuibili ai gruppi d'acquisto delle associazioni di categoria 63
4.3 Considerazione sui dati forniti dai gruppi d'acquisto delle associazioni di categoria 66
4.4 Risultati: consumi elettrici e termici 69
4.5 Valutazione degli indici di performance 73
5 ANALISI DELLE CLASSI MERCEOLOGICHE E RELATIVI PROCESSI PRODUTTIVI 85
5.1 Industria estrattiva 86
5.2 Industria alimentare 88
5.2.1 Industria alimentare di produzione e conservazione di cibi 89
5.2.2 Industria delle bevande 91
5.3 Industria tessile 94
5.4 Industria della carta, stampa, legno e mobilio 98
5.4.1 Industria della carta 100
5.4.2 Industria di stampa 104
5.4.3 Industria di legno e mobilio 105
5.5 Industria chimico-farmaceutica 107
5.6 Industria di gomma, plastica e minerali non metallici 110
5.6.1 Industria di gomma e plastica 110
5.6.2 Industria ceramica e vetraria 113
5.6.3 Industria dei materiali da costruzione 119
5.7 Industria metalmeccanica ed elettronica 121
5.7.1 Industria metallurgica 121
5.7.2 Industria meccanica 124
5.7.3 Industria elettronica 127
5.8 Industria di altro manifatturiero 129

6 POTENZIALE TEORICO DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI ... 130

6.1 Efficienza energetica: l'ammodernamento tecnologico dei processi produttivi ... 130

6.1.1 Aspetti introduttivi ... 130

6.1.2 Individuazione del potenziale massimo di risparmio energetico e aspetti economici ... 131

6.2 Potenziale di riduzione delle emissioni mediante produzione di energia in loco ... 141

6.2.1 Produzione di energia rinnovabile da impianti fotovoltaici .. 141

6.2.1.1 Individuazione del potenziale massimo di potenza installabile ... 141

6.2.1.2 Potenziale tecnico comunità energetiche ... 144

6.2.2 Potenziale residuo ... 147

6.2.2.1 Produzione di energia da impianti cogenerativi in ambito industriale 147

6.2.2.2 Recupero di calore di scarto ... 154

6.2.2.3 Micro-cogenerazione mediante celle a combustibile ... 155

6.3 Potenziale di riduzione delle emissioni mediante misure e tecnologie innovative di gestione dell'energia ... 160

6.3.1 Diagnosi energetiche e ISO 50001 ... 160

6.3.2 Digitalizzazione nel mondo dell'efficienza energetica: sistemi di monitoraggio e di data driven ... 163

7 SCENARI DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI ... 167

7.1 Efficienza energetica: l'ammodernamento tecnologico dei processi produttivi ... 167

7.2 Diffusione del fotovoltaico ... 176

7.3 Sistemi di gestione e di monitoraggio ... 183

7.4 Sintesi delle misure per il raggiungimento degli obiettivi ... 188

Appendici 190

Appendice 1: Simbologia e definizioni ... 190

Appendice 2: Dati industrie produttive trentine in riferimento all'anno 2016 191

Appendice 3: Costi e risparmi medi conseguibili per interventi sui comparti tecnologici ... 195

Appendice 4: Risparmio massimo conseguibile per ogni classe merceologica a seguito di interventi di efficienza energetica sui singoli comparti tecnologici ... 197

Appendice 5: Benchmark di riferimento ... 230

Bibliografia 237

IL PROGETTO PREPAIR ... 241

1 PREMESSA

Il presente documento è il risultato del servizio affidato dall'Agenzia Provinciale per le Risorse Idriche e l'Energia (nel seguito APRIE) a Polo Tecnologico per l'Energia e finalizzato ad un'attività tecnico-specialistica volta all'incremento dell'efficienza energetica del settore industriale del Trentino.

Il servizio si inquadra nell'ambito del progetto europeo LIFE IP PREPAIR, che ha l'obiettivo di mettere in campo azioni coordinate ed integrate per il miglioramento della qualità dell'aria nel territorio comprendente l'intero bacino padano (dall'arco alpino alla Pianura Padana) e la Slovenia. [1]

La Provincia di Trento è coinvolta in questo progetto e il suo sforzo per la riduzione delle emissioni inquinanti è indirizzato principalmente verso l'incremento dell'efficienza del settore industriale.

Il presente lavoro è inoltre parte integrante del Piano energetico-ambientale provinciale 2021-2030, che costituisce le strumento pianificatorio cardine in materia di energia a livello provinciale.

Il presente documento si articola nel seguente modo:

1. analisi dello stato attuale del settore delle imprese del Trentino e definizione di una baseline dei loro consumi energetici, tramite l'elaborazione dei dati che è stato possibile reperire. Oltre ad APRIE, la raccolta dei dati ha coinvolto principalmente le seguenti Associazioni ed Enti locali: Confindustria Trento ed il suo Consorzio Assoenergia, l'Associazione Artigiani Trentino, la Federazione Trentina della Cooperazione e l'Istituto di Statistica della Provincia di Trento;
2. analisi di dettaglio dei principali settori merceologici nei quali operano le imprese trentine e dei relativi processi produttivi. Questa analisi si concentra anche sulla definizione di possibili scenari di riduzione dei consumi attraverso iniziative di incremento dell'efficienza energetica in tutti i comparti presenti negli stabilimenti: linee produttive, impianti ausiliari per il funzionamento delle linee di produzione (aria compressa, calore e freddo di processo, ecc.) e impianti dei servizi generali (illuminazione, climatizzazione ambientale, ecc.). L'analisi individua i possibili interventi per il miglioramento dell'efficienza energetica e per la produzione di energia dalle fonti rinnovabili disponibili localmente, fornendo per essi indicazioni sui valori medi di investimento economico, risparmio energetico e tempo di ritorno.

2 METODOLOGIA

In questo capitolo sono definite le classi merceologiche industriali di interesse.

2.1 Definizione del settore di interesse

Il presente documento si concentra sull'analisi dei potenziali di efficientamento energetico del settore industriale produttivo trentino. Ogni tipologia di servizio ed attività viene classificata in classi merceologiche identificate mediante codici, nello specifico mediante il codice ATECO 2007, correntemente in uso, distinto come riportato nella figura sottostante. [2]

	SEZIONI ISIC REV. 4/ NACE REV. 2	DESCRIZIONE	DIVISIONI
1	A	Agricoltura, silvicoltura e pesca	01 a 03
2	B	Attività estrattiva	05 a 09
3	CA	Industrie alimentari, delle bevande e del tabacco	10 a 12
4	CB	Industrie tessili, abbigliamento, pelli e accessori	13 a 15
5	CC	Industria del legno, della carta e stampa	16 a 18
6	CD	Fabbricazione di coke e prodotti petroliferi raffinati	19
7	CE	Fabbricazione di sostanze e prodotti chimici	20
8	CF	Produzione di articoli farmaceutici, chimico-medicinali e botanici	21
9	CG	Fabbricazione di articoli in gomma e materie plastiche, altri prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi	22 + 23
10	CH	Fabbricazione di metalli di base e lavorazione di prodotti in metallo, esclusi macchine e impianti	24 + 25
11	CI	Fabbricazione di computer, apparecchi elettronici e ottici	26
12	CJ	Fabbricazione di apparecchi elettrici	27
13	CK	Fabbricazione di macchinari ed apparecchi n.c.a.	28
14	CL	Fabbricazione di mezzi di trasporto	29 + 30
15	CM	Altre attività manifatturiere, riparazione ed installazione di macchine ed apparecchiature	31 a 33
16	D	Fornitura di energia elettrica, gas, vapore e aria condizionata	35
17	E	Fornitura di acqua; reti fognarie, attività di trattamento dei rifiuti e risanamento	36 a 39
18	F	Costruzioni	41 a 43
19	G	Commercio all'ingrosso e al dettaglio, riparazione di autoveicoli e motocicli	45 a 47
20	H	Trasporto e magazzinaggio	49 a 53
21	I	Servizi di alloggio e ristorazione	55 + 56
22	JA	Editoria, audiovisivi e attività radiotelevisive	58 a 60
23	JB	Telecomunicazioni	61
24	JC	Servizi IT e altri servizi informativi	62 + 63
25	K	Attività finanziarie e assicurative	64 a 66
26	L	Attività immobiliari(a)	68
27	MA	Attività legali, contabilità, consulenza di gestione, studi di architettura e ingegneria, collaudi ed analisi tecniche	69 a 71
28	MB	Ricerca scientifica e sviluppo	72
29	MC	Altre attività professionali, scientifiche e tecniche	73 a 75
30	N	Attività amministrative e di servizi di supporto	77 a 82
31	O	Amministrazione pubblica e difesa; assicurazione sociale obbligatoria	84
32	P	Istruzione	85
33	QA	Sanità	86
34	QB	Servizi alle famiglie e assistenza sociale	87 + 88
35	R	Attività artistiche, di intrattenimento e divertimento	90 a 93
36	S	Altre attività di servizi	94 a 96
37	T(b)	Attività di famiglie e convivenze come datori di lavoro per personale domestico; produzione di beni e servizi indifferenziati per uso proprio da parte di famiglie e convivenze	97 + 98(a)
38	U(b)	Attività di organizzazioni e organismi extraterritoriali	99(a)

(a) Comprendente i fitti figurativi delle abitazioni occupate dai proprietari.
(b) Tutta la sezione U e parte della sezione T (divisione 98) non rientrano nel repertorio Sna e non saranno compilate ai fini della rilevazione dei dati Sna, tuttavia sono incluse per completezza.

***Figura 1**: Prospetto di aggregazione delle classi merceologiche [2]*

Della Figura 1, le classi merceologiche dell'industria in senso stretto si identificano come quelle comprendenti le sezioni indicate con la lettera B, C, D ed E, ossia industrie estrattive, industrie manifatturiere ed aziende fornitrici di energia ed acqua.[3]
Lo studio si concentrerà sulle industrie in cui si ha un processo produttivo che termina in un prodotto vendibile e tangibile, quindi soprattutto le attività estrattive e manifatturiere (codificate con le classi ATECO B e C). [4][3]

A tal proposito sono da escludere le seguenti classi merceologiche:

- "Costruzioni" (ATECO F), poiché esso comprende:
  - Sviluppo di progetti immobiliari senza costruzione
  - Costruzione di edifici residenziali e non
  - Ingegneria civile di strade, ferrovie, opere di pubblica utilità e altre opere
  - Demolizioni e preparazione del cantiere edile
  - Installazione di impianti elettrici, idraulici ed altri lavori di costruzione e installazione
  - Completamento e finitura di edifici
  - Altri lavori specializzati di costruzione
- "Energia ed acqua" (ATECO D ed E).

Nella tabella sottostante sono riassunte le classi di interesse per questo studio.

***Tabella 1**: Distinzione delle classi merceologiche secondo classificazione ATECO 2007 [2]*

Caratterizzazione classe merceologica	**Fascia ATECO**	**Codice ATECO**
Attività estrattiva	B	05-09
Industrie alimentari, delle bevande e del tabacco	CA	10-12
Industrie tessili, abbigliamento, pelli ed accessori	CB	13-15
Industrie del legno, mobilio, della carta e stampa	CC	16-18 e 31
Fabbricazione di coke e prodotti derivati dalla raffinazione del petrolio	CD	19
Fabbricazione di sostanze e prodotti chimici	CE	20
Produzione di articoli farmaceutici, chimico-medicinali e botanici	CF	21
Fabbricazione di articoli in gomma e materie plastiche, altri prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi	CG	22-23
Fabbricazione di metalli di base e lavorazione di prodotti in metallo, esclusi macchine e impianti	CH	24-25
Fabbricazione di computer, apparecchi elettronici ed ottici	CI	26
Fabbricazione di apparecchi elettrici	CJ	27
Fabbricazione di macchinari e apparecchi n.c.a.	CK	28
Fabbricazione di mezzi di trasporto	CL	29-30

Altre attività manifatturiere, riparazione e installazione di macchine e di apparecchiature	CM	32-33

Per consentire una dettagliata analisi dei più caratterizzanti processi produttivi trentini, dei loro consumi e quindi delineare strategie più efficaci per la riduzione dei consumi degli stessi, si è fatto riferimento alle seguenti sottoclassi.

***Tabella 2**: Suddivisione in sottoclassi delle classi merceologiche*

	CLASSI MERCEOLOGICHE	codice	SOTTO-CLASSI	Sotto-codice
B	Attività estrattiva	**B**		**B**
C: Attività manifatturiere	Industrie alimentari, delle bevande e del tabacco	**CA**	Bevande	**CA1**
			Pane/pasta/dolci	**CA2**
			Produzione derivati del latte	**CA3**
			Carne	**CA4**
			Altro alimentare	**CA5**
			Conservazione frutta e ortaggi	**CA6**
	Industrie tessili, abbigliamento, pelli ed accessori	**CB**		**CB**
	Industrie del legno, mobilio, della carta e stampa	**CC**	Cartaria e stampa	**CC1**
			Legno e mobilio	**CC2**
	Fabbricazione di sostanze e prodotti chimici, produzione di articoli farmaceutici e botanici	**CD+CE + CF**		**CD+CE+CF**
	Fabbricazione di articoli in gomma e materie plastiche, altri prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi	**CG**	Gomma e plastica	**CG1**
			Ceramiche e Vetraria	**CG2**
			Materiali da costruzioni	**CG3**
	Fabbricazione di metalli di base e prodotti in metallo, apparecchiature elettroniche, macchinari e mezzi di trasporto (Metalmeccanica e elettronica)	**CH**	Metallurgia	**CH**
		CI+CJ	Elettronica	**CI+CJ**
		CK+CL	Meccanica	**CK+CL**
	Altre attività manifatturiere, riparazione e installazione di macchine e di apparecchiature	**CM**	lavorazione metalli preziosi	**CM1**
			installazione impianti/macchinari	**CM2**
			riparazione/manutenzione	**CM3**
			altre attività	**CM4**

I codici indicati nella Tabella 2 richiamano la classificazione ATECO in fasce in Tabella 1, per una maggiore velocità di comprensione nella tabella sottostante sono inseriti i codici ATECO di classe e di sotto classe che verranno utilizzati.

***Tabella 3**: Assegnazioni di codici più immediati in riferimento alla suddivisione effettuata in Tabella 2*

	CLASSI MERCEOLOGICHE	codice	SOTTO-CLASSI	Sotto-codice
B	Attività estrattiva	B		B
C: Attività manifatturiere	Industrie alimentari, delle bevande e del tabacco	CA	Bevande	CA1
			Pane/pasta/dolci	CA2
			Produzione derivati del latte	CA3
			Carne	CA4
			Altro alimentare	CA5
			Conservazione frutta e ortaggi	CA6
	Industrie tessili, abbigliamento, pelli ed accessori	CB		CB
	Industrie del legno, mobilio, della carta e stampa	CC	Cartaria e stampa	CC1
			Legno e mobilio	CC2
	Fabbricazione di sostanze e prodotti chimici, produzione di articoli farmaceutici e botanici	CE		CE
	Fabbricazione di articoli in gomma e materie plastiche, altri prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi	CG	Gomma e plastica	CG1
			Ceramiche e Vetraria	CG2
			Materiali da costruzioni	CG3
	Fabbricazione di metalli di base e prodotti in metallo, apparecchiature elettroniche, macchinari e mezzi di trasporto (Metalmeccanica e elettronica)	CH	Metallurgia	CH1.1
			Elettronica	CH2
			Meccanica	CH1.2
	Altre attività manifatturiere, riparazione e installazione di macchine e di apparecchiature	CM	lavorazione metalli preziosi	CM1
			installazione impianti/macchinari	CM2
			riparazione/manutenzione	CM3
			altre attività	CM4

I nuovi codici assegnati in Tabella 3 sono molto simili a quelli delle fasce ATECO di riferimento, a differenza che in alcune classi che sono state accorpate il codice ha preso il nome dalla fascia più presente, come testimoniato anche da quanto indicato in Appendice 2.

Prima di procedere, va distinto il concetto di consumo energetico degli impianti (in pratica la quantità di energia in arrivo) dal concetto di energia che i diversi vettori energetici (gasolio, gas metano, energia elettrica…) sono in grado di sviluppare prima della loro trasformazione nei vari impianti. Questo potenziale di rendimento dei diversi vettori è chiamato energia primaria.

La differenza tra il potenziale e l'effettivo consumo di un certo combustibile dipende sia da quanta energia l'impianto consuma per funzionare, sia dagli sprechi e dall'inefficienza dello

stesso. Infatti ogni impianto ha un sistema di produzione, un sistema di distribuzione, un sistema di emissione e un sistema di regolazione. E ognuna di queste fasi può dare luogo a perdite di energia che insieme definiscono la maggiore o minore efficienza dell'impianto. Nel presente studio non ci si vuole concentrare sul quantitativo di perdite di energia primaria, ma solo valutare i fabbisogni delle classi industriali. In tal senso fabbisogni e consumi sono considerati sinonimi.

Il termine "energia primaria" esprime dunque il potenziale energetico ed è misura "neutra" dell'energia, che rende confrontabili i diversi combustibili e sommabili tra solo i diversi flussi. L'energia primaria può essere espressa in TEP (tonnellate equivalenti di petrolio), kWh (chilowattora), tCO_2 (tonnellate di CO_2 emesse). Confrontare consumi energetici di natura differente significa relazionare categorie diverse qualitativamente, e ciò può avvenire solo trovando un elemento comune: appunto la quantità di energia primaria contenuta in ogni combustibile. Misurando i fabbisogni energetici in termini di energia primaria, si possono dunque effettuare confronti tra impianti che utilizzano diverse fonti.

In riferimento al capitolo 4 verranno confrontati i dati degli annuari statistici sui fabbisogni di energia elettrica e di metano ([5] e [6]) dell'industria produttiva della provincia di Trento, con i consumi forniti dalle industrie produttive locali aderenti ai gruppi d'acquisto delle associazioni di categoria. È importante definire che per fabbisogni (o consumi) di energia elettrica si intende la somma dei contributi di prelievo da rete (prelievi) e autoconsumo dovuto a produzione di energia elettrica in sito.

2.2 Metodologia dell'analisi della baseline

In questo capitolo viene delineata brevemente la metodologia di definizione dei consumi totali per settore, stimati nel caso del metano, e la metodologia per la ripartizione dei consumi, nelle classi di appartenenza, delle industrie iscritte ai gruppi di acquisto.

In generale, la ripartizione dei consumi di energia elettrica e metano, forniti rispettivamente da Terna ed ARERA, è avvenuta sulla base delle informazioni connesse ai dati di consumo forniti dai gruppi di acquisto delle associazioni di categoria. A partire dalle prime due cifre del codice ATECO è stato possibile associare, come indicato in Tabella 1, i dati alle classi oggetto di studio come precedentemente classificate nella Tabella 2 o Tabella 3.

2.2.1 Valutazione preliminare della copertura dati forniti dai gruppi d'acquisto delle associazioni di categoria rispetto al totale

Nel seguente capitolo verrà valutata la copertura dei dati forniti dai gruppi d'acquisto delle associazioni di categoria (Associazione Artigianato, Confindustria e FederCoop), più i dati stimati delle imprese ETS [7], rispetto alla presenza sul territorio delle industrie produttive della provincia di Trento.
Prendendo in considerazione la Tabella 4, che analizza la copertura del numero di industrie di cui sono stati ottenuti i dati dalle associazioni di categoria, rispetto al totale delle unità locali dichiarate dall'ISPAT, emerge che le classi merceologiche che presentano un maggior numero di unità locali sono principalmente:

- l'industria cartaria e del legno,
- altre attività manifatturiere,
- industrie metallurgiche,
- industrie alimentari e
- le industrie di gomma, plastica e altri minerali non metallici.

Non su tutte le classi merceologiche più diffuse vi è una buona copertura dei dati, alcune classi hanno una copertura minore del 50%. Sulle 3.607 unità locali delle industrie produttive, sono disponibili i consumi di energia elettrica di 1.616, ossia il 45% del totale.
La copertura dei dati forniti non è del tutto soddisfacente, essa può essere considerabile pressoché rappresentativa per le industrie estrattive, alimentari e ceramiche e vetrarie, per

cui l'incidenza del dato è superiore al 60%, mentre per buona parte delle classi i dati sono scarsi e rappresentano meno del 50% della classe.

***Tabella 4**: Incidenza del **NUMERO DI UNITÀ LOCALI** delle industrie analizzate, rispetto al totale regionale, suddivisi per classi merceologiche e per categorie (2016)*

Classi merceologiche	Sottoclassi *(i)*	Totale provincia di Trento	Confartigianato *(j=1)*	*Confindustria*		FederCoop *(j=4)*	Industrie ETS *(j=5)*	Totale per classe	% copertura
				Assoenergia *(j=2)*	Confindustria gda *(j=3)*				
Industrie estrattive	Estrattiva	**90**	27	1	37	1		**66**	**73%**
Industrie alimentari	Bevande	**434**	28	4	7	12		**300**	**69%**
	Pane/pasta/dolci		135	1					
	Produzione derivati del latte		2		1	17			
	Carne		9	1					
	Altro alimentare		46		2	1	1		
	Conservazione frutta e ortaggi		2			31			
Industria tessile e moda	Tessile	**163**	56	2	3			**61**	**37%**
Industrie del legno, della carta e stampa	Cartaria e stampa	**166**	61	1	4	1	5	**72**	**43%**
	Legno e mobilio	**828**	425	2	11			**438**	**53%**
Industria chimico-farmaceutica	Chimico-farmaceutica	**39**	10	5	4		2	**21**	**54%**
Fabbricazione di articoli in gomma e materie plastiche, altri prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi	Gomma e plastica	**83**	28		4		1	**33**	**40%**
	Ceramiche e Vetraria	**47**	31		1		2	**34**	**72%**
	Materiali da costruzioni	**302**	43					**43**	**14%**
Industria metalmeccanica ed elettronica	Metallurgia	**568**	318	13	47	1	1	**406**	**49%**
	Meccanica	**262**	26						
	Elettronica	**110**	37		6			**43**	**39%**
Altre attività manifatturiere, riparazione e installazione di macchine e di apparecchiature	Lavorazione metalli preziosi	**515**	11					**99**	**19%**
	Installazione impianti/macchinari		17						
	Riparazione/manutenzione		50						
	Altre attività		21						
		3.607	**1.383**	**30**	**127**	**64**	**12**	**1.616**	**45%**
		[-]	**[-]**	**[-]**	**[-]**	**[-]**	**[-]**	**[-]**	

2.2.2 Metodologia della ripartizione dei consumi di energia elettrica

L'energia elettrica, assieme al gas metano, è il vettore energetico più utilizzato nell'industria trentina. Mediante gli annuari statistici di Terna [5] è stato possibile ricavare i fabbisogni totali per classe per la provincia di Trento: $EE_{i,PAT}\ [GWh]$, classi merceologiche classificate come in Tabella 1.

Il fabbisogno di energia elettrica dell'industria produttiva è costituito dalla somma di consumi di energia elettrica per prelievo da rete ($EE_{rete,i,PAT}\ [GWh]$) e per autoconsumo delle varie industrie ($EE_{autoc,i,PAT}\ [GWh]$). Mediante i calcoli effettuati nel PEAP [] sarà inoltre possibile valutare la porzione di autoconsumo industriale trentino. L'autoconsumo non sarà distinguibile classe per classe, o almeno lo sarà solo in parte grazie ad alcune ricostruzioni dei consumi delle industrie facenti parte del protocollo ETS, sulla base di dati disponibili riferiti al 2013 e parametrizzati al 2016, anno di riferimento. [7]

Sulla base dei dati di prelievo da rete, forniti dalle varie associazioni di categoria, si procederà alla ripartizione dei consumi di energia elettrica per classe, i, e per gruppo di acquisto delle associazioni di categoria, j: $EE_{rete,i,j,PAT}\ [GWh]$.

Mediante tali dati si effettuerà dunque una caratterizzazione dei consumi (da prelievo da rete) di energia elettrica nelle varie classi merceologiche e per gruppi d'acquisto delle associazioni di categoria, rispetto ai fabbisogni classe per classe.

2.2.3 Metodologia della ripartizione dei consumi di metano

I consumi di metano industriale trentino sono stati ottenuti dai report annuali provinciali di ARERA [6], che verranno sintetizzati in Tabella 12. Non essendo presente però un dato sui consumi di metano industriale suddiviso per classe merceologica, si è provveduto alla stima dei contributi per settore partendo dal rapporto tra fabbisogno di energia elettrica e energia termica (metano) nazionale. [8]

Assumendo dunque:

$EE_{i,IT}\ [GWh]$: fabbisogno di energia elettrica del settore i a livello nazionale;

$TE_{i,IT}\ [GWh]$: fabbisogno di energia termica del settore i a livello nazionale, assunta come proveniente dal consumo di metano;

dal loro rapporto si ottiene un valore fisso per ogni settore i a livello nazionale, $e_{i,IT}\ [-]$.

$$e_{i,IT} = \frac{TE_{i,IT}}{EE_{i,IT}} \quad [-]$$

Equazione 1

Si è assunto tale rapporto fisso e costante anche nel caso regionale, ossia:

$$e_{i,IT} = e_{i,PAT}$$

Equazione 2

Noti i fabbisogni di energia elettrica a livello provinciale, verrà effettuata una stima della suddivisione dei consumi di metano nelle classi merceologiche indicate in Tabella 1, considerando un potere calorifico del metano di: [8]

$$PCI_{metano} = 38{,}1 \frac{MJ}{Sm^3}$$

Equazione 3

Sarà possibile valutare dunque il fabbisogno di gas naturale per ogni settore i a livello provinciale:

$$GN_{i,PAT} = \frac{e_{i,PAT} \cdot EE_{i,PAT}}{PCI_{metano}} \cdot f_{conv} \quad [Sm^3]$$

Equazione 4

con $f_{conv} = 3{,}6 \cdot 10^6 \frac{MJ}{GWh}$: fattore di conversione.

Una volta calcolati i fabbisogni di metano per ogni settore i della provincia di Trento, effettuando la sommatoria dei contributi andrà verificato che essa sia inferiore al dato di consumo di metano industriale indicato nel report annuale di ARERA. [6]

L'assunzione formulata in Equazione 2, rischia di assimilare i settori individuati a livello nazionale e provinciale, ciò può essere non sempre vero. In generale si è dunque considerato che la frazione auto-consumata sia più caratteristica della tipologia di processo e quindi della classe merceologica piuttosto che del luogo in cui viene implementata. Solitamente infatti ci sono industrie che sono più propense all'installazione di sistemi di autoconsumo di energia. In tal senso è stato ritenuto plausibile assumere che la percentuale di autoconsumo sia la stessa, per una stessa classe merceologica, a livello nazionale e provinciale.

In merito al rapporto definito come in Equazione 1, va inoltre segnalato che esso è definito come un rapporto tra fabbisogni, quindi vi è il rischio che nei due dividendi venga contato due volte un contributo energetico ad esempio di metano per la produzione di energia elettrica di autoconsumo.

In quanto stima essa non sarà precisa per la definizione dei fabbisogni termici per ogni classe, ma sarà comunque verosimile ed accettabile fintanto che la somma dei consumi di metano risultati dalla stima rientrerà nei dati di fabbisogno di metano industriale nazionale fornito da ARERA. [6] Ciò verrà dimostrato in fase di elaborazione dei dati nel capitolo 4.2.

Poiché non di tutti i settori dell'industria produttiva è stato possibile reperire dei dati, o delle fonti di elaborazione dati di consumo termico che elettrico, questa metodologia non può essere applicata a tutte le classi merceologiche.

Le restanti classi, ossia i restanti consumi non spartiti con la metodologia sopra illustrata, verranno successivamente spartiti sulla base dell'assunzione che i rapporti di fabbisogno di metano e energia termica del campione fornito dalle associazioni di categoria sia verosimile, e quindi il rapporto per una stessa classe i sarà costante, come in Equazione 5.

$$\frac{GN_{i,campione}}{EE_{i,campione}} = \frac{GN_{i,PAT}}{EE_{i,PAT}} = \frac{GN_{i,IT}}{EE_{i,IT}} = cost$$

Equazione 5

$$GN_{i,PAT} = \frac{GN_{i,campione}}{EE_{i,campione}} \cdot EE_{i,PAT}$$

Equazione 6

Noto il rapporto del campione e i fabbisogni di elettrici della provincia sarà possibile calcolare il fabbisogno di metano provinciale per classe, mediante l'Equazione 6.

Per la ripartizione di questi ultimi consumi si è fatto uso di alcune ipotesi che verranno spiegate in fase di stima nel capitolo 4.2. La stima verrà effettuata sulla base dell'anno di riferimento, il 2016.

Una volta ottenuta la caratterizzazione dei consumi totali per ogni settore, i consumi di metano suddivisi per classe i e per gruppo d'acquisto dell'associazione di categoria j, in base alle indicazioni delle associazioni di categoria, verranno confrontati.

2.2.4 Metodologia della valutazione di indici di performance: indice di intensità energetica e indice di automazione

Si è proceduto alla costruzione di due indici al fine di confrontare i dati risultanti dal campione, i dati provinciali e nazionali.

Gli indici che si andranno a costruire permetteranno di caratterizzare l'intensità energetica della classe merceologica e lo stato di automazione, essi verranno costruiti per il livello provinciale e quello nazionale.

I dati provinciali e nazionali di energia elettrica e metano sono già stati ottenuti dagli annuari statistici rispettivamente di Terna e ARERA, come precedentemente introdotto. [6]

I due indici sono costruiti facendo il rapporto dei consumi di energia primaria in TEP rispetto, al valore aggiunto per l'intensità energetica e al numero di addetti per l'indice di automazione, per ogni classe.

2.3 Caratterizzazione delle classi merceologiche

Ogni classe merceologica individuata verrà ripartita nei comparti tecnologici che la caratterizzano, comparti su cui verranno applicate le percentuali di incidenza dei vari interventi, al fine di ottenere una percentuale di risparmio sul fabbisogno totale della classe di riferimento.

Per alcune classi merceologiche è stato possibile ottenere una ripartizione dei fabbisogni in accordo con dati reperiti in letteratura, mentre per altre classi merceologiche la ripartizione dei comparti è avvenuta sulla base di casi studio o sull'analisi di dati provenienti da diagnosi energetica, nella tabella riassuntiva sottostante.

***Tabella 5**: Riassunto sulla metodologia e le fonti utilizzate per l'individuazione dei comparti delle varie classi*

Sotto-Classe	Codice	Individuazione dei comparti mediante elaborazione di dati da	Fonte
Industria estrattiva	B	-	-
Industria alimentare	CA1	letteratura e diagnosi	[9][10] -
	CA2		
	CA3		
	CA4		
	CA5		
	CA6		
Industrie tessili, abbigliamento, pelli ed accessori	CB	caso studio	[11]
Industria cartaria e stampa(/editoria)	CC1	letteratura e diagnosi	[9][12] -
Industria di legno e mobilio	CC2	caso studio	[13]
Industria chimico - farmaceutica	CE	letteratura	[9]
Industria di gomma e plastica	CG1	letteratura e diagnosi	[14] -
Industria ceramica e vetraria	CG2	letteratura	[15][9]
Industria dei materiali da costruzioni	CG3	letteratura	[9][16]
Industria metallurgica	CH1.1	diagnosi	-
Industria elettronica	CH2	diagnosi	-
Industria meccanica	CH1.2	diagnosi	-
Industria di altre attività manifatturiere	CM1	-	-
	CM2		
	CM3		
	CM4		

La ripartizione dei fabbisogni di energia primaria tra metano ed energia elettrica è stata dedotta dal rapporto delle energie primarie (metano ed energia elettrica) risultante in fase di elaborazione della ripartizione dei fabbisogni di metano nel capitolo 4.2.

L'individuazione dei comparti e delle percentuali di riduzione di consumo relative agli interventi individuati nel capitolo 2.3 permetteranno di individuare, per ogni classe, il potenziale massimo di efficienza energetica. I massimi potenziali di efficienza energetica saranno riassunti nell'Appendice 4 e nel capitolo6.1.2.

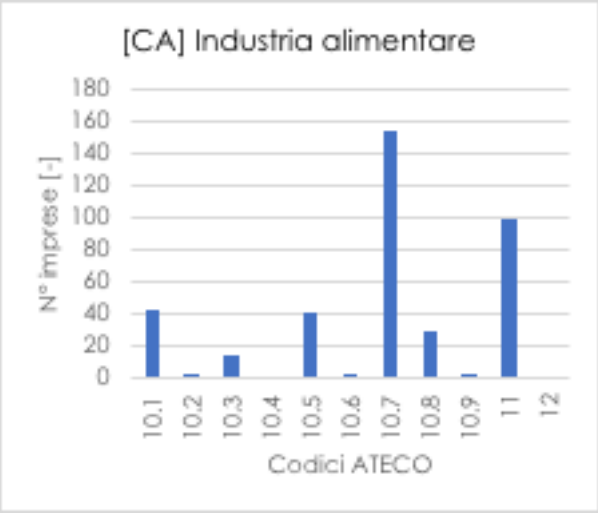
2.3.1 Caratterizzazione delle classi merceologiche e dei comparti tecnologici mediante fonte letteratura

2.3.1.1 Industria alimentare

La ripartizione dei fabbisogni termici ed elettrici nei vari comparti del settore di riferimento è stata effettuata sulla base dei dati emersi dalle diagnosi energetiche.
Le aziende analizzate appartenevano ai gruppi ATECO:

- N°1 appartenente a C.10.1,
- N°1 appartenente a C.10.7.

Esse appartengono ad alcuni tra le classi ATECO più presenti dell'industria alimentare come emerge dalla Figura 2, ottenuta su elaborazione dei dati in Appendice 2. [4]



Legenda [CA] Industria alimentare:	
10.1	Lavorazione e conservazione di carne (escluso volatili)
10.2	Lavorazione e conservazione di pesce, crostacei e molluschi
10.3	Lavorazione e conservazione di frutta e ortaggi
10.4	Produzione di oli e grassi vegetali animali
10.5	Industria lattiero-casearia
10.6	Lavorazione delle granaglie, produzione di amidi e di prodotti amidacei
10.7	Produzione di prodotti da forno
10.8	Produzione di altri prodotti alimentari
10.9	Produzione di prodotti per l'alimentazione degli animali
11	Industrie delle bevande
12	Industria del tabacco

***Figura 2**: Caratterizzazione provinciale del numero di imprese appartenenti all'industria alimentare per classe ATECO (2016)*

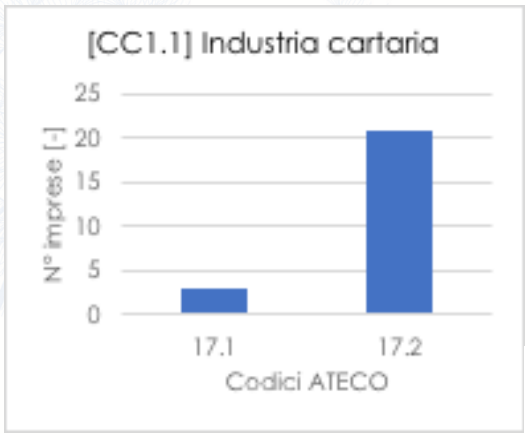
Mediando la ripartizione dei comparti ottenuta dalle diagnosi per l'intera classe, è stato possibile valutare una ripartizione percentuale dei fabbisogni nei vari comparti per l'industria alimentare di produzione di cibi (solidi).

Elencando tutti gli interventi effettuabili, note le percentuali di efficienza dei rispettivi interventi, valutate come spiegato in capitolo 2.3, è stato possibile calcolare la percentuale di risparmio dell'intervento sul comparto a cui si riferisce. Il risparmio dell'intervento pesato sul comparto su cui agisce ha permesso di ottenere un una percentuale rispetto al fabbisogno totale del vettore energetico su cui agisce l'intervento.

Per quanto riguarda invece l'industria delle bevande, la ripartizione dei consumi di una tipica cantina è stata reperita in letteratura[10]. Le percentuali dei comparti sono state in seguito "pesate" sulla base dei consumi di energia primaria delle due sottoclassi, sintetizzate infine nell'Appendice 4.

2.3.1.2 Industria cartaria

A fronte dello studio effettuato dall'RSE sulle potenzialità di efficientamento del suddetto intervento, nella quale è stata evidenziata una percentuale di risparmio sui consumi termici ed elettrici per cluster di intervento, note le percentuali di risparmio dei rispettivi interventi individuati è stato possibile dedurre l'incidenza dei comparti sui consumi elettrici e di metano[9][12]. Nelle Figura 3 è rappresentata la caratterizzazione dell'industria cartaria trentina nelle classi ATECO. [4]

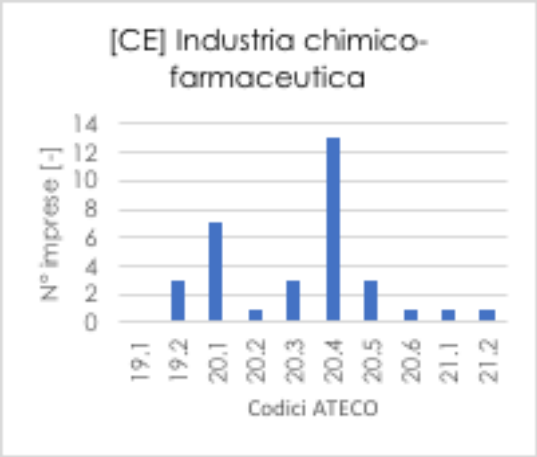


Legenda [CC1.1] Industria cartaria	
17.1	Fabbricazione di carta e di prodotti di carta
17.2	Fabbricazione di articoli di carta e cartone

***Figura 3**: Caratterizzazione provinciale del numero di imprese appartenenti all'industria cartaria per classe ATECO (2016)*

2.3.1.3 Industria chimico–farmaceutica

Per la valutazione della ripartizione dei fabbisogni dell'industria chimico-farmaceutica nei vari comparti, si è fatto riferimento alla stessa metodologia utilizzata per l'industria cartaria[9]. La caratterizzazione dell'industria chimico-farmaceutica trentina è sintetizzata nell'immagine sottostante, ottenuta dai dati in Appendice 2. [4]

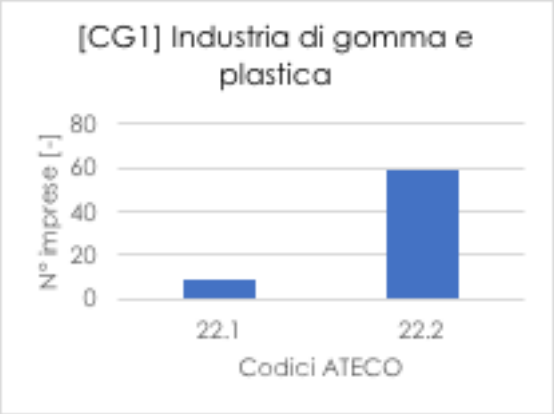


Legenda [CE] Industria chimico-farmaceutica	
19.1	Fabbricazione di prodotti di cokeria
19.2	Fabbricazione di prodotti derivati dalla raffinazione del petrolio
20.1	Fabbricazione di prodotti chimici di base, di fertilizzanti e composti azotati, di materie plastiche e gomma sintetica in forme primarie
20.2	Fabbricazione di agrofarmaci e di altri prodotti chimici per l'agricoltura
20.3	Fabbricazione di pitture, vernici e smalti, inchiostri da stampa e adesivi sintetici (mastici)
20.4	Fabbricazione di saponi e detergenti, di prodotti per la pulizia e la lucidatura, di profumi e cosmetici
20.5	Fabbricazione di altri prodotti chimici
20.6	Fabbricazione di fibre sintetiche ed artificiali
21.1	Fabbricazione di prodotti farmaceutici di base
21.2	Fabbricazione di medicinali e preparati farmaceutici

***Figura 4**: Caratterizzazione provinciale del numero di imprese appartenenti all'industria chimico-farmaceutica per classe ATECO (2016)*

2.3.1.4 Industria di gomma e plastica

La ripartizione dei fabbisogni, elettrici e di metano, è stata presa da uno studio sulle industrie produttrici di plastica [14], e tali valori sono stati confrontati e integrati con i dati ottenuti da tre diagnosi energetiche effettuate proprio su aziende produttrici di prodotti in plastica. Le tre imprese oggetto di diagnosi appartenevano alla classe 22.2, la più presente di questo settore sul territorio provinciale come emerge dalla Figura 5. [4]



Legenda [CG1] Industria di gomma e plastica	
22.1	Fabbricazione di articoli in gomma e materie plastiche
22.2	Fabbricazione di articoli in materie plastiche

***Figura 5**: Caratterizzazione provinciale del numero di imprese appartenenti all'industria di gomma e plastica per classe ATECO (2016)*

2.3.1.5 Industria ceramica e vetraria

La ripartizione dei consumi nei vari comparti per le industrie ceramiche e vetrarie è stata presa rispettivamente dagli studi [15] e [9].

In seguito, a fronte di una lista di interventi di percentuale di risparmio nota è stato possibile dedurre il risparmio sul totale del comparto, e quindi dedurre la ripartizione percentuale dei comparti. L'industria ceramica e vetraria trentina è caratterizzata nel seguente modo. [4]

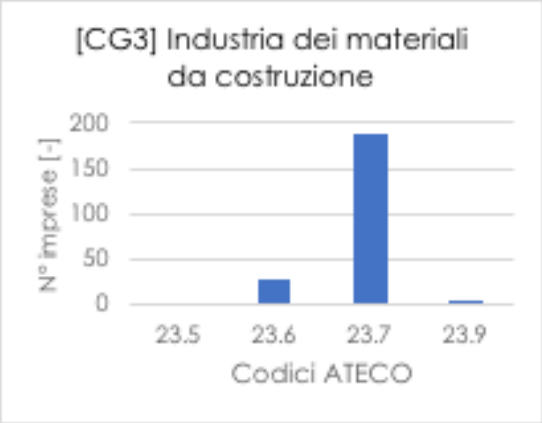
Legenda [CG2] Industria ceramica e vetraria	
23.1	Fabbricazione di vetro e di prodotti in vetro
23.2	Fabbricazione di prodotti refrattari
23.3	Fabbricazione di materiali da costruzione in terracotta
23.4	Fabbricazione di altri prodotti in porcellana e in ceramica

***Figura 6**: Caratterizzazione provinciale del numero di imprese appartenenti all'industria ceramica e vetraria per classe ATECO (2016)*

Le percentuali dei comparti sono state in seguito "pesate" sulla base dei consumi di energia primaria delle due sottoclassi, sintetizzate infine nell'Appendice 4.

2.3.1.6 Industria dei materiali da costruzione

Nella Figura 7 è riportata la caratterizzazione dell'industria trentina dei materiali da costruzione, per classe ATECO.



Legenda [CG3] Industria dei materiali da costruzione	
23.5	Produzione di cemento, calce e gesso
23.6	Fabbricazione di prodotti in calcestruzzo, cemento e gesso
23.7	Taglio, modellatura e finitura di pietre
23.9	Fabbricazione di prodotti abrasivi e di prodotti in minerali non metalliferi n.c.a.

***Figura 7**: Caratterizzazione provinciale del numero di imprese appartenenti all'industria dei materiali da costruzione per classe ATECO (2016)*

Dallo studio di RSE è stato possibile trarre le percentuali di risparmio sui comparti in riferimento all'industrie produttive di cemento, e quindi a ritroso, note le potenzialità di risparmio dell'intervento si è calcolato la ripartizione dei comparti sui fabbisogni elettrici e di metano. [9]

Mentre per quanto riguarda la lavorazione di pietre sulla base di fonti in letteratura è stata stimato il consumo medio dei macchinari che entrano in causa nel processo produttivo. [16]

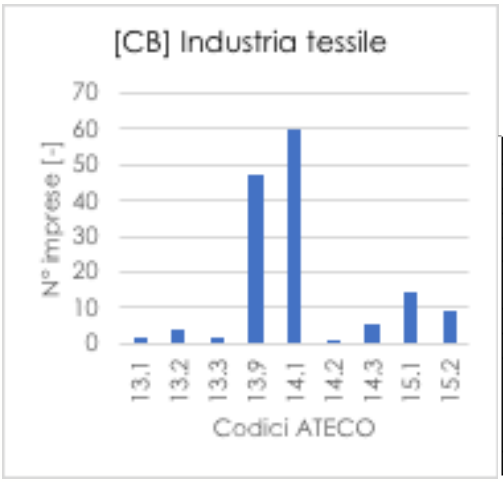
2.3.2 Caratterizzazione delle classi merceologiche e dei comparti tecnologicimediante diagnosi energetica o caso studio

2.3.2.1 Industria tessile

In assenza di dati di letteratura sulla ripartizione dei consumi si è usufruito di dati reperiti in riferimento ad uno studio. [11]

Lo studio a cui si è fatto riferimento è caratterizzato da un 66% di tessile specifico e 34% di abbigliamento e maglieria, mentre nella provincia di Trento si ha un 48% di tessile specifico (13.1,13.2,13.3,13.9,15.2) e 52% di abbigliamento e maglieria (14.1, 14.2, 14.3, 15.2). [17]

Considerando ogni classe ATECO l'industria tessile trentina è caratterizzata dalla distribuzione del numero di imprese descritta nella figura sottostante. La caratterizzazione dei consumi ispirata allo studio ha permesso una distinzione tra i consumi nell'industria tessile trentina, la differente caratterizzazione ne inficia in parte l'affidabilità.

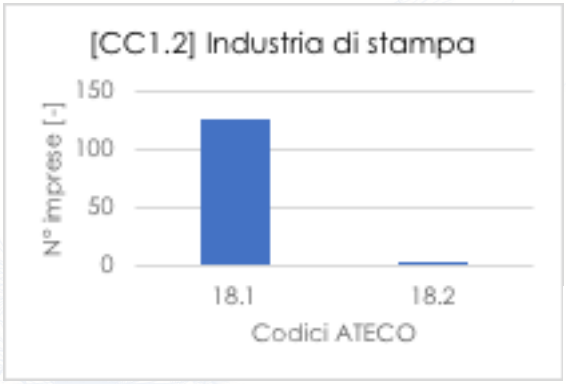


Legenda [CB] Industria tessile	
13.1	Preparazione e filatura di fibre tessili
13.2	Tessitura
13.3	Finissaggio dei tessili
13.9	Altre industrie tessili
14.1	Confezione di articoli di abbigliamento (escluso abbigliamento in pelliccia)
14.2	Confezione di articoli in pelliccia
14.3	Fabbricazione di articoli di maglieria
15.1	Preparazione e concia del cuoio, fabbricazione di articoli da viaggio, borse, pelletteria e selleria, preparazione e tintura di pellicce
15.2	Fabbricazione di calzature

***Figura 8**: Caratterizzazione provinciale del numero di imprese appartenenti all'industria tessile per classe ATECO (2016)*

2.3.2.2 *Industria di stampa (e editoria)*

La valutazione della ripartizione dei comparti di questa classe è stata effettuata sulla base di dati provenienti dalla diagnosi di un'azienda campione appartenete al codice ATECO 18.1.



Legenda [CC1.2] Industria di stampa	
18.1	Stampa e servizi connessi alla stampa
18.2	Riproduzione di supporti registrati

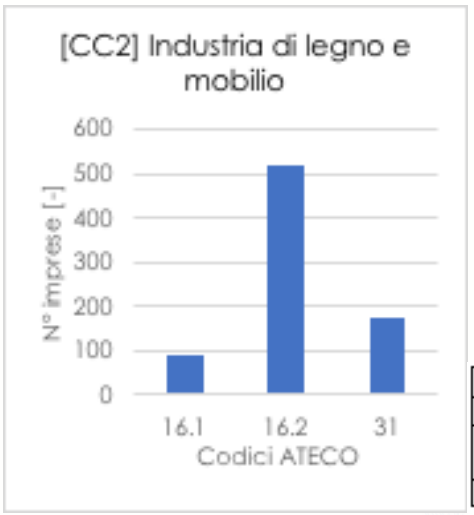
***Figura 9**: Caratterizzazione provinciale del numero di imprese appartenenti all'industria di stampa per classe ATECO (2016)*

La ripartizione dei comparti del sito analizzato è stata assunta come rappresentativa dell'intera industria di stampa ed editoria, ciò è verosimile a fronte della forte incidenza della classe 18.1 come evidente in Figura 9.

2.3.2.3 *Industria di legno e mobilio*

L'individuazione della ripartizione dei consumi del presente settore si è ottenuta facendo riferimento all'analisi di un caso studio [13], nel quale sono descritti processi produttivi e rispettivi consumi di questa tipologia di industrie.

Nella fattispecie l'industria di legno e mobilio trentina è caratterizzata come in Figura 10.



Legenda [CC2] Industria di legno e mobilio	
16.1	Taglio e piallatura del legno
16.2	Fabbricazione di prodotti in legno, sughero, paglia e materiali da intreccio
31.0	Fabbricazione di mobili

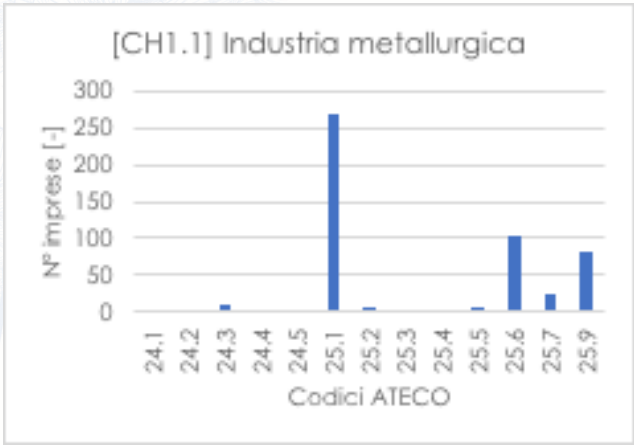
***Figura 10**: Caratterizzazione provinciale del numero di imprese appartenenti all'industria di legno e mobilio per classe ATECO (2016)*

Lo studio [13] attribuisce dei pesi ai fabbisogni termici ed elettrici delle varie fasi del processo, è stato dunque possibile attribuire delle percentuali di incidenza ai vari comparti.

2.3.2.4 Industria metallurgica

In assenza di riferimenti in letteratura la ripartizione dei consumi è stata mediata sulla base di dati risultati dalla diagnosi energetica di tre aziende:

- N°2 appartenenti alla classe ATECO 24.3,
- N°1 appartenente alla classe 25.6.



Legenda [CH1.1] Industria metallurgica	
24.1	Siderurgia
24.2	Fabbricazione di tubi, condotti, profilati cavi e relativi accessori in acciaio (esclusi quelli in acciaio colato)
24.3	Fabbricazione di altri prodotti della prima trasformazione dell'acciaio
24.4	Produzione di metalli di base preziosi e altri metalli non ferrosi, trattamento dei combustibili non nucleari
24.5	Fonderie
25.1	Fabbricazione di elementi da costruzione in metallo
25.2	Fabbricazione di cisterne, serbatoi, radiatori e contenitori in metallo
25.3	Fabbricazione di generatori di vapore (esclusi i contenitori in metallo per caldaie per il riscaldamento centrale ad acqua calda)
25.4	Fabbricazione di armi e munizioni
25.5	Fucinatura, imbutitura, stampaggio e profilatura dei metalli; metallurgia delle polveri
25.6	Trattamento e rivestimento dei metalli; lavori di meccanica generale
25.7	Fabbricazione di articoli di coltelleria, utensili e oggetti di ferramenta
25.9	Fabbricazione di altri prodotti in metallo

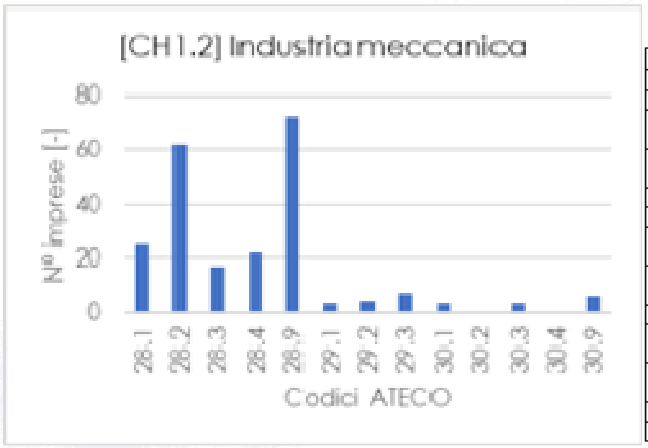
***Figura 11**: Caratterizzazione provinciale del numero di imprese appartenenti all'industria metallurgica per classe ATECO (2016)*

Il campione analizzato è considerabile significativo poiché i processi produttivi della classe 24.3 sono assimilabili a quelle della fabbricazione di oggetti in metallo (quindi anche alla classe 25.1), permettendo così di effettuare una ricostruzione dei pesi dei comparti dell'industria metallurgica trentina realistica.

2.3.2.5 *Industria meccanica*

Dallo studio di RSE è stato possibile trarre delle informazioni sulla ripartizione dei consumi dell'industria meccanica, nelle varie fasi, e quindi a ritroso, si è calcolato la ripartizione dei comparti sui fabbisogni elettrici e di metano, anche assimilando alcune fasi del processo produttivo a quello dell'industria metallurgica. [9]

Analizzando la caratterizzazione dell'industria meccanica trentina, emerge che la fabbricazione di macchine (generali e speciali, classi 28.2 e 28.4) occupano la gran parte delle imprese del settore, esse sono accumunate dallo stesso processo produttivo, molto simile inoltre al processo produttivo dell'industria automotive (classe ATECO 29).

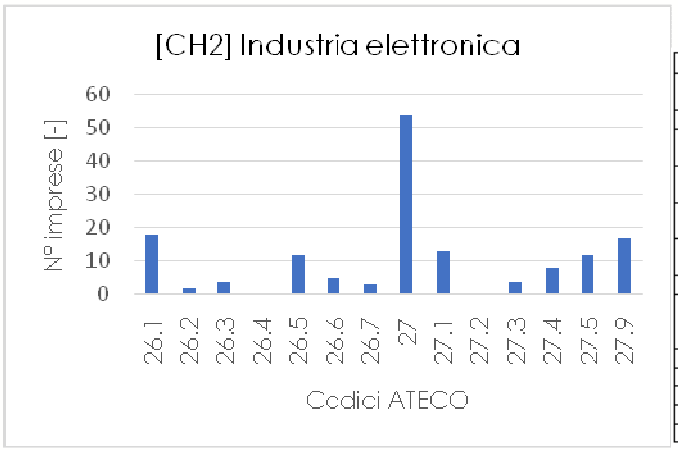


Legenda [CH1.2] Industria meccanica	
28.1	Fabbricazione di macchine di impiego generale
28.2	Fabbricazione di altre macchine di impiego generale
28.3	Fabbricazione di macchine per l'agricoltura e la silvicoltura
28.4	Fabbricazione di macchine per la formatura dei metalli di altre macchine utensili
28.9	Fabbricazione di altre macchine per impieghi speciali
29.1	Fabbricazione di autoveicoli
29.2	Fabbricazione di carrozzerie per autoveicoli, rimorchi e semirimorchi
29.3	Fabbricazione di parti ed accessori per autoveicoli e loro motori
30.1	Costruzioni di navi e imbarcazioni
30.2	Costruzione di locomotive e di materiale rotabile ferro-tranviario
30.3	Fabbricazione di aeromobili, di veicoli spaziali e dei relativi dispositivi
30.4	Fabbricazione dei veicoli militari da combattimento
30.9	Fabbricazione di mezzi di trasporto n.c.a.

***Figura 12**: Caratterizzazione provinciale del numero di imprese appartenenti all'industria meccanica per classe ATECO (2016)*

2.3.2.6 *Industria elettronica*

In assenza di riferimenti in letteratura la ripartizione dei consumi è stata mediata sulla base di dati risultati della diagnosi energetica di un'azienda, la cui classe di appartenenza è la 27.1.



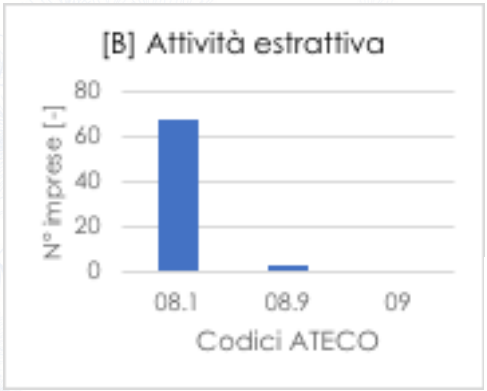
Legenda [CH2] Industria elettronica	
26.1	Fabbricazione di componenti elettronici e schede elettroniche
26.2	Fabbricazione di computer e unità periferiche
26.3	Fabbricazione di apparecchiature per le telecomunicazioni
26.4	Fabbricazione di prodotti di elettronica di consumo audio e video
26.5	Fabbricazione di strumenti e apparecchiature di misurazione, prova e navigazione; orologi
26.6	Fabbricazione di strumenti per irradiazione, apparecchiature elettromedicali ed elettro-terapeutiche
26.7	Fabbricazione di strumenti ottici e attrezzature fotografiche
27.1	Fabbricazione di motori, generatori e trasformatori elettrici e di apparecchiature per la distribuzione e il controllo dell'elettricità
27.2	Fabbricazione di batterie di pile e accumulatori elettrici
27.3	Fabbricazione di cablaggi e apparecchiature di cablaggio
27.4	Fabbricazione di apparecchiature per illuminazione
27.5	Fabbricazione di apparecchiature per uso domestico
27.9	Fabbricazione di altre apparecchiature elettriche

***Figura 13**: Caratterizzazione provinciale del numero di imprese appartenenti all'industria meccanica per classe ATECO (2016)*

Il processo produttivo della classe individuata è assimilabile con quello dell'intera classe 27, dunque la ripartizione dei comparti emersa dalla diagnosi è identificativa dell'industria elettronica trentina.

2.3.2.7 Industria estrattiva

L'industria estrattiva trentina è caratterizzata come indicato nella sottostante figura.



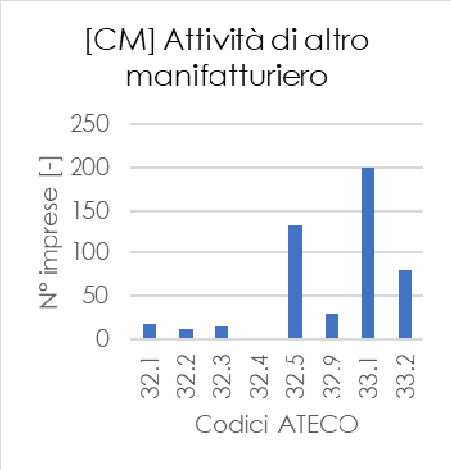
Legenda [B] Industria estrattiva	
08.1	Estrazione di pietra, sabbia e argilla
08.9	Estrazione di minerali da cava e miniere n.c.a.
09	Attività dei servizi di supporto all'estrazione

***Figura 14**: Caratterizzazione provinciale del numero di imprese appartenenti all'industria estrattiva per classe ATECO (2016)*

Per la classe in questione non sono state trovate fonti a sufficienza per analizzarla, a fronte del fatto che inoltre i consumi energetici sono non molto rilevanti, la classe in questione non è stata analizzata.

2.3.2.8 *Industria di altro manifatturiero*

L'industria trentina del restante manifatturiero è caratterizzata come indicato nella sottostante figura.



Legenda [CM] Industria di altro manifatturiero	
32.1	Fabbricazione di gioielleria, bigiotteria e articoli connessi; lavorazione delle pietre preziose
32.2	Fabbricazione di strumenti musicali
32.3	Fabbricazione
32.4	Fabbricazione di giochi e giocattoli
32.5	Fabbricazione di strumenti e forniture
32.9	Industrie manifatturiere n.c.a.
33.1	Riparazione e manutenzione di prodotti in metallo, macchine ed apparecchiature
33.2	Installazione di macchine ed apparecchiature industriali

***Figura 15**: Caratterizzazione provinciale del numero di imprese appartenenti all'industria di altre attività manifatturiere per classe ATECO (2016)*

Le stesse considerazioni espresse precedentemente per l'attività estrattiva sono condivisibili anche per le attività di "altro manifatturiero", la caratterizzazione del processo produttivo è inoltre complicata dall'eterogeneità della classe.

2.4 Metodologia dell'individuazione dei potenziali di risparmio degli interventi di efficienza energetica più comuni

Nella presente sezione verrà delineata la metodologia per la definizione dei potenziali di risparmio degli interventi più comunemente perpetrati nel settore industriale, la valutazione del risparmio sarà effettuata mediante un'analisi dei dati delle diagnosi energetiche in nostro possesso.

Il D.Lgs 102/2014, di recepimento della Direttiva sull'efficienza energetica 2012/27/UE, ha introdotto in Italia l'obbligo, per le grandi imprese e le imprese energivore, di effettuare una diagnosi energetica presso i propri siti entro il 5 dicembre 2015 e successivamente ogni 4 anni.

Questo ha reso disponibile una significativa quantità di informazioni e di dati relativi all'intero sistema produttivo nazionale. ENEA, responsabile di monitorare lo stato di attuazione dell'obbligo citato, ha sviluppato studi ed analisi sui principali comparti produttivi, al fine di individuare ed analizzare gli interventi di efficienza energetica proposti nelle diagnosi, i relativi costi di investimento e i potenziali di risparmio energetico ottenibili.

La parola "comparto" verrà usata per identificare un insieme di tecnologie dello stesso tipo all'interno delle industrie. I comparti sono classificati in base alla destinazione d'uso in comparto di attività principali, servizi ausiliari e servizi generali. Ad ogni comparto sono applicabili più interventi. Il significato della parola "comparto tecnologico" verrà ampliato nell'Appendice 2.Nella tabella sottostante sono sintetizzati i principali comparti di intervento, di cui verranno brevemente spiegati gli interventi individuati.

***Tabella 6**: Individuazione dei principali comparti e relativa destinazione d'uso*

Destinazione d'uso del comparto	Comparti tecnologici più comuni
Servizi ausiliari	ARIA COMPRESSA
Attività principali, servizi ausiliari e generali	GRUPPI FRIGORIFERI
Attività principali e servizi ausiliari	MOTORI ELETTRICI
Servizi ausiliari (e generali)	CENTRALE TERMICA
Servizi generali	ILLUMINAZIONE
Servizi ausiliari	CARICABATTERIE
Attività principali	PRESSE A INIEZIONE
Servizi ausiliari	FORNI

Servizi ausiliari	RECUPERI TERMICI

In riferimento alla Tabella 6, sintetizzante i comparti tecnologici più comuni all'interno dell'industria produttiva, sulla base di dati provenienti da diagnosi energetiche è stato possibile valutare delle percentuali di risparmio energetico per tipologia di intervento per ogni comparto:

- Nel comparto *aria compressa* si individuano interventi di:
  - *sostituzione o revamping del compressore*, che portano ad un risparmio percentuale di energia elettrica del 20%;
  - *installazione del recupero di calore*, che porta a un risparmio di energia termica valutabile come il 70% dei consumi di energia elettrica del comparto, esso risulta dunque in un risparmio di metano da valutare sul consumo totale di metano sul sito. Il risparmio di energia termica connesso al recupero di calore viene valutato sui consumi elettrici, essendo l'emissione del calore collegata a una perdita per effetto Joule.
- Nel comparto dei *gruppi frigoriferi*:
  - l'*implementazione del free-cooling* porta ad un risparmio percentuale del 20% sui consumi elettrici.
- Alcuni interventi nel comparto dei *motori elettrici* sono:
  - la *sostituzione di motori "obsoleti" (IE1 e IE2), con nuova tecnologia IE4*, determinante un risparmio percentuale sui consumi di energia elettrica del 20%, oppure il *mantenimento del precedente motore e la sola installazione di un nuovo inverter*.
- Nel comparto *centrale termica si individuano interventi di*:
  - la *sostituzione dei bruciatori e recupero termico di fumi e condense* che determinano un risparmio di metano del 18%.
- Nel comparto *illuminazione*:
  - effettuando la *sostituzione di apparecchi illuminanti a vecchie tecnologie, con nuove tecnologie a Led*, si ottiene un risparmio percentuale del 45%.
- Nel comparto *caricabatterie*:
  - La sostituzione dei vecchi caricabatteria a bassa frequenza con nuovi ad alta frequenza, comporta una riduzione percentuale dell'11%.
- Nel comparto *presse a iniezione*:
  - effettuando la *sostituzione di presse idrauliche con presse elettriche*, si ottiene un risparmio percentuale del 50%.
- Nel comparto *generatori di vapore*:
  - la *sostituzione dei bruciatori e recupero termico di fumi e condense* che determinano un risparmio di metano del 18%

Tali dati sono riassunti nelle tabelle riportate in Appendice 3

Nella Tabella 81 sono riportate le analisi dei possibili interventi di efficienza energetica suddivisi per tipologia e per specifico comparto. Esse saranno in seguito applicate all'incidenza dei comparti tecnologici sui consumi, che verrà individuata per ogni classe merceologica nel capitolo5, i cui risultati saranno poi sintetizzati nell'Appendice 4. Nella Tabella 82 sono invece riportati alcune proposte di intervento inerenti la generazione di energia in sito di energia.

I valori di investimento medio e tempo di ritorno medio, riportati nella Tabella 81, sono rappresentati graficamente nella Figura 81. Per ogni intervento individuato, il cerchio mostra il range tipico dei valori medi attesi di investimento e rientro economico.

Le tabelle e le immagini citate (Tabella 81, Tabella 82 e Figura 81) sono riportate in Appendice 3.

3 DESCRIZIONE DEL SETTORE INDUSTRIALE PRODUTTIVO TRENTINO

In questo capitolo verranno delineate le caratteristiche principali del settore industriale produttivo trentino; esse verranno in seguito confrontate con il contesto nazionale, che verrà usato come riferimento anche nella fase di elaborazione dei dati.

3.1 Inquadramento economico-produttivo

In questo capitolo verranno analizzate le caratteristiche economico-produttive del settore industriale presente nella provincia di Trento. [18]

Su un totale di 3.227 imprese attive di industria in senso stretto nel 2016 [4], l'81,4% è caratterizzato da microimprese, il 15,5% da piccole imprese, il 2,8% da medie imprese e solo il 0,3% da grandi imprese. La struttura industriale trentina è dunque prevalentemente composta da piccole e medie aziende. Alcune delle 3.227 aziende presentano più siti sul territorio provinciale, ciò emerge dal fatto che il numero delle unità locali risulta invece pari a 3.607, in riferimento al 2016.

***Tabella 7**: Imprese dell'industria in senso stretto per classi dimensionale di addetti e settore di attività economica, dati riferiti all'anno 2016*

Classi di addetti	Micro-imprese	Piccole imprese	Medie imprese	Grandi imprese	
	0-9	10-49	50-249	> 250	totale
Numero di imprese dell'industria in senso stretto [-]	2.628	500	89	10	3.227
Percentuale classi di addetti sul totale [%]	81,4%	15,5%	2,8%	0,3%	100%

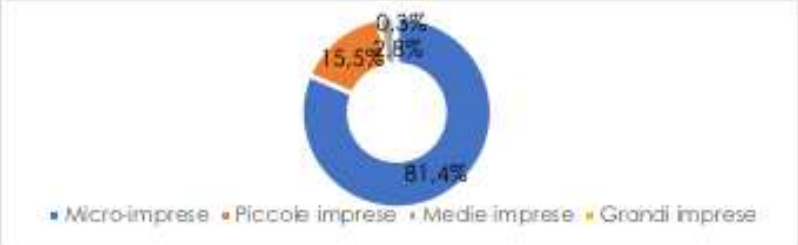


***Figura 16**: Percentuali di incidenza di micro, piccole, medie e grandi imprese sul totale delle industrie produttive trentine (2016)*

Nello specifico, per le classi merceologiche dell'industria produttiva, individuate nella Tabella 2, i dati sono riassunti nella Tabella 8 e Figura 17. Per un dettaglio maggiore dei dati si rimanda alla tabella in Appendice 2.

***Tabella 8**: Numero di imprese e percentuale di incidenza della classe di addetti per settore merceologico dell'industria in senso stretto in provincia di Trento, nel 2016*

Numero di imprese [-]						
Codice	**Classe di addetti**	**Micro-imprese**	**Piccole imprese**	**Medie imprese**	**Grandi imprese**	**Totale**
B	Attività estrattiva	54	17	0	0	**71**
CA	Industrie alimentari, delle bevande e del tabacco	278	89	17	1	**385**
CB	Industrie tessili, abbigliamento, pelli ed accessori	124	13	6	1	**144**
CC	Industrie del legno, mobilio, della carta e stampa	809	117	10	1	**937**
CE	Fabbricazione di sostanze e prodotti chimici, produzione di articoli farmaceutici e botanici	18	8	5	2	**33**
CG	Fabbricazione di articoli in gomma e materie plastiche, altri prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi	259	58	10	2	**329**
CH1.1	Fabbricazione di metalli di base e lavorazione di prodotti in metallo, esclusi macchine e impianti	400	100	18	1	**519**
CH2	Fabbricazione di computer, apparecchi elettronici ed ottici, apparecchi elettrici	73	20	5	0	**98**
CH1.2	Fabbricazione di macchinari e apparecchi n.c.a. e di mezzi di trasporto	149	58	15	2	**224**
CM	Altre attività manifatturiere, riparazione e installazione di macchine e di apparecchiature	464	20	3	0	**487**
Industria (in senso stretto) produttiva		**2.628**	**500**	**89**	**10**	**3.227**
Percentuali [%]						
Codice	**Classe di addetti**	**Micro-imprese**	**Piccole imprese**	**Medie imprese**	**Grandi imprese**	**Totale**
B	Attività estrattiva	76,1%	23,9%	0,0%	0,0%	100%
CA	Industrie alimentari, delle bevande e del tabacco	72,2%	23,1%	4,4%	0,3%	100%
CB	Industrie tessili, abbigliamento, pelli ed accessori	86,1%	9,0%	4,2%	0,7%	100%
CC	Industrie del legno, mobilio, della carta e stampa	86,3%	12,5%	1,1%	0,1%	100%
CE	Fabbricazione di sostanze e prodotti chimici, produzione di articoli farmaceutici e botanici	54,5%	24,2%	15,2%	6,1%	100%
CG	Fabbricazione di articoli in gomma e materie plastiche, altri prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi	78,7%	17,6%	3,0%	0,6%	100%
CH1.1	Fabbricazione di metalli di base e lavorazione di prodotti in metallo, esclusi macchine e impianti	77,1%	19,3%	3,5%	0,2%	100%
CH2	Fabbricazione di computer, apparecchi elettronici ed ottici, apparecchi elettrici	74,5%	20,4%	5,1%	0,0%	100%
CH1.2	Fabbricazione di macchinari e apparecchi n.c.a. e di mezzi di trasporto	66,5%	25,9%	6,7%	0,9%	100%
CM	Altre attività manifatturiere, riparazione e installazione di macchine e di apparecchiature	95,3%	4,1%	0,6%	0,0%	100%
Industria (in senso stretto) produttiva		**81,4%**	**15,5%**	**2,8%**	**0,3%**	**100,0%**

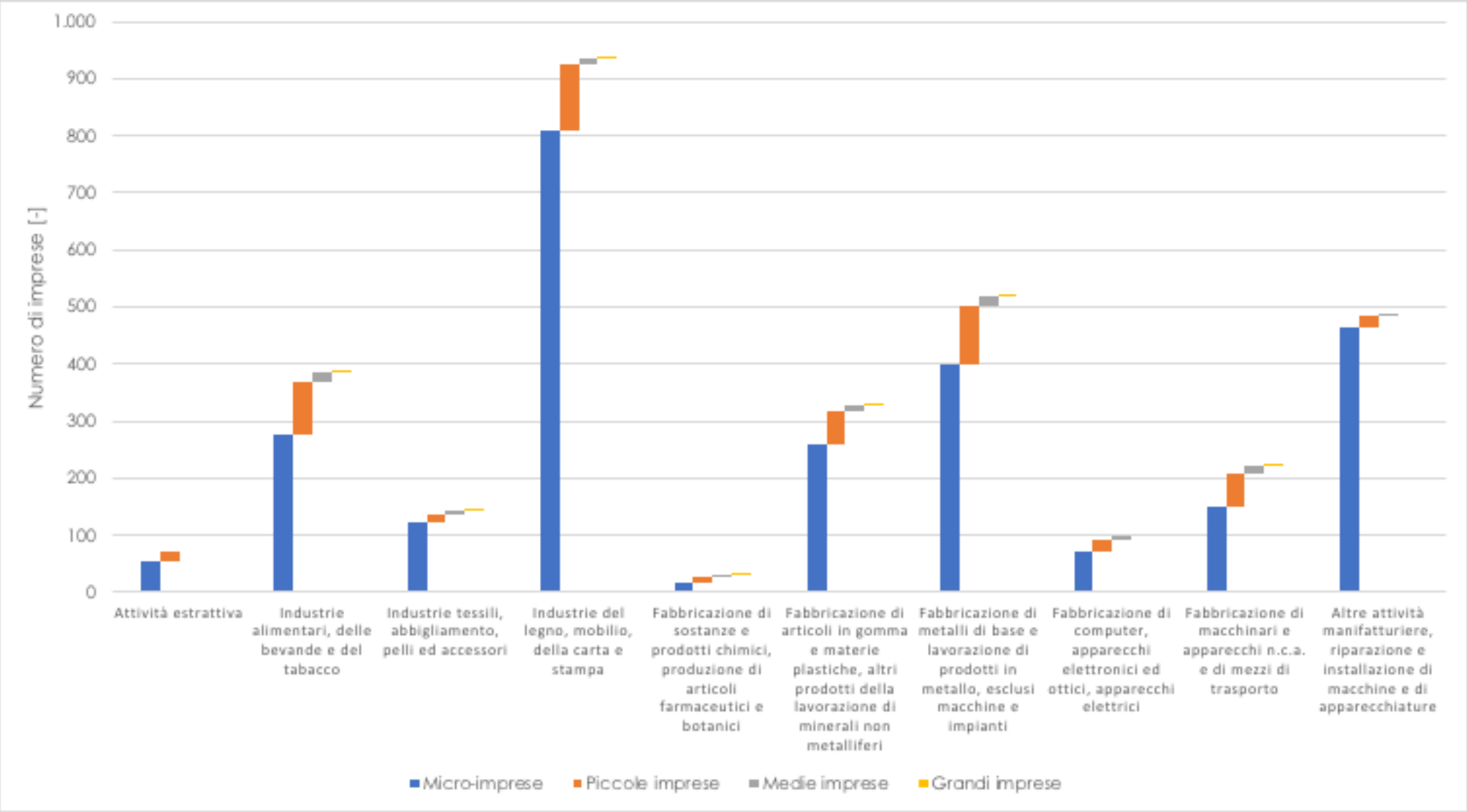


***Figura 17**: Classi merceologiche dell'industria trentina per classi di addetti (2016)*

***Figura 18**: Distribuzione delle imprese a livello provinciale per gruppi merceologici*

Dalla Figura 18 emerge che le industrie produttive più presenti sul territorio provinciale sono le industrie cartarie (29%), metallurgiche (16%), di riparazione e installazione (altro manifatturiero (15%), alimentari (12%) e di plastica e altri minerali non metalliferi (10%).

In totale in Trentino nel 2016 risultavano attive 40.824 imprese, in totale, sul cui totale l'industria produttiva ricopre circa il 12,7%% ed occupa in totale 30.153 addetti, ossia circa il 18,2% del totale degli occupati in provincia di Trento. [19]

In Trentino, il numero medio di imprese ogni mille cittadini è di 67,1, in linea con le regioni limitrofe, ma tra i più elevati standard in Europa. Tali aziende impiegano in media 4,1 persone (mentre la media nazionale è di 3,9). [18]

Il prodotto interno lordo trentino nel 2017 è stato di 20.209,7 milioni di €, con un incremento dell'1,3% rispetto all'anno precedente. Il trend del PIL trentino si conferma dunque positivo negli ultimi anni come emerge dalla Tabella 9 e dalla Figura 19. [20]

***Tabella 9**: Valore del prodotto interno lordo del trentino [20]*

PIL trentino [mln €]	
2016	**2017**
19.738,9	20.209,7

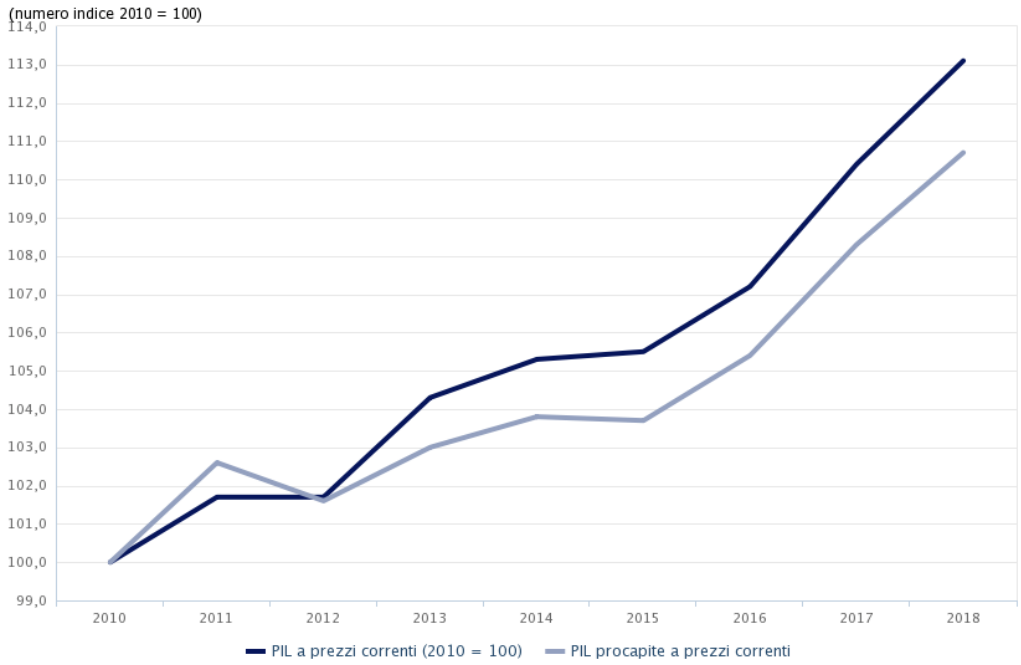


***Figura 19**: Andamento del prodotto interno lordo provinciale e del prodotto interno lordo per abitante (2010-2018) [21]*

Il valore aggiunto, aggregato economico che contribuisce al calcolo del prodotto interno lordo, misurato in milioni di €, permette di dare un'indicazione della produttività dei vari settori, poiché esso rappresenta la misura dell'incremento lordo del valore risultante dell'attività economica.

***Tabella 10**: Valore aggiunto per settore della provincia autonoma di Trento, (2013-2017) [22]*

Valore aggiunto PAT [mln €]					
	2013	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**
Agricoltura	660	574	595	679	601
Industria	3.746	3.986	3.957	3.942	4.056
industria produttiva	**2.005**	**2.075**	**2.155**	**2.219**	**2.373**
energia, acqua e costruzioni	1.742	1.912	1.802	1.723	1.683
Terziario	11.995	11.958	12.003	12.908	13.269
Domestico	155	159	153	142	135
Totale	**16.557**	**16.677**	**16.708**	**17.671**	**18.061**
% industria produttiva sul VA totale	**12,1%**	**12,4%**	**12,9%**	**12,6%**	**13,1%**

Il valore aggiunto dell'industria produttiva trentina contribuisce per circa un 13% sul totale del valore aggiunto trentino, come evidenziato in Tabella 10. Nel 2016 vi è stato un incremento del 10,7% del valore aggiunto dell'industria produttiva trentina rispetto al 2013.
L'andamento della produzione industriale influenza i consumi dei vettori energetici relativi a questo settore, a tal proposito nei seguenti sotto-capitoli (3.2 e 3.3) verranno brevemente

considerati i fabbisogni energetici dell'industria trentina, per i due vettori termici più comuni ossia energia elettrica e metano. Tale analisi verrà successivamente approfondita, a seguito della definizione della ripartizione dei consumi.

3.2 Fabbisogni elettrici

Nell'immagine sottostante è riportato l'andamento dei fabbisogni di energia elettrica della provincia di Trento negli ultimi vent'anni.

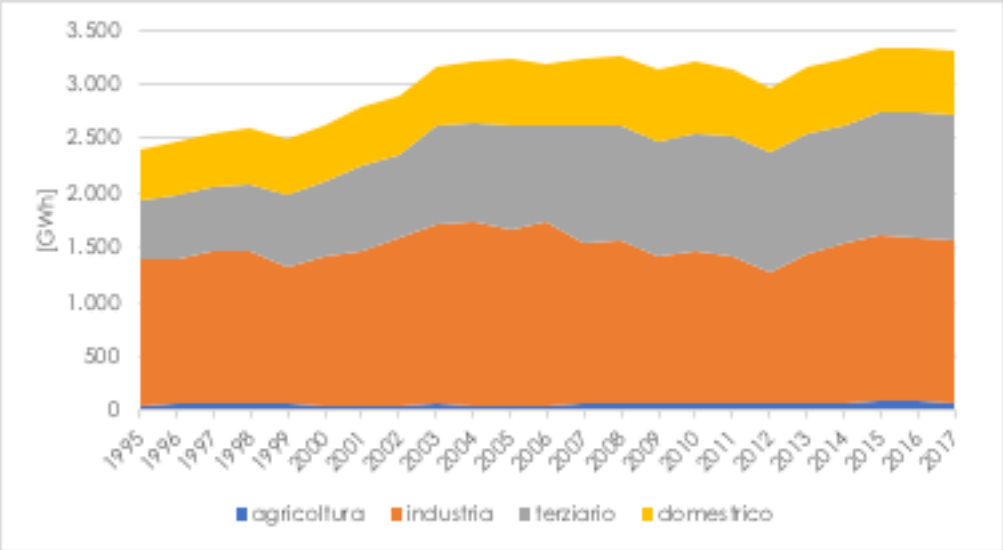


***Figura 20**: Andamento dei fabbisogni di energia elettrica nella provincia di Trento per settore di attività*

Il settore industriale trentino risulta il più incidente sui fabbisogni di energia elettrica della provincia, esso nel 2016 pesa il 45,4% sul totale (il cui contributo è caratterizzato principalmente dall'industria produttiva), seguita dal terziario 34,4%, dal domestico 17,7% ed infine dall'agricoltura 2,5%.

***Tabella 11**: Fabbisogni di energia elettrica della provincia autonoma di Trento [5]*

Fabbisogni di energia elettrica della provincia di Trento [GWh]					
	2013	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**
Agricoltura	71,3	73,9	86,6	82,2	78,9
Industria	1.360	1.456	1.528	1.506	1.476
industria produttiva	**1.260,6**	**1.350,9**	**1.437,3**	**1.404,2**	**1.375,0**
energia, acqua e costruzioni	100	105	91	102	101
Terziario	1.109	1.083	1.127	1.144	1.157
Domestico	615	619	588	590	592
Totale	**3.155**	**3.232**	**3.330**	**3.322**	**3.304**
% industria produttiva sui fabbisogni totali	**40,0%**	**41,8%**	**43,2%**	**42,3%**	**41,6%**

3.3 Fabbisogni termici

Il secondo vettore energetico più rilevante in provincia risulta essere il gas metano, di cui nella tabella sottostante ne è riassunto l'andamento negli ultimi anni.

***Tabella 12**: Fabbisogni di gas metano della provincia autonoma di Trento[6]*

Fabbisogni di gas metano della provincia di Trento [MSm^3]					
	2013	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**
Industriale	244,76	254,5	262,9	275,4	309,4
Termoelettrico	60,45	58,4	59,0	47,7	24,7
Reti di distribuzione	359,16	319,9	353,0	356,4	368,6
Totale	**664,37**	**632,8**	**674,9**	**679,5**	**702,7**
% industriale sui fabbisogni totali	**36,8%**	**40,2%**	**38,95%**	**40,5%**	**44,0%**

Dalla Tabella 12 emerge che il gas naturale ad uso industriale pesa in media per il 40% sul totale della provincia di Trento, rispetto al 2013 si nota un incremento dei consumi di gas naturale ad uso industriale del 12,5% nel 2016.
In seguito, verrà effettuata una stima per comprendere i consumi di gas metano dell'industria produttiva trentina.

Oltre ai vettori energetici sopra citati, dal PEAP [], emerge un consumo industriale di olio combustibile BTZ di 1.068 t, nell'anno 2016 di riferimento.

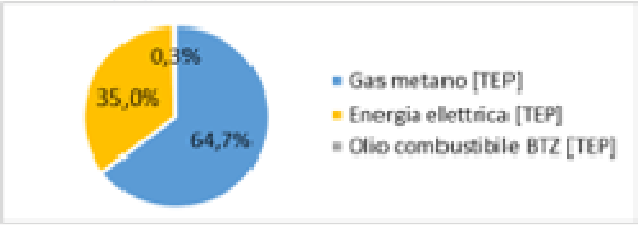


***Figura 21**: Ripartizione dei fabbisogni di energia primaria dell'industria trentina nel 2016*

I consumi di olio combustibile, come spiegato nel PEAP [], fanno riferimento all'intero settore industriale e non a quello dell'industria produttiva, oggetto del presente studio. In generale comunque il contributo dell'olio combustibile è stato considerato trascurabile, rispetto ai consumi delle altre due fonti energetiche.

3.4 Contestualizzazione dell'industria produttiva trentina a livello nazionale

Considerando quanto detto nel capitolo 2, l'industria italiana produttiva è caratterizzata da un 81,3% di micro-imprese, da un 16,1% di piccole imprese, da un 2,3% di medie imprese e 0,3% di grandi imprese. La distribuzione delle industrie trentine nelle varie classi di addetti è comparabile con il tessuto industriale medio italiano, diversa è la proporzione quantitativa: le industrie produttive italiane coprono circa il 15,7% del totale delle imprese attive, circa il doppio rispetto al caso trentino.[4]

***Figura 22**: Distribuzione delle imprese a livello nazionale per gruppi merceologici*

Nella Figura 22 è riportata la ripartizione percentuale delle classi merceologiche più presenti sul territorio italiano, a differenza del contesto provinciale, riportata in Figura 18, risultano più presenti industrie tessili (65%), fabbriche di macchinari ed apparecchi (10%), seguiti da industrie di carta, legno, stampa (7%) e prodotti chimico-farmaceutici (8%).

A livello nazionale e comunitario la produttività del settore industriale viene valutata mediante un indice denominato "indice di produzione industriale"[1][23]. Tale indice descrive la produttività del settore industriale (il volume fisico della produzione dell'industria con l'esclusione delle costruzioni) riferita all'anno 2015, IPI_{2015} [-], e come evidenziato nell'immagine sottostante, il suo andamento è correlabile al fabbisogno di energia elettrica industriale.

[1] *Indagine mensile sulla produzione industriale*: L'indagine, rivolta esclusivamente alle industrie appartenenti alle sezioni di attività economica B, C e D, descrive attraverso la rilevazione dei volumi di produzione l'andamento dell'attività prodotta in Italia. L'indagine mensile sulla produzione industriale viene effettuata direttamente presso un panel longitudinale di imprese di norma con più di 20 addetti che comunicano i valori di produzione mensile relativi ad un paniere di prodotti elementari. [24]

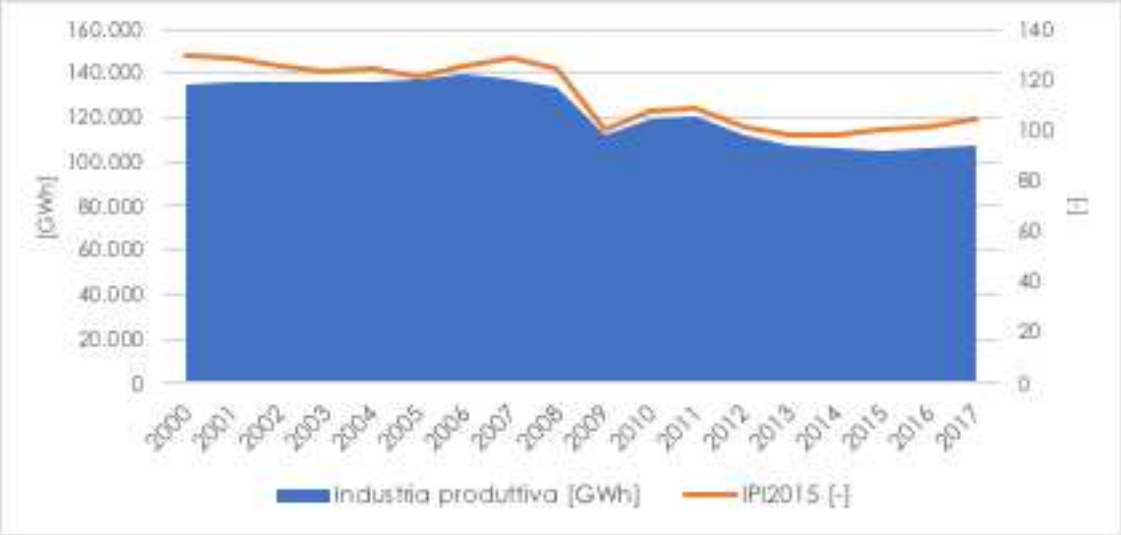


***Figura 23**: Andamento dei fabbisogni di energia elettrica dell'industria produttiva e indice di produzione industriale a livello nazionale [23][5]*

L'indice di produzione industriale viene calcolato statisticamente a livello nazionale. A livello provinciale non viene calcolato tale coefficiente, per la valutazione della produttività verrà usato l'aggregato economico valore aggiunto, come precedentemente anticipato. Per provare la somiglianza del significato di questi due valori, nella Figura 24 sono raffigurati gli andamenti dell'IPI_{2015} e del valore aggiunto a livello nazionale. [23] La catalogazione del dato di valore aggiunto da parte di ISTAT ha avuto inizio nel 2012, per questo degli anni precedenti non è stato possibile reperire dati.

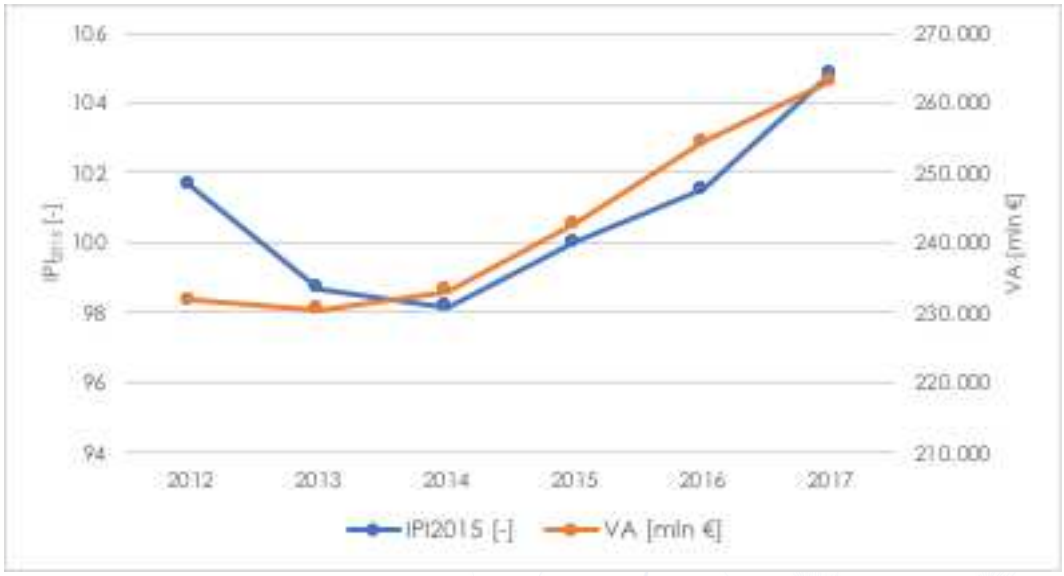


***Figura 24**: Confronto tra l'andamento nazionale dell'indice di produzione industriale e del valore aggiunto (2012-2017) [23]*

La comparabilità tra i due andamenti, come visto in Figura 24, permette di avvalorare quanto detto precedentemente sulla valenza di utilizzare come indice la produzione il valore aggiunto.

La ripartizione dei fabbisogni di energia elettrica nazionali e provinciali del 2016 sono riportati nell'immagine seguente.

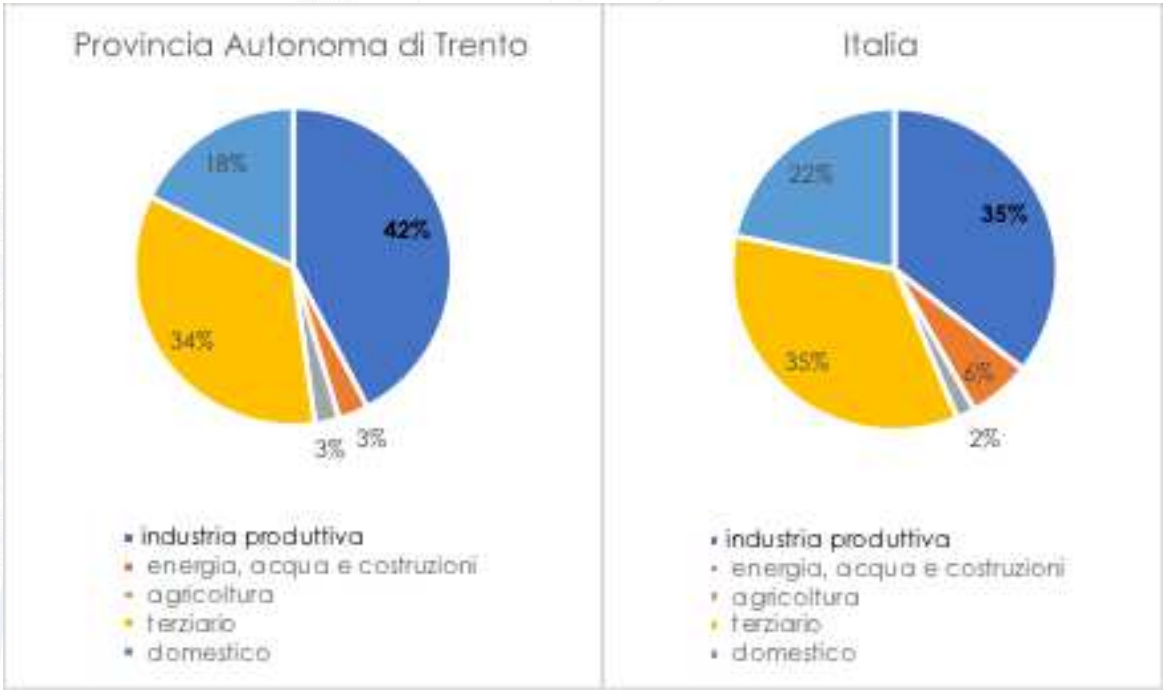
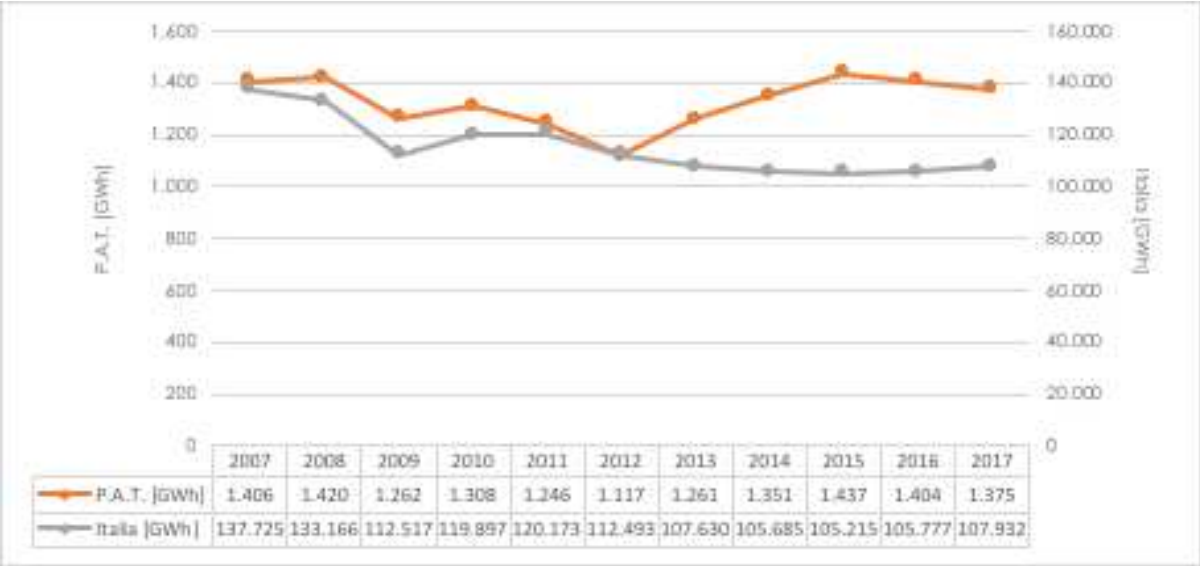


***Figura 25**: Ripartizione dei fabbisogni di energia elettrica nazionali e provinciali in riferimento all'anno 2016[5]*

Dalla Figura 25 si evidenzia che l'industria produttiva trentina incide maggiormente sul totale provinciale dei fabbisogni di energia elettrica (2016) rispetto a quanto non incida lo stesso settore a livello nazionale. Questo è dovuto alla diversa caratterizzazione dei due tessuti industriali, come descritto nella Figura 18 (a livello provinciale) e nella Figura 22 (a livello nazionale), seppur la differenza sia minima.

È interessante inoltre dare uno sguardo all'andamento dei fabbisogni di energia elettrica negli ultimi anni, nel caso provinciale e nazionale, il trend è molto simile fino all'anno 2012, e nell'anno 2009 sono visibili per entrambi gli effetti della crisi.



	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
P.A.T. [GWh]	1.406	1.420	1.262	1.308	1.246	1.117	1.261	1.351	1.437	1.404	1.375
Italia [GWh]	137.725	133.166	112.517	119.897	120.173	112.493	107.630	105.685	105.215	105.777	107.932

***Figura 26**: Andamento dei fabbisogni di energia elettrica dell'industria produttiva a livello nazionale e provinciale (2007-2017) [5]*

Dall'anno 2012 si ha invece uno scostamento dei due andamenti che può essere giustificato con un diverso andamento della produttività, e quindi visualizzabile mediante l'andamento del valore aggiunto dell'industria produttiva nazionale e provinciale, come riportato in Figura 27.

	2012	2013	2014	2015	2016	2017
P.A.T. [mln €]		2.005	2.075	2.155	2.219	2.373
Italia [mln €]	231.706	230.381	233.047	242.668	254.476	263.146

***Figura 27**: Andamento del valore aggiunto dell'industria produttiva a livello nazionale e provinciale (2012-2017)[23][4]*

Come emerge dalla Figura 27, parte del discostamento dell'andamento dei consumi è dovuto alla variazione della produttività, ma anche altri contributi influiscono sull'andamento dei consumi dell'industria produttiva, uno di essi è lo stato dell'efficienza energetica in tale settore, contributo che verrà analizzato nello specifico nei seguenti capitoli.

Considerazioni su consumi di metano nazionali e regionali verranno approfonditi nel capitolo 4.

4 BASELINE DEI CONSUMI

Nel seguente capitolo verrà descritta la metodologia e le considerazioni di partenza, a fronte di ciò verranno elaborati i dati forniti dalle associazioni di categorie e i dati reperiti. L'elaborazione dei calcoli verrà effettuata rispetto all'anno di riferimento 2016. Precedentemente nel capitolo 3.2, è stata valutata la copertura del numero di unità locali che ha fornito del dato di consumi elettrici, il campione delle unità copre il 45% delle imprese dell'industria produttiva presenti sul territorio trentino. A seguito della ripartizione dei dati ne sarà valutata la copertura, rispetto alla media provinciale, dei consumi di energia elettrica e metano.

Al fine di comprendere i dati ottenuti per ogni classe, essi verranno testati anche mediante la costruzione di alcuni indici. Tali indici verranno confrontati a livello provinciale e nazione (e del campione).

Nella seguente sezione verranno ripartiti i fabbisogni di energia elettrica e termica, intesa come fabbisogno di metano, per classe merceologica (i), secondo i settori definiti in Tabella 2, e le associazioni di categoria (j).

La metodologia seguita è stata precedentemente descritta nel capitolo 2.2. Va ricordato inoltre che si partirà da dati di fabbisogno (inteso come somma di consumo per prelievo dalla rete nazionale e autoconsumo) dei vettori energia elettrica e metano, in riferimento all'industria produttiva trentina nell'anno 2016. All'interno di essi verranno poi distinti i prelievi (quindi al netto degli autoconsumi) dei vettori sulla base dei dati forniti dalle associazioni di categoria.

4.1 Elaborazione dei consumi di energia elettrica

Nella tabella sottostante sono riportati i fabbisogni di energia elettrica della provincia di Trento, suddivisi per i settori individuati da Terna. [5]

***Tabella 13**: Classificazione dei fabbisogni provinciali di energia elettrica del settore industriale secondo Terna (2016) [5]*

ATECO associato	Classi e sottoclassi merceologiche	Consumi energia elettrica [GWh]
	Manifatturiera non di base	**528,7**
10-12	Alimentare	124,0
13-15	Tessile, abbigliamento e calzature	60,7
	tessile	56,1
	vestiario e abbigliamento	3,0
	pelli e cuoio	0,8
	calzature	0,8
26-28	Meccanica	246,7
26-27	di cui apparecchiature elettriche ed elettroniche	7,1
29-30	Mezzi di trasporto	6,4
	di cui mezzi di trasporto terrestri	5,7
22	Lavorazione plastica e gomma	42,0
	di cui articoli in materie plastiche	16,0
31	Legno e mobilio	42,3
32-33	Altro manifatturiero	6,6
	Manifatturiero di base	**875,5**
24-25	Siderurgia	107,9
	Metalli non ferrosi	7,1
19-21	Chimica	191,6
	di cui fibre	73,8
	Materiali da costruzione	61,0
05-09	estrazione da cava	10,4
23	ceramiche e vetrarie	33,2
05-09	cemento, calce e gesso	6,8
05-09	laterizi	0,3
05-09	manufatti in cemento	1,3
05-09	altre lavorazioni	8,9
16-18	Cartaria	507,9
	di cui carta e cartotecnica	491,5
-	**Costruzioni**	**26,4**
-	**Energia ed acqua**	**75,7**
-	Estrazione combustibili	0,2
-	Elettricità e Gas	48,2

-	Acquedotti	27,3
	Totale settore industriale trentino	**1.506,3**

Tali dati saranno il riferimento per la ripartizione dei consumi nelle classi merceologiche individuate come in Tabella 1, ai settori individuati da Terna nella Tabella 13 è stato infatti associato un codice ATECO (colonna a sinistra). Per alcune tipologie di attività non sono stati identificati i codici ATECO, poiché esse non sono di interesse nel presente studio, che si concentra solo sull'industria produttiva, come precedentemente anticipato nel capitolo 2.1.
A fronte della classificazione ATECO attribuita nella Tabella 13, e facendo riferimento alla Tabella 1, Tabella 2 e Tabella 3, è stata possibile la seguente classificazione dei fabbisogni.

***Tabella 14**: Classificazione dei fabbisogni di energia elettrica dell'industria produttiva trentina nelle classi merceologiche individuate in metodologia, con riferimento all'anno 2016 [5]*

Classi	**Codici sotto-classi**	**Sotto-classi**	**Fabbisogno di energia elettrica [GWh]**		**% sul totale dei fabbisogni**	
			Classi	**Sotto-classi**	**Classi**	**Sotto-classi**
Attività estrattiva	B	Estrattiva	10,4	10,4	0,7%	0,7%
Industrie alimentari, delle bevande e del tabacco	CA1	Bevande	124,0	124,0	8,8%	8,8%
	CA2	Pane/pasta/dolci				
	CA3	Derivati del latte				
	CA4	Carne				
	CA5	Altro alimentare				
	CA6	Conservazione frutta e ortaggi				
Industrie tessili, abbigliamento, pelli ed accessori	CB	Tessile	60,7	60,7	4,3%	4,3%
Industrie del legno, mobilio, della carta e stampa	CC1	Cartaria e stampa	549,5	507,9	39,2%	36,2%
	CC2	Legno e mobilio		42,3		3,0%
Fabbricazione di sostanze e prodotti chimici, produzione di articoli farmaceutici e botanici	CE	Chimico-farmaceutico	191,6	191,6	13,6%	13,6%
Fabbricazione di articoli in gomma e materie plastiche, altri prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi	CG1	Gomma e plastica	92,5	42,0	6,6%	3,0%
	CG2	Ceramiche e vetreria		33,2		2,4%
	CG3	Materiali da costruzione		17,3		1,2%
Fabbricazione di metalli di base e prodotti in metallo, apparecchiature elettroniche, macchinari e mezzi di trasporto	CH1.1	Metallurgia	368,1	115,0	26,2%	8,2%
	CH2	Elettronica		7,1		0,5%
	CH1.2	Meccanica		246,0		17,5%
Altre attività manifatturiere, riparazione e installazione di apparecchiature	CM1	Lavorazioni metalli preziosi	6,6	6,6	0,5%	0,5%
	CM2	Installazione impianti/macchinari				
	CM3	Riparazioni/ manutenzioni				
	CM4	Altre attività				
Totale settore industriale			**1.404,1**		**100%**	

produttivo				

In riferimento alla Tabella 14, si nota che non per tutte le classi merceologiche i dati in possesso hanno permesso di approfondire i fabbisogni nelle varie sotto-classi come indicato nella Tabella 2.

Il fabbisogno di energia elettrica dell'industria produttiva trentina risulta essere 1.404,1 GWh. I fabbisogni nella Tabella 14, rappresentano consumi per prelievo da rete ed autoconsumo di energia elettrica autoprodotta dalle industrie stesse.

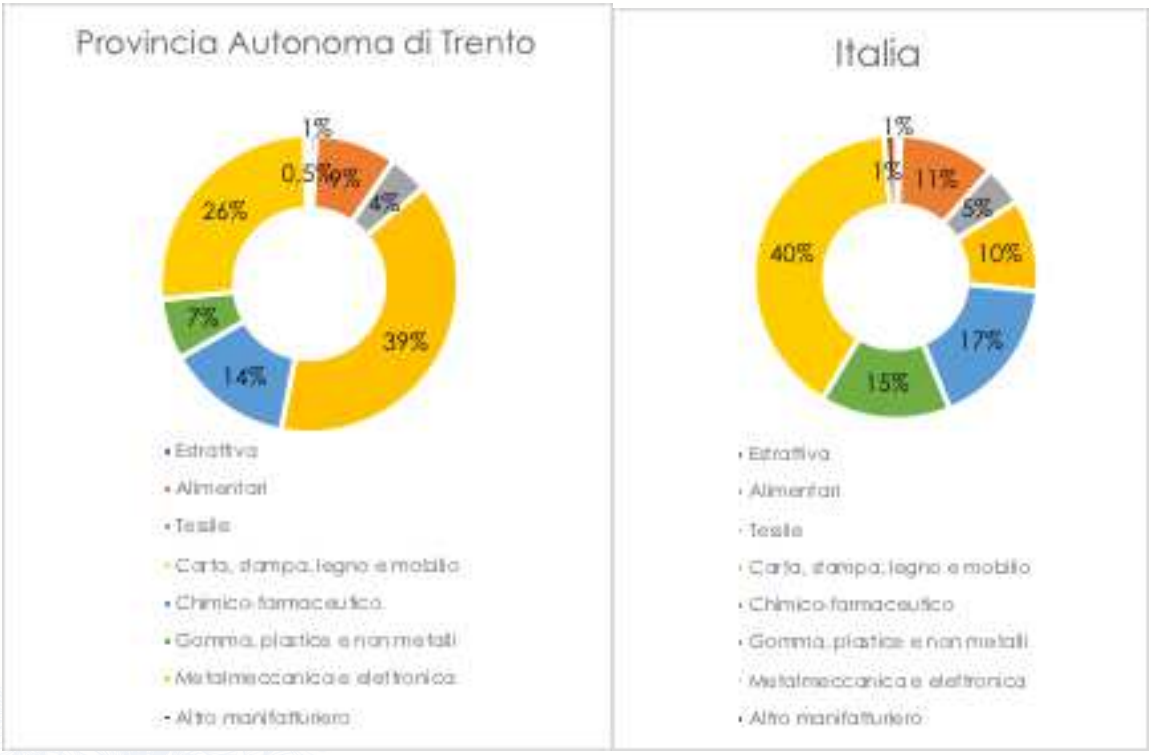


***Figura 28**: Incidenza dei fabbisogni di energia elettrica per classe merceologica, conformemente a quanto indicato in Tabella 1, provinciali e italiani, in riferimento al 2016 [fonte]*

Nella Figura 28, sono rappresentati fabbisogni di energia elettrica della provincia di Trento e nazionali per classi, come indicato in Tabella 1,

A fronte delle percentuali provinciali riportati nella Tabella 14, emerge che i fabbisogni più rilevanti di energia elettrica, nella provincia di Trento, sono correlati all'industria di carta e stampa (36,2%), metalmeccanica (25,7%), chimico-farmaceutica (13,6%) e alimentare (8%).

4.1.1 Definizione degli autoconsumi di energia elettrica

Sui fabbisogni di energia elettrica provinciali riassunti in Tabella 14, verrà valutata la percentuale di autoconsumo e si proverà a caratterizzarla. In merito agli autoconsumi, dal Piano Energetico Ambientale Provinciale - PEAP [] è stato possibile estrapolare un dato sull'autoconsumo competente al settore industriale. Secondo il PEAP *"il settore industriale approvvigiona da rete solo il 52% del consumo rilevato da Terna. Si ipotizza che una sensibile parte dei consumi mancanti siano compensati da autoproduzione"*. Dunque, in riferimento ai dati industriali dell'anno 2016 dichiarati dal PEAP si attestano 665,92 GWh di autoconsumi, prevalentemente connessi a "generazione termoelettrica tradizionale". Tale ipotesi è realistica poiché sul territorio vi sono molte industrie che per le necessità di processo di avere consumi elettrici e termici comparabili hanno deciso di installare, per rendersi autonomi, impianti cogenerativi (o in alcuni casi trigenerativi), prevalentemente a gas naturale. [25]

A tal proposito, il rapporto sui consumi regionali redatto da Terna in riferimento al 2016 [5], indica 419,9 GWh di autoconsumi provenienti da autoproduttori nella regione Trentino Alto Adige [26]. Secondo il glossario dei termini (fonte) Terna per autoproduttori si intende "la persona fisica o giuridica che produce energia elettrica e la utilizza in misura non inferiore al 70% annuo per uso proprio…" [27]. Tale dato di autoconsumo è stato associato esclusivamente al settore industriale, per coerenza con quanto dichiarato nel PEAP; tale valore è stato inoltre riferito alla sola provincia di Trento a fronte del fatto che i consumi di metano ad uso termoelettrico sono nulli nella provincia di Bolzano. [5]

Al fine di verificare tale valore di autoconsumo industriale, si sono considerate soprattutto industrie che possiedono notoriamente un alto tasso di autoconsumi, si sono considerate dunque dalle industrie facenti parte dell'Emission Trading System presenti su territorio trentino (industrie ETS trentine). Una stima degli autoconsumi di energia elettrica delle suddette è stata effettuata sulla base di dati provenienti dall'inventario delle emissioni. [7]

***Tabella 15**: Caratterizzazione delle industrie ETS presenti sul territorio trentino*

Classe merceologica	Numero imprese [-]	Presenza di cogenerazione	Autoconsumi ipotizzati* [%]
Alimentare	1	0	-
Cartiere	5	4 su 5	90%
Chimica - farmaceutica	2	2	90%
Gomma e plastica	1	1	90%
Vetrerie	2	1 su 2	100%

Acciaieria	1	0	-
*Gli autoconsumi per classe merceologica sono stati ipotizzati considerando dei tipici valori di autoconsumo in riferimento alla stessa classe merceologica ma su piano nazionale			

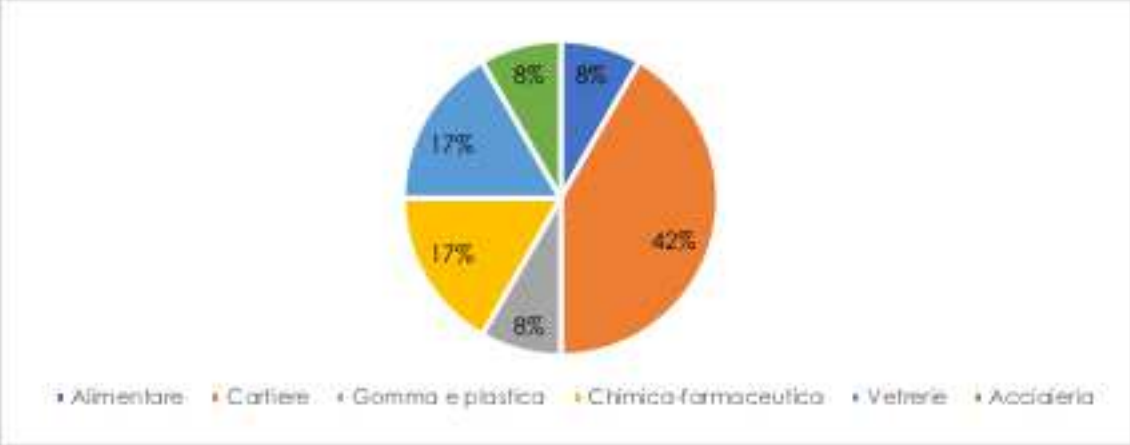


***Figura 29**: Ripartizione delle industrie ETS trentine nelle classi merceologiche*

Nella Figura 29 è raffigurata l'incidenza delle industrie ETS trentine sulle classi merceologiche.

Sulla base delle ipotesi sintetizzate in Tabella 15 e dei dati ad inventario è stato stimato l'autoconsumo di energia elettrica delle suddette industrie, che ammonta a circa 315 GWh. Le industrie ETS trentine coprono dunque il 75% degli autoconsumi dati da autoproduttori a livello regionale, e quasi il 47% degli autoconsumi industriali come dichiarato dal PEAP.

Dal report del fotovoltaico 2018 fornito da Terna emerge un consumo di energia elettrica da impianti fotovoltaici installati da industrie di circa 29 GWh, a fronte di una potenza lorda prodotta di 45 GWh. [28]

4.1.2 Definizione dei consumi di energia elettrica attribuibili ai gruppi d'acquisto delle associazioni di categoria

Richiamando i dati di consumi di energia elettrica della provincia di Trento riferiti all'anno 2016, riportati in Tabella 14, il totale dei fabbisogni di energia elettrica per le industrie produttive trentine risulta essere di 1.404,1 GWh. Al totale dei fabbisogni vanno sottratti gli autoconsumi industriali rilevati dal PEAP [] per ottenere il totale dei prelievi di energia elettrica dell'industria produttiva trentina, riassunti nella tabella sottostante.

***Tabella 16**: Riassunto dei fabbisogni di energia elettrica, autoconsumi e consumi industriali della Provincia di Trento nell'anno di riferimento (2016)*

Energia elettrica dell'industria produttiva trentina [GWh]	
Fabbisogno	**1.404,1**

Autoconsumi industriali [25]	**665,92**
Prelievi da rete	**738,18**

I prelievi di energia elettrica dell'industria produttiva trentina ammontano a 738,18 GWh, il 52,6% del fabbisogno totale. I consumi di energia elettrica per prelievo da rete delle industrie produttive trentine sono stati suddivisi in virtù dei dati forniti dalle associazioni di categoria e dai dati di prelievo disponibili di alcune industrie ETS. [7]

I gruppi di acquisto delle associazioni di categoria aderente al progetto, ossia Associazione, Artigiani, Confindustria e FederCoop, hanno fornito i dati di prelievi di energia elettrica delle industrie produttive, dei rispettivi gruppi, come indicato nella colonna di sinistra della tabella sottostante.

***Tabella 17**: Riassunto dei prelievi di energia elettrici per prelievo da rete dei gruppi d'acquisto delle associazioni di categoria, industrie ETS e altre industrie non incluse nelle precedenti catalogazioni*

Totale prelievi di energia elettrica delle industrie produttive trentine	
738 GWh	
Gruppi d'acquisto (gda) delle industrie produttive iscritte alle associazioni di categoria	***Associazioni di categoria (industrie produttive)***
Confartigianato gda	**Confartigianato gda**
46 GWh	137 GWh
Confindustria	**Confindustria**
di cui: Confindustria gda	**di cui: Confindustria gda**
25 GWh	30 GWh
di cui: Assoenergia	**di cui: Assoenergia**
52 GWh	143 GWh
FederCoop	**FederCoop**
100 GWh	100 GWh
Industrie produttive non iscritte alle associazioni di categoria	
Industrie ETS*	**Industrie ETS**
314 GWh	314 GWh
Totale prelievi di energia elettrica delle industrie produttive di cui si dispone dei dati	***Totale prelievi di energia elettrica delle industrie produttive nelle associazioni di categoria secondo le indicazioni***
538 GWh	***720 GWh***
Rimanenze dal campione**	**Rimanenze****
circa 201 GWh	circa 14 GWh
*Sono i prelievi da rete di alcune delle industrie ETS **Le rimanenze sono state ottenute per differenza rispetto al prelievo da rete Tutti i dati inseriti sono stati forniti dai gruppi d'acquisto delle associazioni di categoria	

I dati forniti dai gruppi d'acquisto di Confartigianato, Confindustria e Assoenergia erano riferiti al 2017 e sono stati parametrizzati al 2016, mentre i dati forniti da FederCoop e i dati elaborati delle imprese ETS fanno riferimento al 2016. Come emerge dalla tabella Confindustria è costituita dall'omonimo gruppo d'acquisto e da Assoenergia, entrambi sottogruppi di Confindustria che operano l'acquisto agevolato dei vettori energetici per gli associati.
I dati di prelievi dei gruppi d'acquisto non coprono tutti i prelievi delle industrie produttive delle associazioni di categoria. Le associazioni hanno comunque fornito dei dati indicativi sui prelievi totali dei gruppi, sintetizzati nella colonna di destra della Tabella 17.

I gruppi di acquisto di Confartigianato, Confindustria e FederCoop, insieme a Assoenergia e alle industrie ETS, formano un gruppo di consumo, di cui sono noti i dati anche se in parte, soprattutto per quanto riguarda le associazioni di categoria. A tal proposito nella ricostruzione dei prelievi delle associazioni di categoria rispetto ai dati dei gruppi d'acquisto si è proceduto mediante le seguenti considerazioni, fornite dalle associazioni stesse:

1. Nella ricostruzione dei prelievi delle industrie produttive iscritte a Confartigianato si è partiti dal dato dei prelievi delle industrie iscritte al gruppo d'acquisto e dall'informazione che solo 1/3 delle industrie fossero iscritte al gruppo d'acquisto energetico, e che tale rapporto rispecchiasse anche il rapporto dei prelievi di energia elettrica delle industrie produttive dell'associazione.
2. I prelievi di energia elettrica del gruppo d'acquisto di Confindustria ammontano a 34,8 GWh, di cui solo 25 GWh sono di industrie produttive, mentre come totale di prelievi dell'associazione di categoria è stato indicato un consumo di circa 40 GWh, quindi i prelievi di Confindustria riferiti alle sole industrie produttive è di circa 30 GWh. Le industrie iscritte al gruppo d'acquisto energetico di Confindustria sono circa 250, su un totale dell'associazione di 450 industrie.
3. I prelievi da rete totali di Assoenergia si stimano essere di circa 200 GWh, di cui 57,1 GWh (nell'anno 2016) risultano essere adibiti agli impianti a fune, non di interesse nel presente studio, mentre i restanti 143 GWh sono di altre industrie. Assoenergia gestisce i contratti di acquisto di energia di solo parte del gruppo, per la precisione 78 imprese, che hanno un consumo di 52 GWh.
4. FederCoop ha fornito i dati di tutte le aziende iscritte, da cui sono stati estrapolati solo i dati delle industrie produttive, il totale dei prelievi risulta essere di 100 GWh nell'anno di riferimento.
5. Per le industrie ETS precedentemente sono stati stimati i dati di autoconsumo, mentre nella Tabella 17 si chiamano in causa solo i prelievi da rete della seguente categoria di industrie, tali prelievi sono stati stimati.

Le rimanenze invece sono state ottenute per differenza dal totale dei prelievi da rete industriali. Nella tabella e nel grafico sottostante vengono evidenziate le percentuali dei prelievi del campione e delle associazioni sul totale dell'anno 2016.

Tabella 18: *Dati dei prelievi e percentuali di incidenza delle ripartizioni sui dati forniti e associazioni per i prelievi da rete di energia elettrica delle industrie produttive trentine in riferimento al 2016*

Gruppi di consumo	*Dati (forniti) stimabili dei gruppi di consumo*		*Totali stimabili dei gruppi di consumo*	
	Prelievi [GWh]	*Percentuale [%]*	*Prelievi [GWh]*	*Percentuale [%]*
Confartigianato gda	45,7	6,2%	137	18,6%
Confindustria gda	25,0	3,4%	30	4,1%
Assoenergia	52,1	7,1%	143	19,4%
FederCoop gda	99,7	13,5%	100	13,5%
Industrie ETS	314,0	42,5%	314,0	42,5%
Rimanenze**	191,6	27,3%	4,2	1,9%
Totale prelievi da rete industria produttiva trentina	728,2	100%	738	100%

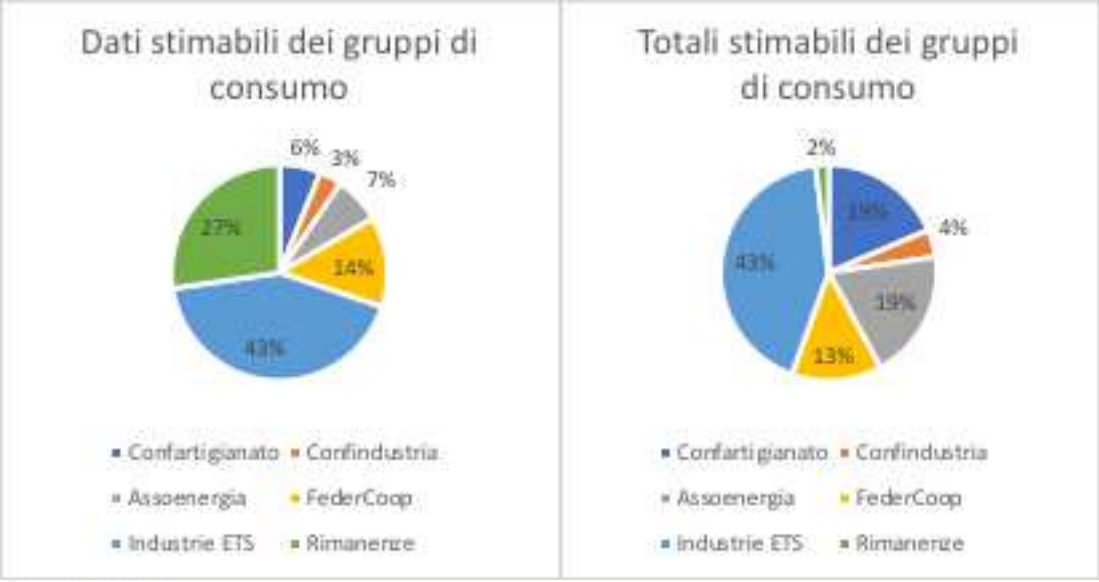


Figura 30*: Ripartizione dei dati di prelievo da rete forniti rispetto ai prelievi ripartiti per associazioni*

Dalla Figura 30 emerge che si ha una maggiore carenza di dati di prelievi da Confartigianato e Assoenergia, ed inoltre si può constatare che buona parte delle industrie produttive sono iscritte ad un'associazione di categoria, solo il 0,6% dei prelievi non è attribuibile ad un'associazione.

Tale ripartizione per associazione verrà effettuata anche per i prelievi di metano, nel seguente paragrafo.

4.2 Elaborazione dei consumi di metano

Come precedentemente introdotto nella metodologia descritta nel capitolo 2.2.3, noti i consumi di metano provinciale, riportati in Tabella 12, e concentrandosi in particolar modo sui consumi di metano industriale del 2016, 275,4 MSm^3, nel presente capitolo verrà eseguita una stima della ripartizione dei consumi di metano nelle varie classi merceologiche, come individuate nella Tabella 2. [6]

Riprendendo parte della Tabella 12, nella tabella sottostante sono sintetizzati i consumi provinciali di metano per tipologia, nell'anno di riferimento, 2016.

***Tabella 19**: Consumi di metano della provincia autonoma di Trento nell'anno di riferimento, suddivisi per tipologia di utilizzo*

	Fabbisogno di metano provinciale [MSm^3] (2016)	**% sul totale**
Industriale	**275,4**	**40,5%**
Termoelettrico	47,7	7,0%
Reti di distribuzione	356,4	52,5%
Totale	**679,5**	**100%**

Dalla Tabella 19 emerge che i consumi di metano industriale nel 2016 pesano per un 40,5% sul totale provinciale, mentre per lo stesso anno il metano industriale a livello nazionale incide per la metà (19,8%), come introdotto in riferimento al capitolo 3.4. [6]

Come descritto accuratamente nella metodologia nel capitolo 2.2.3, per buona parte delle classi merceologiche individuate vi sono dei rapporti caratteristici tra consumi termici ed elettrici (calcolati a livello nazionale), denominati precedentemente $e_{i,IT}$. [8]

Dunque, prendendo come riferimento i dati nazionali dei consumi di energia elettrica e termica per ogni classe merceologica, è stato possibile ricavare un rapporto fisso tra consumi termici ed elettrici, calcolato come indicato in Equazione 1, riportata nella metodologia al capitolo 2.2.3. Assumendo fisso tale rapporto, rappresentativo di una media nazionale, come definito in Equazione 2, si è potuto, a partire dai fabbisogni provinciali di energia elettrica ripartiti per classe merceologica, ottenere i consumi di metano per ogni settore merceologico a livello provinciale; assumendo un potere calorifico del metano di 38,1 MJ/Sm^3. [29][8]

Nella tabella sottostante sono riportati i dati di partenza nazionali, elaborati al fine di individuare il coefficiente $e_{i,IT}$ [−], esso è adimensionale perché ottenuto dal rapporto tra due energie (una termica ed una elettrica in GWh).
L'elaborazione degli indici non è stata effettuata sulla base dei dati provinciali disponibili poiché numericamente poco rappresentativi.

***Tabella 20**: Consumi nazionali di energia elettrica e termica per le principali classi merceologiche, in riferimento all'anno 2016[8]*

Classi merceologiche (i)	Fascia ATECO	Fabbisogno di energia elettrica $EE_{i,IT}$ [GWh]	Fabbisogno di energia termica $TE_{i,IT}$ [GWh]	Coefficiente $e_{i,IT}$ [−]	Consumo di metano risultante [MSm^3]
Alimentare e bevande	CA	12.413	19.787	**1,59**	1.869,6*
Tessile	CB	5.164	8.142	**1,58**	769,3*
Cartario	CC1	8.604	23.334	**2,71**	2.204,8*
Chimico	CE	14.284	27.908	**1,95**	2.637,0*
Gomma e plastica	CG1	7.715	6.656	**0,86**	628,9*
Metallurgico	CH1	21.281	21.736	**1,02**	2.053,8*
Automotive****	C.29	3.590	6.667	**1,86**	630,0*
Totale campione	-	**73.050**	**114.230**	-	**10.793,4***
Totale produttivo	-	**107.932**	**n.d.**	-	-
Totale industriale	-	**125.524,6**	**156.837****	-	**14.819,3**
% rispetto al produttivo	-	**68%**	**65%*****	-	-
% rispetto al totale industriale	-	**58%**	**73%**	-	**73%**

*Valori stimati mediante il coefficiente TE/EE e per un potere calorifico del metano di 38,1 MJ/Sm^3
**Valore stimato dal consumo nazionale di metano e per un potere calorifico del metano di 38,1 MJ/Sm^3
***Valore suggerito dalla fonte
****Il settore automotive, corrispondente alla classe merceologica 29, è stato assimilato, per rapporto di consumi termici ed elettrici, all'intero settore meccanico.

La fonte da cui sono stati presi i dati di partenza nella Tabella 20, dichiara che le sette classi merceologiche riportate rappresentano il 68% del totale dei consumi elettrici di tutto il comparto industriale produttivo italiano; inoltre, i consumi termici dei settori presi in considerazione coprono il 65% del consumo totale di gas naturale del comparto industriale italiano. [8]

In Tabella 21 sono stati riassunti i risultati sulla ripartizione dei consumi di metano provinciali, nelle classi merceologiche disponibili. In tale tabella i consumi del metano della classe merceologica denominata "meccanica" sono stati calcolati considerando che la proporzionalità tra consumi di energia termica ed elettrica del settore automotive sia comparabile con il settore meccanico, che la comprende.

In Tabella 21 il consumo di metano provinciale per le classi merceologiche oggetto di stima sono stati calcolati mediante l'Equazione 4, noto il fabbisogno di energia elettrica della classe e il coefficiente adimensionale corrispondente.

***Tabella 21**: Stima dei consumi di metano provinciali sulla base dei dati in Tabella 14, in riferimento all'anno 2016*

Classi merceologiche (i)	Fascia ATECO	Fabbisogno di energia elettrica $EE_{i,PAT}$ [GWh]	Coefficiente $e_{i,PAT}$ [–]	Consumo di metano risultante [Sm^3]
Alimentare e bevande	CA	124,0	**1,59**	18.677.249
Tessile	CB	60,7	**1,58**	9.042.970
Cartario	CC1	509,2	**2,71**	130.153.132
Chimico	CE	191,6	**1,95**	35.372.362
Gomma e plastica	CG1	42,0	**0,86**	3.423.767
Metallurgico	CH1	115,0	**1,02**	11.098.518
Meccanica	CH1	246,0	**1,86**	43.166.679
Totale campione	-	**1.287,2**	-	**250.934.678**
Totale produttivo	-	**1.404,1**	-	-
Totale industriale	-	**1.506,3**	-	**275.400.000**
% rispetto al produttivo	-	**92%**	-	-
% rispetto al totale industriale	-	**85,5%**	-	**91%**

I consumi di metano delle restanti classi merceologiche sono stati ricavati dai dati di consumo di metano e elettrico forniti dalle associazioni di categoria, riportati nel capitolo 4.3, ottenuto dunque un rapporto caratteristico tra metano e energia elettrica del campione per le classi merceologiche non rappresentate dalla precedente stima, tale rapporto si è mantenuto costante (Equazione 5) al fine di trovare, mediante l'Equazione 6 i consumi di metano provinciali anche per queste classi. Le equazioni citate sono riportate nel capitolo 2.2.3.

I dati finali ottenuti dalla stima sono sintetizzati nella Tabella 23.

I fattori di conversione considerati sono:

***Tabella 22**: Fattori di conversione in TEP*

Vettore	Fattore conversione in TEP
Energia elettrica [GWh]	$0{,}086 \cdot 10^3$
Energia termica [GWh]	$0{,}103 \cdot 10^3$
Metano [Sm^3]	$8.190 \cdot 10^{-7}$

In seguito al calcolo delle energie primarie, si è ottenuto il coefficiente $\frac{EP_G}{EP_E}$ [-], calcolato questa volta come rapporto tra il fabbisogno di energia primaria di metano ed energia elettrica, per ogni classe merceologica (i).

$$\frac{EP_{G,i}}{EP_{E,i}} = \frac{GN_i\ [TEP]}{EE_i\ [TEP]}$$

Equazione 7

***Tabella 23**: Ripartizione dei fabbisogni di metano dell'industria produttiva, calcolo dell'energia primaria e del coefficiente adimensionale*

Classi merceologiche	Sottoclassi *(i)*	Fabbisogno di metano provinciale $GN_{i,PAT}$ [Sm^3]	% sul totale	Fabbisogno di energia elettrica $EE_{i,PAT}$ [GWh]	Energia primaria metano $EP_{G,i,PAT}$ [TEP]	Energia primaria elettrica $EE_{E,i,PAT}$ [TEP]	Totale energia primaria EP [TEP]	Coefficiente $\frac{EP_G}{EP_E}$ [-]	$GN_{i,PAT}$ [%]	$EE_{i,PAT}$ [%]
Industrie estrattive		**1.334.684**	0,5%	10,4	1.093	894	1.988	**1,22**	55%	45%
Industrie alimentari		**18.677.249**	6,8%	124,0	15.297	10.664	25.961	**1,43**	59%	41%
Industria tessile e moda		**9.042.970**	3,3%	60,7	7.406	5.220	12.626	**1,42**	59%	41%
Industrie del legno, della carta e stampa	Cartaria e stampa	**130.153.132**	47,7%	507,9	106.595	43.679	150.275	**2,44**	71%	29%
	Legno e mobilio	**2.265.595**	0,8%	42,3	1.856	3.638	5.493	**0,51**	34%	66%
Industria chimico-farmaceutica		**35.372.362**	13,0%	191,6	28.970	16.478	45.448	**1,76**	64%	36%
Fabbricazione di articoli in gomma e materie plastiche, altri prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi	Gomma e plastica	**3.423.767**	1,3%	42,0	2.804	3.612	6.416	**0,78**	44%	56%
	Ceramiche e Vetraria	**16.462.420**	6,0%	33,2	13.483	2.855	16.338	**4,72**	83%	17%
	Materiali da costruzioni	**454.406**	0,2%	17,3	372	1.488	1.860	**0,25**	20%	80%
Industria metalmeccanica ed elettronica	Metallurgia	**11.098.518**	4,1%	115,0	9.090	9.890	18.980	**0,92**	48%	52%
	Meccanica	**43.166.679**	15,8%	246,0	35.354	21.156	56.510	**1,67**	63%	37%
	Elettronica	**599.645**	0,2%	7,1	491	611	1.102	**0,80**	45%	55%
Altre attività manifatturiere, riparazione e installazione di macchine e di apparecchiature		**681.074**	0,2%	6,6	558	568	1.125	**0,98**	50%	50%
Totale produttivo		**272.732.501**	**100%**	**1.404,1**	**223.368**	**120.753**	**344.121**	-	-	-
Totale industriale		**275.400.000**		**1.506,3**	-	-	-	-	-	-

Note:
valori calcolati sulla base della metodologia descritta nel capitolo 2.2.3 e sintetizzati nella Tabella 21
valori calcolati sulla base di un rapporto medio di metano/energia elettrica dato dai dati forniti e poi esteso alla classe

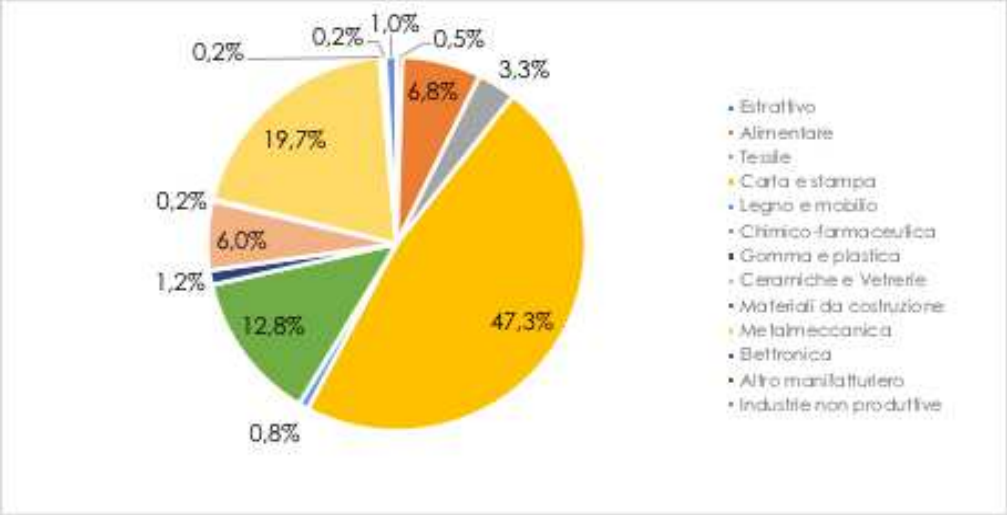


***Figura 31**: Ripartizione dei fabbisogni di metano*

Nella Figura 31 è sintetizzata l'incidenza dei fabbisogni di metano in base alle sotto-classi merceologiche individuate in Tabella 2. Dalla Figura 31 emerge che i consumi di metano sono maggiori per l'industria cartaria e stampa e chimico-farmaceutica, che sono proprio quelle che tendenzialmente fanno più uso di metano per la presenza di sistemi cogenerativi.

Il coefficiente adimensionale $\frac{EP_G}{EP_E}$ [-], ossia il rapporto tra le energie primarie di metano ed elettrica, permette di comprendere quali sono i settori in cui il fabbisogno termico supera quello elettrico, ossia i casi in cui la tale coefficiente è maggiore dell'unità. Ciò accade appunto per le industrie cartarie e farmaceutiche, ma anche per le industrie vetrarie e meccaniche, anch'esse spesso soggette a utilizzo di impianti di cogenerazione.

I rapporti tra le energie primarie e il fabbisogno totale variano parecchio a seconda della classe merceologica di appartenenza, ciò è facilmente visualizzabile nelle seguenti immagini.

In fondo alla terza colonna della Tabella 23, emerge la differenza tra fabbisogno totale produttivo e industriale, Il totale industriale è quello indicato da ARERA, che si riferisce all'intero settore industriale, quindi include anche le industrie costruttive e di distribuzione di acqua (le industrie distributrici di energia sono invece contate nel termoelettrico), per questo il totale di interesse nel presente studio è il totale di fabbisogno delle industrie produttive, che nel 2016 ammonta, secondo la stima a 272.732.501 Sm^3.

4.2.1 Definizione dei consumi di metano attribuibili ai gruppi d'acquisto delle associazioni di categoria

A seguito della definizione dei consumi totali di metano dell'industria produttiva trentina, come riassunti nella terza colonna della Tabella 23, si procederà in questa sezione ad una breve ripartizione dei consumi di metano nelle varie associazioni di categoria.
Come precedentemente spiegato per i consumi di energia elettrica, i consumi di metano forniti dai gruppi d'acquisto delle varie associazioni di categoria sono stati ripartiti per classe merceologica, come secondo la metodologia 2.2.3.
Come già fatto precedentemente con i consumi di energia elettrica, anche per il metano, dai consumi forniti dai gruppi d'acquisto e in base ad alcune indicazione sull'incidenza dei consumi del gruppo d'acquisto rispetto al totale delle associazioni di categoria, è stato possibile definire l'incidenza delle varie associazioni di categoria rispetto ai consumi, come indicato nella seconda colonna della tabella sottostante.
Le indicazioni fornite dalle associazioni di categoria sono brevemente sintetizzabili nei seguenti punti:

1. Per la determinazione dei consumi di metano di Confartigianato sono state usate le stesse proporzioni presenti per i consumi di energia elettrica.
2. Delle 250 aziende del gruppo d'acquisto di Confindustria, i consumi di metano dell'associazione totali ammontano a circa 4.500.000 Sm^3.
3. Delle 78 aziende facenti parte del gruppo d'acquisto energetico di Assoenergia, solo 22 hanno fornito i dati. L'associazione di categoria si stima avere consumi di circa 9.350.000 Sm^3.
4. Tutte le industrie produttive del gruppo FederCoop hanno fornito i dati di consumo di metano.
5. Per le industrie ETS i consumi di metano sono stati stimati sulla base di dati datati dell'inventario delle emissioni.

Le rimanenze dei consumi di metano invece, sono state ottenute per differenza dal totale dei consumi di metano delle industrie produttive.

Come per i dati dei prelievi di energia elettrica, i dati forniti dai gruppi d'acquisto di Confartigianato, Confindustria e Assoenergia erano riferiti al 2017 e sono stati parametrizzati al 2016, mentre i dati forniti da FederCoop e i dati elaborati delle imprese ETS fanno riferimento al 2016.

***Tabella 24**: Riassunto dei consumi di metano dei gruppi d'acquisto delle associazioni di categoria, industrie ETS e altre industrie non incluse nelle precedenti catalogazioni, in riferimento all'anno 2016*

Totale consumi di metano delle industrie produttive trentine	
272.732.501 Sm^3	
Gruppi d'acquisto (gda) delle industrie produttive iscritte alle associazioni di categoria	***Associazioni di categoria (industrie produttive)***
Confartigianato gda	**Confartigianato gda**
1.943.967,0 Sm^3	5.831.901,0 Sm^3
Confindustria	**Confindustria**
di cui: Confindustria gda	**Confindustria gda**
3.747.060,0 Sm^3	4.500.000,0 Sm^3
di cui: Assoenergia	**di cui: Assoenergia**
4.435.687,4 Sm^3	9.350.000,0 Sm^3
FederCoop	**FederCoop**
7.004.374,5 Sm^3	7.004.371,5 Sm^3
Industrie produttive non iscritte alle associazioni di categoria	
Industrie ETS*	**Industrie ETS**
167.662.829,3 Sm^3	167.662.829,3 Sm^3
Totale consumi di metano delle industrie produttive nel campione di cui si dispone dei dati	***Totale consumi di metano delle industrie produttive nelle associazioni di categoria secondo le indicazioni***
184.793.913,3 Sm^3	***194.349.104,9 Sm^3***
Rimanenze rispetto ai dati forniti**	**Rimanenze****
87.938.582,7 Sm^3	78.383.396,1 Sm^3
*stimati **Le rimanenze sono state ottenute per differenza rispetto al prelievo da rete Tutti i dati inseriti sono stati forniti dai gruppi d'acquisto delle associazioni di categoria	

Nella tabella e nel grafico sottostante vengono evidenziate le percentuali dei consumi del campione e delle associazioni sul totale dell'anno 2016.

***Tabella 25**: Dati dei consumi e percentuali di incidenza della ripartizione su campione e associazioni per consumi di metano delle industrie produttive trentine in riferimento al 2016*

Gruppi di consumo	*Totali stimabili dei gruppi di consumo*		*Dati (forniti) stimabili dei gruppi di consumo*	
	Consumi [Sm^3]	*Percentuale [%]*	*Consumi [Sm^3]*	*Percentuale [%]*
Confartigianato gda	1.943.967,0	0,7%	5.831.901,0	2,1%
Confindustria gda	3.747.060,0	1,4%	4.500.000,0	1,6%
Assoenergia	4.435.687,4	1,6%	9.350.000,0	3,4%
FederCoop gda	7.004.374,5	2,6%	7.004.374,5	2,6%
Industrie ETS	167.662.829,3	61,5%	167.662.829,3	61,5%
Rimanenze**	87.938.582,7	32,2%	78.383.396,1	28,5%
Totale prelievi da rete industria produttiva trentina	272.732.501	100%	272.732.501	100%

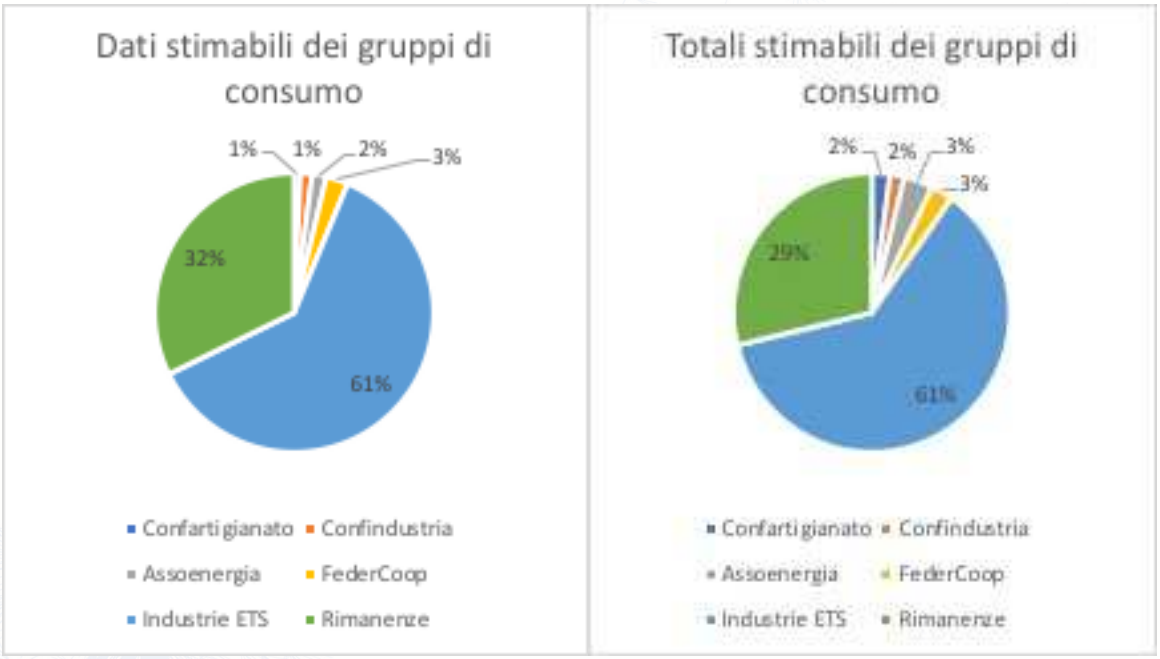


***Figura 32**: Ripartizione dei consumi di metano del campione e delle associazioni*

Dalla Figura 32 emerge una carenza di dati sia nel campione che nelle indicazioni delle associazioni ai fini della ricostruzione della ripartizione dei consumi di metano, considerazione già introdotta nel capitolo 2.2.1.

4.3 Considerazione sui dati forniti dai gruppi d'acquisto delle associazioni di categoria

In riferimento alla Tabella 27 vengono presi in considerazione i dati di prelievi da rete di energia elettrica delle associazioni di categoria (Confartigianato, Confindustria, FederCoop), di esse non sono disponibili i dati di autoconsumo, mentre per le industrie ETS trentine è stato stimato un dato di fabbisogno (autoconsumo e prelievo), come già detto nel capitolo 4.1.1. È doveroso inoltre ricordare che il dato di consumo di energia elettrica totale suddiviso per classe merceologica fornito da Terna include sia prelievo da rete che autoconsumo, si richiamano dunque le considerazioni effettuate precedentemente nel capitolo 4.1.1 in merito agli autoconsumi. Anche considerando solo gli autoconsumi stimati delle industrie ETS la copertura del dato risulta buona, pari al 63%. Considerando solo i prelievi da rete i consumi industriali della provincia di Trento risultano circa 738 GWh, mentre considerando solo i prelievi da rete dei dati noti si hanno circa 569 GWh, quindi la copertura dei prelievi da rete risulta essere il 78%.

Nella Tabella 28 sono stati analizzati i dati di consumo di metano noti dalle associazioni di categoria e dalle industrie ETS, rispetto ai consumi di metano stimati per le varie classi merceologiche; la procedura di stima è stata descritta nei capitoli 2.2.3 e 4.2. Il totale dei consumi stimati risulta verosimile rispetto al totale dei consumi a livello industriale, dunque rispetto al fabbisogno di metano delle industrie produttive stimato è stato possibile valutare la copertura del dato. La copertura dei fabbisogni di metano delle industrie produttive note corrisponde al 68% dei consumi totali stimati, e al 67% del totale industriale.

***Tabella 26**: Riassunto del calcolo del coefficiente di rapporto tra le energie primarie per il caso del campione e confronto con i coefficienti usati per la stima del fabbisogno di metano*

						dati forniti	riferimento stima
Classi merceologiche	**Sottoclassi *(i)***	**Fabbisogno di metano [Sm^3]**	**Fabbisogno elettrico EE [GWh]**	**EP metano(G) [TEP] ***	**EP elettrica(E) [TEP] ***	$\frac{EP_G}{EP_E}$ [-]	$\frac{EP_G}{EP_E}$ [-]
Industrie estrattive	Estrattiva	816.324	6	669	547	**1,22**	**1,22**
Industrie alimentari	Bevande	12.256.165	130	10.038	10.286	**0,98**	**1,43**
	Pane/pasta/dolci						
	Produzione derivati del latte						
	Carne						
	Altro alimentare						
	Conservazione frutta e ortaggi						
Industria tessile e moda	Tessile	127.969	8	105	708	**0,15**	**1,42**
Industrie del legno, della carta e stampa	Cartaria e stampa	118.540.419	450	97.085	38.706	**2,51**	**2,44**
	Legno e mobilio	1.118.878	21	916	1.797	**0,51**	**0,51**
Industria chimico-farmaceutica	Chimico-farmaceutica	28.637.855	137	23.454	11.789	**1,99**	**1,76**
Fabbricazione di articoli in gomma e materie plastiche, altri prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi	Gomma e plastica	879.028	22	720	1.913	**0,38**	**0,78**
	Ceramiche e Vetraria	16.462.420	1,9	13.104	163	**80,55**	**4,72**
	Materiali da costruzioni	32.129	1,2	26	105	**0,25**	**0,25**
Industria metalmeccanica ed elettronica	Metallurgia	5.780.564	103	4.734	8.836	**0,54**	**0,92**
	Meccanica						**1,67**
	Elettronica	123.222	1,5	101	125	**0,80**	**0,80**
Altre attività manifatturiere, riparazione e installazione di macchine e di apparecchiature	Lavorazione metalli preziosi	76.045	0,7	62	63	**0,98**	**0,98**
	Installazione impianti/macchinari						
	Riparazione/manutenzione						
	Altre attività						
Note: *EP: Energia primaria calcolata in TEP, con fattori in Tabella 22 calcolati con il coefficiente del campione (vedi Tabella 23)		184.851.018	883	151.014	75.038	-	-
		[Sm^3]	[GWh]	[TEP]	[TEP]	**[-]**	**[-]**

Al fine di ottenere un confronto più efficace tra la ripartizione dei dati forniti dalle associazioni di categoria (denominato “dati forniti”) e i dati medi regionali di riferimento provenienti da fonti autorevoli (denominati “riferimento”)[23][6], è stato calcolato il coefficiente di rapporto tra le energia primarie $\frac{EP_G}{EP_E}$ anche per il campione, come già fatto precedentemente per i dati di riferimento, i cui valori sono riportati nella Tabella 23.

Confrontando il coefficiente adimensionale dei dati forniti con quello di riferimento si può notare che tendenzialmente i coefficienti sono sullo stesso ordine di grandezza, ciò permette di dire che i rapporti tra i fabbisogni del campione hanno senso per buona parte delle classi merceologiche analizzate. Nella tabella emerge la presenza di due coefficienti fuori scala, ossia il 0,15 dell’industria tessile (contro il 1,42 del riferimento) e il 80,55 (contro il 4,72 del riferimento) per l’industria ceramica e vetraria. Una probabile giustificazione a questi valori così fuori range è attribuibile alla bassa incidenza dei dati forniti di metano e energia elettrica, rispettivamente, rispetto al totale della classe, questa affermazione è avvalorata dalle percentuali di incidenza bassa riportate rispettivamente nella Tabella 28 e Tabella 27. Queste constatazioni permettono di dire che i dati forniti dalle aziende in queste due classi sono lacunosi e quindi non possono essere considerati verosimili.

Si ricorda che le percentuali di autoconsumo, per ogni classe merceologica, a livello provinciale e nazionale, sono stati assunti costanti in assenza di dati provinciali forniti utilizzabili.

Le righe in cui i coefficienti adimensionali sono evidenziati rappresentano le classi merceologiche in cui non è stata possibile la stima “rigorosa” come descritta nel capitolo 2.2.3, e quindi si è ricorso all’assunzione che i coefficienti risultanti dal campione potessero essere considerati di riferimento. Non è dunque possibile valutare la bontà di questi coefficienti mediante un confronto, però le percentuali di energia primaria ripartite per uso di metano ed energia elettrica, in riferimento a Figura 34, sembrano realistiche.

4.4 Risultati: consumi elettrici e termici

A seguito della definizione dei fabbisogni elettrici e di metano dell'industria produttiva trentina per ogni classe individuata come in Tabella 1, in questa sezione verranno riportati i dati ripartiti per classi o sotto-classi merceologiche (i), come definite in Tabella 2, e nelle varie associazioni di categoria o altre categorie (j), sulla base delle indicazioni fornite dalle stesse.

In questa sezione verranno riportati rispettivamente:

- in Tabella 27, sono riportati i consumi di energia elettrica per prelievo da rete e ne è stata anche valutata l'incidenza dei consumi rispetto ai fabbisogni della stessa classe;
- in Tabella 28, sono riportati i consumi di metano e ne è stata anche valutata l'incidenza dei consumi rispetto ai consumi totali stimati per la stessa classe;
- inoltre, sono riportate le ripartizioni dei consumi di energia elettrica e metano per ogni classe merceologica sulla base delle elaborazioni nei capitoli 4.1.1 e 4.1.2

***Tabella 27**: Incidenza dei **FABBISOGNI DI ENERGIA ELETTRICA** delle industrie analizzate, rispetto al totale regionale, suddivisi per classi merceologiche e per categorie (2016)*

Classi merceologiche	Sottoclassi *(i)*	Totale provincia di Trento	Confartigianato *(j=1)*	*Confindustria*		FederCoop *(j=4)*	Industrie ETS *(j=5)*	Totale per classe	% copertura
				Assoenergia* *(j=2)*	Confindustria gda* *(j=3)*				
Industrie estrattive	Estrattiva	**10,4**	1,16	1,7	3,4	0,1		**6,4**	**61%**
Industrie alimentari	Bevande	**124,0**	0,74	5,9	1,2	19,5		**119,6**	**96%**
	Pane/pasta/dolci		3,93	0,8					
	Produzione derivati del latte		0,07		0,2	14,6			
	Carne		0,30	2,3					
	Altro alimentare		1,47		0,3	2,9	**		
	Conservazione frutta e ortaggi		0,11			60,3			
Industria tessile e moda	Tessile	**60,7**	0,61	7,0	0,6			**8,2**	**14%**
Industrie del legno, della carta e stampa	Cartaria e stampa	**507,9**	3,05	2,1	0,4	0,2	**	**450,1**	**89%**
	Legno e mobilio	**42,3**	12,83	2,8	5,2			**20,9**	**49%**
Industria chimico-farmaceutica	Chimico-farmaceutica	**191,6**	0,36	6,3	2,0		**	**137,1**	**72%**
Fabbricazione di articoli in gomma e materie plastiche, altri prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi	Gomma e plastica	**42,0**	1,35		0,6		**	**22,2**	**53%**
	Ceramiche e Vetraria	**33,2**	1,19				**	**1,9**	**6%**
	Materiali da costruzioni	**17,3**	1,22					**1,2**	**7%**
Industria metalmeccanica ed elettronica	Metallurgia	**115,0**	16,02	23,2	10,0	2,1	**	**102,7**	**28%**
	Meccanica	**246,0**	0,69						
	Elettronica	**7,1**	0,57		0,9			**1,5**	**21%**
Altre attività manifatturiere, riparazione e installazione di macchine e di apparecchiature	Lavorazione metalli preziosi	**6,6**	0,05					**0,7**	**11%**
	Installazione impianti/macchinari		0,15						
	Riparazione/manutenzione		0,28						
	Altre attività		0,26						
Note: *Entrambe Assoenergia e il gruppo d'acquisto Confindustria sono parte dell'associazione di categoria Confindustria. ** Dati industrie ETS secretati		**1.404**	**46**	**52**	**25**	**110**	**628**	**883**	**63%**
		[GWh]	**[GWh]**	**[GWh]**	**[GWh]**	**[GWh]**	**[GWh]**	**[GWh]**	

***Tabella 28**: Incidenza dei **FABBISOGNI DI METANO** delle industrie analizzate, rispetto al totale regionale, suddivisi per classi merceologiche e per categorie (2016)*

Classi merceologiche	Sottoclassi *(i)*	Totale provincia di Trento	Confartigianato *(j=1)*	Confindustria		FederCoop *(j=4)*	Industrie ETS *(j=5)*	Totale per classe	% copertura
				Assoenergia *(j=2)*	Confindustria gda *(j=3)*				
Industrie estrattive	Estrattiva	**1.334.684**	4.632		811.692			**816.324**	**61%**
Industrie alimentari	Bevande	**18.677.249**	78.403		457.453	1.641.922		**12.256.165**	**66%**
	Pane/pasta/dolci		303.597	1.457.779	89.378				
	Produzione derivati del latte			258.192	8.831	4.123.523			
	Carne		1.481		96.968				
	Altro alimentare		42.045		96.608	404.084	**		
	Conservazione frutta e ortaggi		40.316			801.266			
Industria tessile e moda	Tessile	**9.042.970**	66.855	50.552	10.562			**127.969**	**1%**
Industrie del legno, della carta e stampa	Cartaria e stampa	**130.153.132**	137.794		226.790	33.579	**	**118.540.419**	**91%**
	Legno e mobilio	**2.265.595**	342.847	720.412	55.619			**1.118.878**	**49%**
Industria chimico-farmaceutica	Chimico-farmaceutica	**35.372.362**	31.963	478.828	237.979		**	**28.637.855**	**81%**
Fabbricazione di articoli in gomma e materie plastiche, altri prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi	Gomma e plastica	**3.423.767**	167.281		80.902		**	**879.028**	**26%**
	Ceramiche e Vetraria	**16.462.420**	35.678				**	**16.000.000**	**97%**
	Materiali da costruzioni	**454.406**	32.129					**32.129**	**7%**
Industria metalmeccanica ed elettronica	Metallurgia	**11.098.518**	547.967	1.469.924	1.485.992		**	**5.780.564**	**11%**
	Meccanica	**43.166.679**	57.100						
	Elettronica	**599.645**	34.934		88.288			**123.222**	**21%**
Altre attività manifatturiere, riparazione e installazione di macchine e di apparecchiature	Lavorazione metalli preziosi	**681.074**	7.979					**76.045**	**11%**
	Installazione impianti/macchinari		22.614						
	Riparazione/manutenzione		31.258						
	Altre attività		14.194						
Note: *Entrambe Assoenergia e il gruppo d'acquisto Confindustria sono parte dell'associazione di categoria Confindustria. ** Dati ETS secretati		**272.732.501 [Sm^3]**	**2.001.067 [Sm^3]**	**4.435.687 [Sm^3]**	**3.747.060 [Sm^3]**	**7.004.375 [Sm^3]**	**167.662.829 [Sm^3]**	**184.851.018 [Sm^3]**	**68%**
		275.400.000 [Sm^3]							**67%**

In riferimento alle elaborazioni dei consumi effettuate nei capitoli 4.1.1 e 4.1.2 i risultati della ripartizione sono sintetizzati nelle seguenti due figure. I consumi sono distinti per classe merceologica e per vettore energetico.

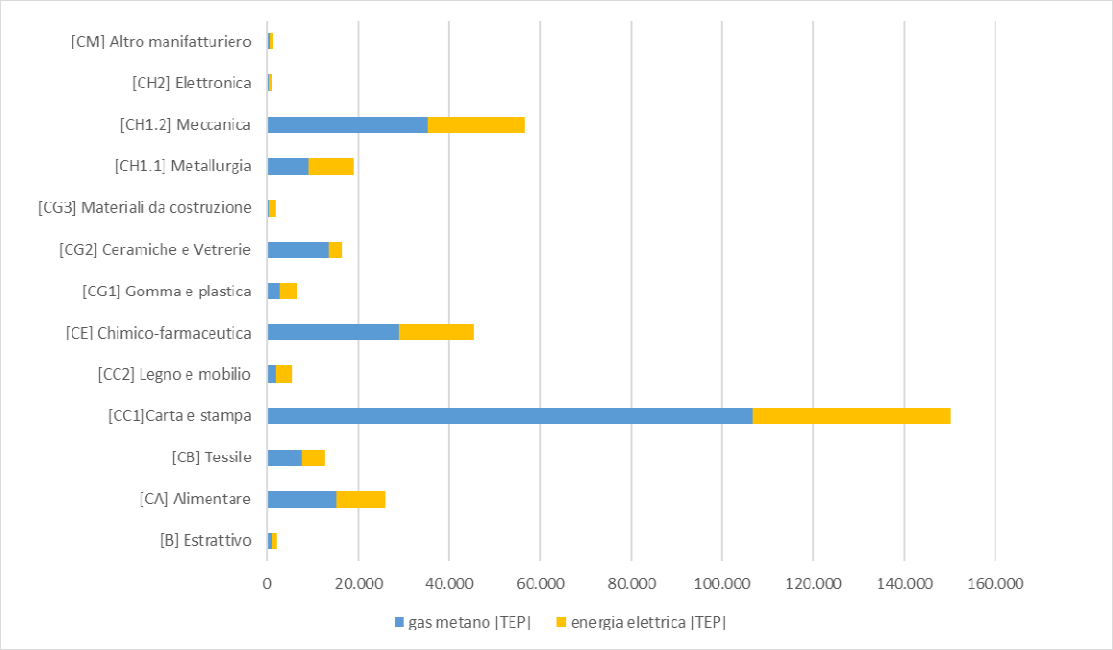


***Figura 33**: Fabbisogni di energia primaria in TEP per classe merceologica*

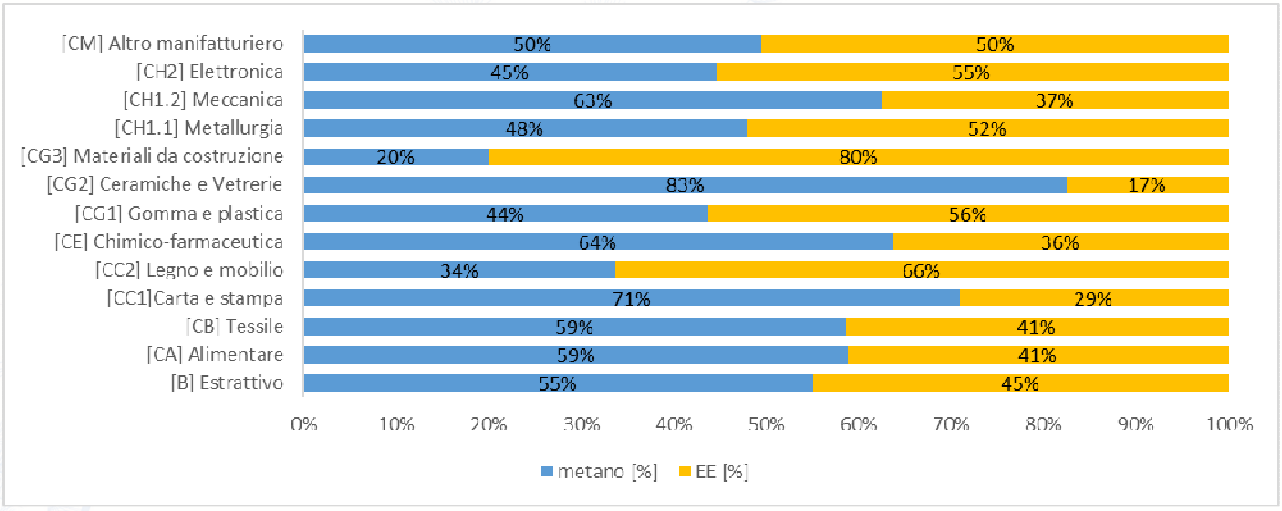


***Figura 34**: Ripartizione percentuale dei fabbisogni di metano ed elettrici per classe merceologica*

Tale ripartizione verrà commentata e meglio analizzata nel capitolo 5, nel quale verranno analizzate le classi merceologiche una ad una, i loro processi produttivi e i loro consumi suddivisi per comparto tecnologico.

4.5 Valutazione degli indici di performance

Al fine di valutare e confrontare le performance (economiche e di automazione) nelle varie classi merceologiche delle industrie trentine comparandole con la media nazionale (si veda il capitolo 2.2.4), sono stati considerati i seguenti tre parametri:

- ***Incidenza dei costi di produzione [%]***: definito come il rapporto tra il valore di produzione e i costi di produzione.

$$\frac{P_i}{C_i}\ [\%]$$

Il *valore della produzione P [€]*: rappresenta i ricavi lordi totali derivanti dalla vendita dei prodotti finiti, dati dalla somma dei costi di produzione C_ie del valore aggiuntoVA_i

$$P_i = VA_i + C_i \quad [€]$$

I *costi di produzione* si riferiscono all'acquisto delle materie prime, alle spese per i servizi, alle spese di godimento dei beni di terzi e agli oneri diversi. Il valore aggiunto è invece calcolato per differenza tra il valore di produzione e i costi di produzione;

- *indice di intensità energetica [TEP/migliaia €]*: è dato dal rapporto tra l'energia primaria *EP [TEP]* e il valore aggiunto *VA [migliaia €]*calcolati per ogni classe merceologica *i*. Tale indice rappresenta l'incidenza del consumo di energia complessiva rispetto alla resa economica.

$$IE_i = \frac{EP_i}{VA_i} \quad \left[\frac{TEP}{migliaia}€\right]$$

Un basso valore dell'intensità energetica indica che la produzione del bene garantisce un alto valore aggiunto con basso contenuto energetico;

- *indice di automazione [TEP/n° addetti]*: è dato dal rapporto tra l'*energia primaria EP [TEP]* e il numero di occupati per una determinata classe merceologica.

$$IA_i = \frac{EP_i}{n°\ addetti_i} \quad \left[\frac{TEP}{addetti}\right]$$

Un valore elevato di tale indice indica un buon livello di automazione in quanto si riferisce, generalmente, ad attività energivore gestite da pochi addetti.

Il valore della produzione fornisce i soli ricavi lordi connessi alla vendita dei prodotti mentre non fornisce informazioni relative alla **tipologia** e alla **quantità** di prodotto venduto ne tantomeno al

prezzo unitario di vendita. Ne consegue che il valore di tale parametro può discostarsi anche di molto se confrontato tra diverse realtà industriali locali e/o nazionale. Infatti, il valore della produzione aumenta all'aumentare della quantità di prodotto venduta e del prezzo unitario di vendita. In particolare, per una specifica categoria merceologica, il prezzo unitario di vendita di prodotti simili può discostarsi in funzione delle particolari caratteristiche di ogni prodotto.

In Tabella 29, per ogni singola classe merceologica, sono riportati l'incidenza dei costi di produzione e il valore della produzione per la PAT e a livello nazionale, riferiti all'anno 2016.

***Tabella 29**:Incidenza dei costi di produzione sulla produzione e valore della produzione(anno di riferimento: 2016) [19][22]*

Classi merceologiche i		*Incidenza dei costi di produzione [%]*		*Valore della produzione [€]*		*Codice*
		PAT	*Italia*	*PAT*	*Italia*	
8,9	Altre attività di estrazione minerali da cava e miniere	63%	14%	40.786.532*	2.554.523.000*	**B**
10	Industrie alimentari	80%	79%	966.574.298	91.461.092.000	**CA**
11,12	Industrie delle bevande	82%	74%	761.342.183*	15.081.425.000*	**CA**
13	Industrie tessili	83%	60%	204.574.244	14.387.022.000	**CB**
14	Confezione di articoli di abbigliamento e di articoli in pelle e pelliccia	84%	33%	206.637.900	10.494.099.000	**CB**
15	Fabbricazione di articoli in pelle e simili	71%	63%	95.256.836	17.905.257.000	**CB**
16	Industria del legno e dei prodotti in legno e sughero (esclusi i mobili), fabbricazione di articoli in paglia e materiali da intreccio	72%	61%	385.211.432	9.544.048.000	**CC2**
17	Fabbricazione di carta e prodotti in carta	78%	77%	840.758.528	21.753.851.000	**CC1**
18	Stampa e riproduzione di supporti registrati	62%	57%	186.432.871	8.992.540.000	**CC1**
19,20	Fabbricazione di prodotti chimici	84%	59%	781.741.202*	36.999.027.000*	**CE**
21	Fabbricazione di prodotti farmaceutici di base e di preparati farmaceutici	73%	48%	121.699.000	13.291.521.000	**CE**
22	Fabbricazione di articoli in gomma e materie plastiche	71%	66%	425.317.258	34.190.708.000	**CG1**
23	Fabbricazione di altri prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi	60%	62%	303.717.162	23.376.995.000	**CG2,3**
24	Metallurgia	76%	83%	220.595.597	48.553.066.000	**CH1.1**
25	Fabbricazione di prodotti in metallo (esclusi macchinari e attrezzature)	66%	63%	771.085.610	72.261.401.000	**CH1.1**
26	Fabbricazione di computer e prodotti di elettronica e ottica; apparecchi elettromedicali, apparecchi di misurazione e di orologi	70%	39%	57.509.223	10.206.949.000	**CH2**
27	Fabbricazione di apparecchiature elettroniche ed apparecchiature per uso domestico non elettroniche	79%	59%	180.934.878	24.453.573.000	**CH2**
28	Fabbricazione di macchine ed apparecchiature n.c.a.	69%	58%	956.671.949	79.851.020.000	**CH1.2**
29	Fabbricazione di autoveicoli, rimorchi e semirimorchi	76%	71%	383.778.556	41.120.982.000	**CH1.2**
30	Fabbricazione di altri mezzi di trasporto	77%	69%	34.567.834*	19.319.121.000	**CH1.2**
31	Fabbricazione di mobili	67%	67%	69.746.989	17.943.185.000	**CC2**
32	Altre industrie manifatturiere	53%	57%	114.270.477	12.774.382.000	**CM**
33	Riparazione, manutenzione ed installazione di macchine ed	60%	60%	103.312.222	18.776.255.000	**CM**

	apparecchiature					
Note: *Dato parzialmente completo, in parte oscurato per la tutela del segreto statistico						

In Tabella 29 sono stati evidenziate in giallo le classi merceologiche con una marcata differenzadell'incidenza del costo di produzione tra l'industria trentina e la media nazionale.

Tale differenza potrebbe essere riconducibile presumibilmente a:

- diverse caratteristiche dei prodotti fabbricati che, sebbene appartenenti alla stessa categoria merceologica, presentano delle caratteristiche intrinseche che, durante il ciclo produttivo, incidono fortemente sui costi di produzione;
- un diverso livello di efficienza energetica del ciclo produttivo, a parità di prodotto fabbricato.

In Figura 35 si è confrontata l'incidenza del costo della produzione, per ogni classe merceologica, riferito all'industria trentina e nazionale. Mediamente, i costi della produzione sono maggiori per la PAT in quasi tutte le classi merceologiche. Conseguentemente, il valore aggiunto risulta inferiore per la PAT in quasi tutte le classi merceologiche (Figura 36).

Ne deriva quindi che, per le classi merceologiche dove, l'incidenza del costo di produzione medio delle industrie della Provincia Autonoma di Trento risulta significativamente maggiore rispetto al valore medio nazionale, potrebbe avere senso ipotizzare che nella PAT si produca un prodotto diverso e più energivoro rispetto a quello "medio" nazionale e/o che il ciclo produttivo nelle industrie trentine sia meno efficiente rispetto alla media nazionale. Le classi merceologiche che presentano tale differenza più marcata sono: industria estrattiva (B), tessile (CB), legno (CC2), chimico-farmaceutica (CE), meccanica (CH1.2) e elettronica (CH2).

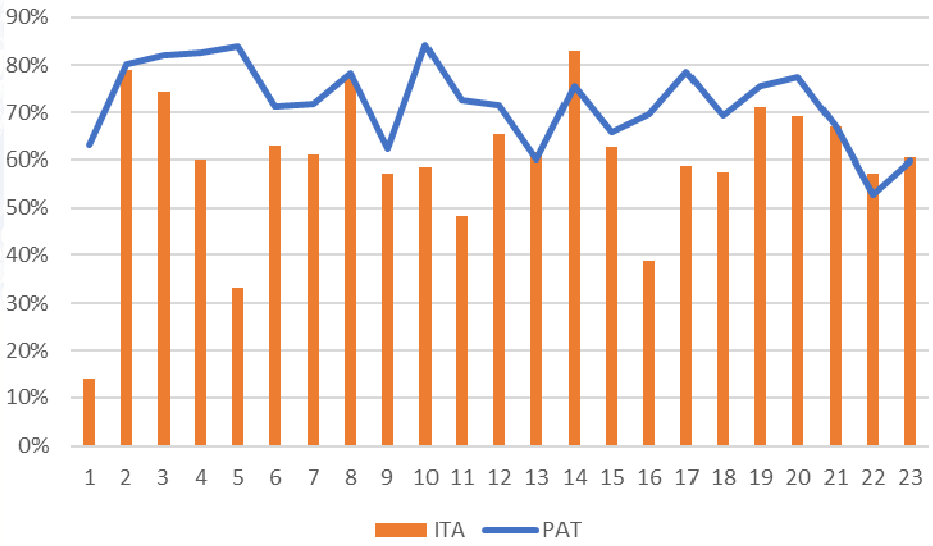


Figura 35:*Costo della produzione*

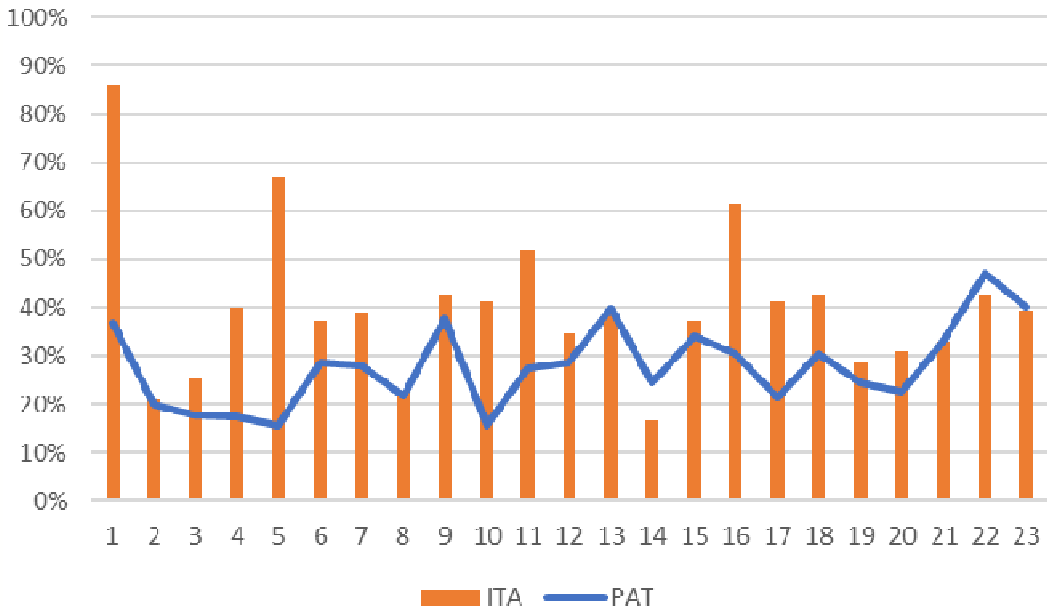


Figura 36:*Valore aggiunto*

In Tabella 30 sono riportati i dati energetici ed economici utilizzati per il calcolo degli **indici di intensità energetica e di automazione**.

***Tabella 30**: Dati utilizzati per il calcolo degli indici di intensità energetica e di automazione*

Classi merceologiche	Sottoclassi (i)	Dati nazionali (IT)					Dati provinciali (PAT)				
		GN [Sm^3]	EE [GWh]	EP** [TEP]	VA [migliaia €]	N° addetti	GN [Sm^3]	EE [GWh]	EP* [TEP]	VA [migliaia €]	N° addetti
Industrie estrattive	Estrattiva	59.919.231	609	100.433	2.194.223*	31.389	1.334.684	10	1.988	15.074	392
Industrie alimentari	Bevande	1.405838.760	12.170	2.174.606	23.122.781	443.020	18.677.249	124	25.961	327.412	5.006
	Pane/pasta/dolci										
	Produzione derivati del latte										
	Carne										
	Altro alimentare										
	Conservazione frutta e ortaggi										
Industria tessile e moda	Tessile	588.713.270	5.153	915.484	19.451.971*	459.492	9.042.970	61	12.626	95.597	1.633
Industrie del legno, della carta e stampa	Cartaria e stampa	1.699.371.964	8.647	2.107.126	8.796.902	156.454	130.153.132	508	150.275	252.833	2.943
	Legno e mobilio	121.769.894	2.965	352.649	9.643.338	237.949	2.265.595	42	5.493	131.680	3.359
Industria chimico-farmaceutica	Chimico-farmaceutica	2.708.451.272	19.130	3.818.260	22.216.263*	177.506	35.372.362	192	45.448	156.818	1.626
Fabbricazione di articoli in gomma e materie plastiche, altri prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi	Gomma e plastica	475.551.739	7.607	1.035.733	11.795.228	173.348	3.423.767	42	6.416	121.663	1.976
	Ceramiche e Vetraria	1.663.339.675	4.384	1.714.453	8.997.239	156.109	16.462.420	33	16.338	61.680	764
	Materiali da costruzioni	89.281.922	4.432	452.804			454.406	17	1.860	59.412	1.338
Industria metalmeccanica ed elettronica	Metallurgia	1.534.998.061	20.739	3.015.179	35.171.949	620.293	11.098.518	115	18.980	317.697	4.916
	Meccanica	2.791.973.101	20.747	4.025.352	51.758.221*	718.137	43166.679	246	56.510	393.302	4.751
	Elettronica	193.789.258	2.992	412.789	16.336.241	237.199	599.645	7	1.102	56.282	1.043
Altre attività manifatturiere, riparazione e installazione di macchine e di apparecchiature	Lavorazione metalli preziosi	112.608.527	1.423	212.720	12.871.231	282.643	681.074	7	1.125	95.306	2.160
	Installazione impianti/macchinari										
	Riparazione/manutenzione										
	Altre attività										
Note:		**13.445.606.674**	**110.996**	**20.336.588**	**222.355.587**	**3.693.537**	**272.762.501**	**1.404**	**344.121**	**2.084.757**	**31.908**
*Dato parziale, in parte oscurato per la tutela del segreto statistico **EP: Energia primaria calcolata in TEP, con fattori in Tabella 22		**[Sm^3]**	**[GWh]**	**[TEP]**	**[migliaia €]**	**[-]**	**[Sm^3]**	**[GWh]**	**[TEP]**	**[migliaia €]**	**[-]**

In Tabella 31sono riportati i risultati relativi al calcolo degli indici di performance ed in particolare dell'indice di intensità energetica (IE) e dell'indice di automazione (IA) relativi all'ambito territoriale della PAT e nazionali.

Per le classi merceologiche del tessile e delle vetrerie, tali indici non sono stati definiti in quanto i dati necessari al loro calcolo non sono risultati disponibili.

***Tabella 31**: Calcolo degli indici di performance*

Classi merceologiche	Sottoclassi (i)	Codice classi	Dati nazionali (IT)		Dati provinciali (PAT)	
			IE_{IT} $\left[\frac{TEP}{migliaia\ €}\right]$	IA_{IT} $\left[\frac{TEP}{addetti}\right]$	IE_{PAT} $\left[\frac{TEP}{migliaia\ €}\right]$	IA_{PAT} $\left[\frac{TEP}{addetti}\right]$
Industrie estrattive	Estrattiva	**B**	0,046	3,2	0,132	5,07
Industrie alimentari	Bevande	**CA**	0,094	4,9	0,079	5,19
	Pane/pasta/dolci					
	Produzione derivati del latte					
	Carne					
	Altro alimentare					
	Conservazione frutta e ortaggi					
Industria tessile e moda	Tessile	**CB**	0,047	1,99	0,132	7,73
Industrie del legno, della carta e stampa	Cartaria e stampa	**CC1**	0,240	13,47	0,594	51,06
	Legno e mobilio	**CC2**	0,037	1,48	0,042	1,64
Industria chimico-farmaceutica	Chimico-farmaceutica	**CE**	0,172	21,51	0,29	27,95
Fabbricazione di articoli in gomma e materie plastiche, altri prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi	Gomma e plastica	**CG1**	0,088	5,98	0,053	3,25
	Ceramiche e Vetraria	**CG2**	0,241	13,88	0,150	8,66
	Materiali da costruzioni	**CG3**				
Industria metalmeccanica ed elettronica	Metallurgia	**CH1.1**	0,086	4,86	0,060	3,86
	Meccanica	**CH1.2**	0,078	5,60	0,144	11,89
	Elettronica	**CH2**	0,025	1,74	0,020	1,06
Altre attività manifatturiere, riparazione e installazione di macchine e di apparecchiature	Lavorazione metalli preziosi	**CM**	0,017	0,753	0,012	0,521
	Installazione impianti/macchinari					
	Riparazione/manutenzione					
	Altre attività					

In Figura 37 viene riportato il valore dell'indice di intensità energetica per ogni classe merceologica riferito alle industrie trentine e nazionali. Nella PAT, i settori estrattivo (B), tessile (CB), chimico-farmaceutico (CE) e meccanico (CH1.2), che come visto in precedenza,

hanno dei costi di produzione più elevati, i valori di intensità energetica sono superiori ai valori nazionali. Si ribadisce come tale condizione penalizzante possa essere dovuta da un lato ad una diversa configurazione del prodotto finito specificodelle industrie trentine che richiede un processo produttivo più energivororispetto alla media nazionale e dall'altro, ad una possibile scarsa efficienza energetica del ciclo produttivo.

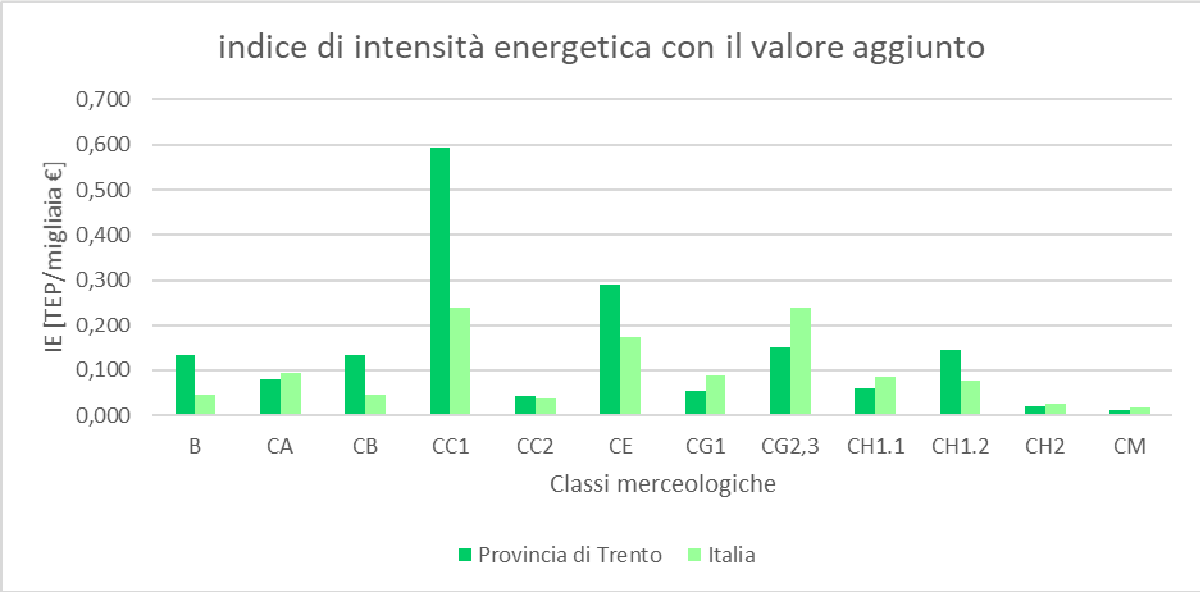


***Figura 37**: indice di intensità energetica della PAT e nazionale (anno di riferimento: 2016)*

Per le restanti classi merceologiche l'intensità energetica della PAT risulta paragonabile ed, in alcuni casi, anche inferiore alla media nazionale.

Un discorso a parte merita l'industria della carta e stampa (CC1).Nella PAT infatti, l'intensità energetica di questo settore risulta notevolmente più alto rispetto alla media nazionale. Una disamina sul settore della carta sarà riportato alla fine di questo capitolo.

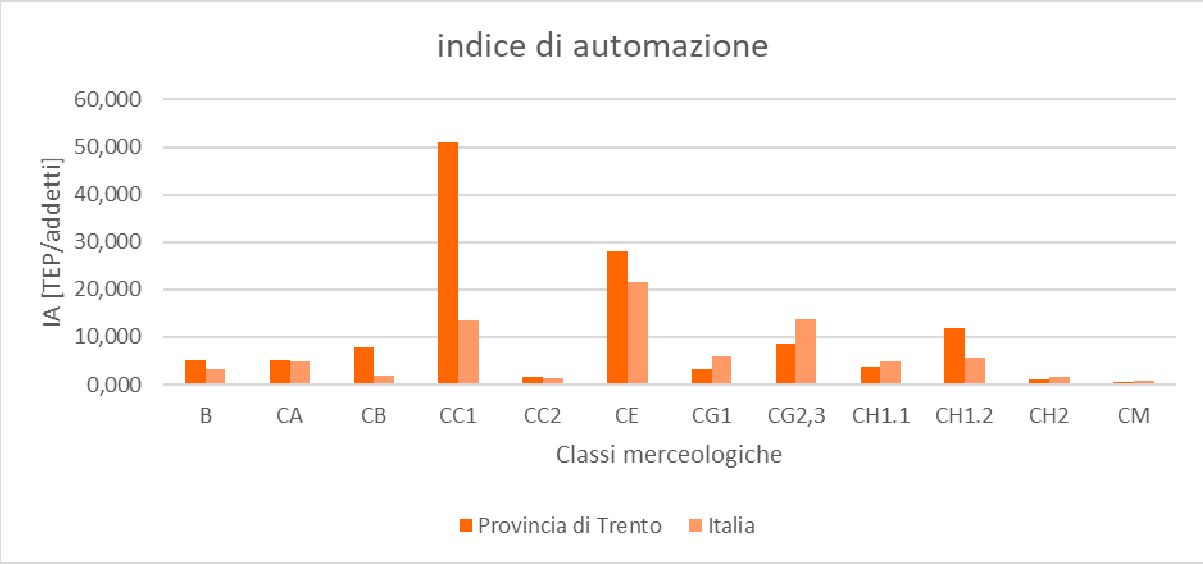


***Figura 38**: indice di automazione nella PAT e nazionale (anno di riferimento: 2016)*

In Figura 38viene riportato l'indice di automazione nella PAT e a livello nazionale. Si nota che le stesse classi merceologiche che hanno un indice di intensità energetica elevato hanno anche un alto livello di automazione: industria estrattiva (B), tessile (CB), chimico-farmaceutico (CE) e meccanica (CH1.2).Se ne deduce quindi chele industrie trentine appartenenti a tali classi merceologiche hanno un consumo di energia maggiore che fa aumentare il costo della produzione e diminuire il valore aggiunto rispetto alla media nazionale. Inoltre hanno un più elevato grado di automazione in quanto impiegano un minor numero di addetti. Per le restanti classi merceologiche l'indice di automazione della PAT risulta paragonabile o inferiore alla media nazionale.

Anche in questo caso, l'industria della carta e stampa (CC1) presenta un indice di automazionenotevolmente più alto rispetto alla media nazionale.

Nel rapporto "l'industria cartaria nel 2016" di Assocarta si sottolinea come il costo per l'approvvigionamento energetico è spesso per le cartiere la prima voce di costo della produzione. Basti pensare che l'indice che definisce le imprese a forte consumo di energia in Italia (rapporto tra costi di acquisto dei prodotti energetici e fatturato ai fini dell'applicazione dell'imposta sul valore aggiunto) varia da un minimo del 5% circa fino a valori anche superiori al 40%. Ciò qualifica il settore cartario tra i più energy intensive dell'intero comparto manifatturiero. L'elevata incidenza del costo dell'energia deriva dalla caratteristica intrinseca del processo di fabbricazione della carta che richiede grandi quantità di energia

termica per unità di prodotto rendendo il costo dell'approvvigionamento energetico un elemento fondamentale su cui si costruisce la competitività delle cartiere.

Dalla Figura 39emerge che in Trentino (principalmente nella zona dell'alto Garda) sono presenti solo 6 cartiere (su un totale nazionale di 154) che producono, da sole, quasi il 10% della produzione totale nazionale. Ne deriva che la dimensione di tali cartiere è decisamente superiore alla dimensione media delle cartiere nazionali. Risulta quindi plausibile ipotizzare che in questi siti produttivi i consumi energetici siano molto rilevanti e soprattutto di gran lunga superiori ai consumi energetici medi delle cartiere italiane.

Considerando il fatto che i costi della produzione (e quindi anche del valore aggiunto) nelle cartiere trentine e nazionali risultano comparabili, **ne deriva che l'indice di intensità energetica risulta più elevato per le cartiere trentine in quanto consumano molta più energia rispetto alla media dei consumi delle cartiere nel resto d'Italia**.

Dalla maggiore dimensione delle cartiere della PAT si può ipotizzare che, in proporzione ai consumi energetici, vengano impiegati meno addetti rispetto alla media nazionale e questo aspetto ne fa aumentare notevolmente l'indice di automazione.

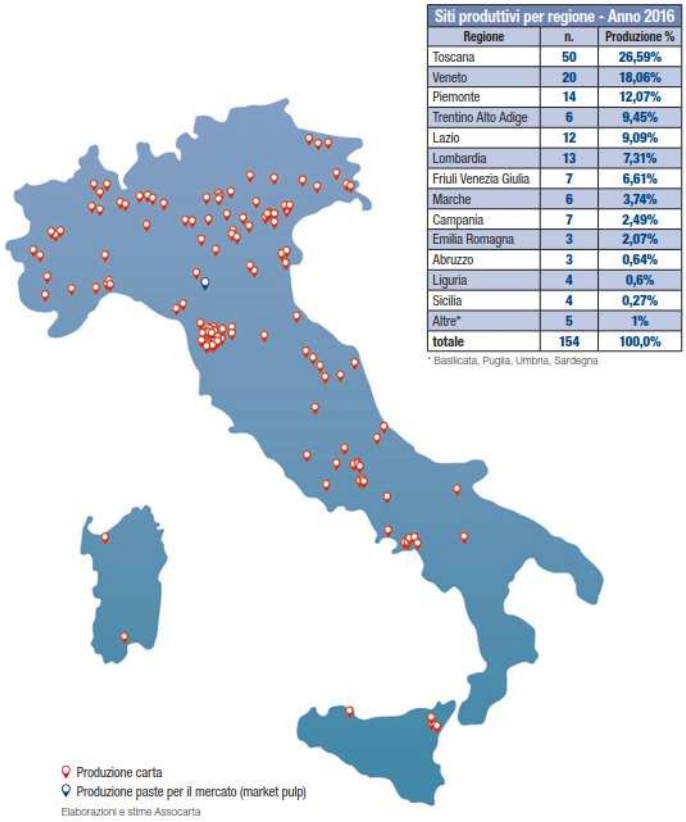


***Figura 39**: Distribuzione delle industrie di produzione della carta in Italia[30]*

Il confronto tra i diversi indici di performance suggerisce alcune considerazioni sul settore industriale trentino che possono essere cosi riassunte:

- le caratteristiche intrinseche del prodotto finale caratterizza fortemente la performance (economica e di automazione) aziendale; infatti a prodotti diversi spesso corrispondono costi della produzione diversi;
- per una determinata classe merceologica, le industrie con un livello della produzione (quantità di prodotto venduto) più elevato, si dimostrano più energivore (rispetto alla media nazionale) ed hanno quindi un indice di intensità energetica maggiore rispetto alle industrie di dimensioni più contenute;
- per una determinata classe merceologica, è emerso che le aziende di dimensione maggiore consumano più energia e, in proporzione, impiegano meno addetti; in questo caso l'indice di automazione risulta più elevato rispetto alla media nazionale;

- a parità di tipologia di prodotto finale e livello della produzione, si possono avere dei valori diversi del costo della produzione e dell'indice di intensità energetica se sussistono delle differenze sostanziali dei livelli di efficienza energetica tra le diverse industrie.

Si sottolinea come la valutazione delle performance delle aziende trentine sia stata, in qualche modo, limitata dalla mancanza dei dati inerenti le caratteristiche peculiari dei singoli prodotti, del ciclo produttivo e della quantità di prodotti finali venduti, sia a livello locale che nazionale.

5 ANALISI DELLE CLASSI MERCEOLOGICHE E RELATIVI PROCESSI PRODUTTIVI

L'industria produttiva ha un ruolo cruciale nel determinare l'evoluzione del sistema energetico nazionale ed è responsabile di circa il 38% dei consumi nazionali di energia elettrica, e per il 42% dei consumi provinciali, come precedentemente considerato in Figura 25.

Il settore industriale produttivo però non è omogeneo, ma è un sistema complesso di processi, lavorazioni e tecnologie tra loro molto differenti.

Partendo dalle classi merceologiche, identificate come in Tabella 3, si è proceduto ad indagare ed in alcuni casi ad aggregare le attività industriali in funzione delle informazioni disponibili e dell'entità dei consumi energetici. Nel complesso, il sistema industriale è stato semplificato nelle classi evidenziate in Tabella 32.

***Tabella 32**: Classificazione dei processi produttivi*

Classi merceologiche analizzate	codice
Industria estrattiva	**B**
Industria alimentare	**CA**
Industria alimentare di produzione e conservazione di cibi [CA2-CA6]	
Industria delle bevande [CA1]	
Industria tessile	**CB**
Industria di carta e stampa	**CC1**
Industria cartaria	
Industria di stampa	
Industria di legno e mobilio	**CC2**
Industria chimico-farmaceutica	**CE**
Industria di gomma e plastica	**CG1**
Industria ceramica e vetraria	**CG2**
Industria ceramica	
Industria vetraria	
Industria dei materiali da costruzioni	**CG3**
Industria metallurgica	**CH1.1**
Industria meccanica	**CH1.2**

Industria elettronica	**CH2**
Industria di altro manifatturiero	**CM**

In questo capitolo si andranno ad analizzare le classi merceologiche dell'industria produttiva trentina elencate in tabella, illustrandone i processi produttivi coinvolti, al fine di individuare i comparti che sono responsabili dei maggiori consumi energetici e che quindi possono offrire buoni potenziali di incremento di efficienza energetica intervenendo su di essi.

La metodologia che verrà seguita per definire quanto detto è stata introdotta nel capitolo2.3.

5.1 Industria estrattiva

L'industria estrattiva trentina, come precedentemente indicato nel capitolo 2.3.2 è caratterizzata principalmente dalla classe 08.1 di "estrazione di pietra, sabbia ed argilla". Nella fattispecie, l'attività di estrazione del porfido costituisce un'attività di una certa rilevanza, soprattutto in certe vallate della provincia di Trento (Bassa Val di Cembra e Altopiano di Pinè). Se in queste zone l'attività di estrazione del porfido è rilevante sul profilo territoriale ed economico, lo è meno dal punto di vista dei consumi energetici. [31]
L'industria estrattiva in generale, nel 2016, ha presentato a livello locale:

- 90 unità locali (71 imprese), [4]
- un fatturato di 38.661.573 €, [4]
- consumi di energia elettrica di 10,4 GWh, [5]
- consumi di metano di 1.334.684 Sm^3, stimati nel capitolo 4.

In termini di energia primaria la ripartizione dei consumi è riportata nell'immagine sottostante, essa emerge dalle considerazioni nel capitolo 4.2.

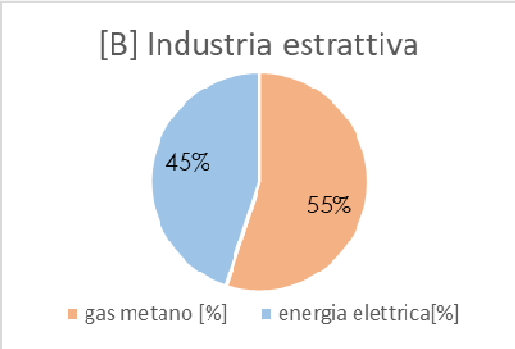


***Figura 40**: Ripartizione percentuale consumi di energia primaria dell'industria estrattiva*

Per mancanza di dati su cui effettuare la ripartizione dei consumi nei comparti tecnologici e vista la bassa rilevanza degli stessi, l'analisi dei processi produttivi coinvolti non è stata trattata.

5.2 Industria alimentare

L'industria alimentare trentina, come precedentemente indicato nel capitolo 2.3.1 è caratterizzata principalmente dalle classi 10.7 di "produzione di prodotti da forno" e 11 "industria delle bevande". L'industria alimentare rappresenta il quarto settore per consumo di energia elettrica in provincia di Trento, come visibile dalla Figura 28.
L'industria alimentare, nel 2016, ha presentato a livello locale:

- 438 unità locali (385 imprese, di cui 99 produttrici di bevande), [4]
- un fatturato di 1.680 milioni di €, [4]
- consumi di energia elettrica di 142,0 GWh, [5]
- consumi di metano di 18.677.249 Sm^3, stimati nel capitolo 4.

La ripartizione energetica tra metano e energia elettrica del settore in questione è stata introdotta al capitolo 4.2., ed è sinteticamente riportata nell'immagine sottostante.

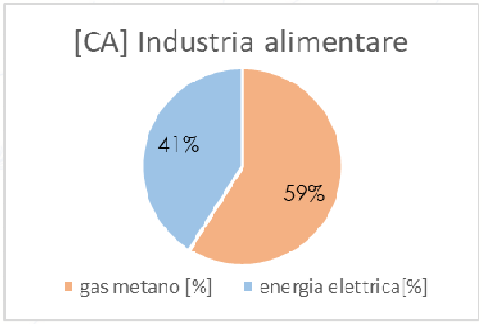


***Figura 41**: Ripartizione percentuale consumi di energia primaria dell'industria alimentare*

Il settore alimentare è estremamente frammentato e difficilmente rappresentabile mediante una singola "catena tecnologica" specifica di produzione. Perciò, nella presente analisi, è stata presa in considerazione una schematizzazione delle principali fasi che tipicamente caratterizzano il processo produttivo del settore. [8]
Nello specifico esso si differenzia soprattutto tra:

- industria alimentare di produzione di cibi, identificata dalla classe 10 (e le fasce individuate CA2, CA3, CA4, CA5, CA6).
- industria delle bevande, identificata dalla classe 11 (e le fascia individuata CA1).

Si procederà dunque analizzando i due processi produttivi separatamente, per poi unirne la ripartizione dei comparti tecnologici sulla base del peso dei vettori delle due sottoclassi. I risultati dell'industria alimentare verranno sintetizzato nell'Appendice 4.

5.2.1 Industria alimentare di produzione e conservazione di cibi

A fronte della complessità di questa classe, lo schema presentato in Figura 42 considera una semplificazione dei processi reali, comprendendo le tecnologie più rappresentative della classe.

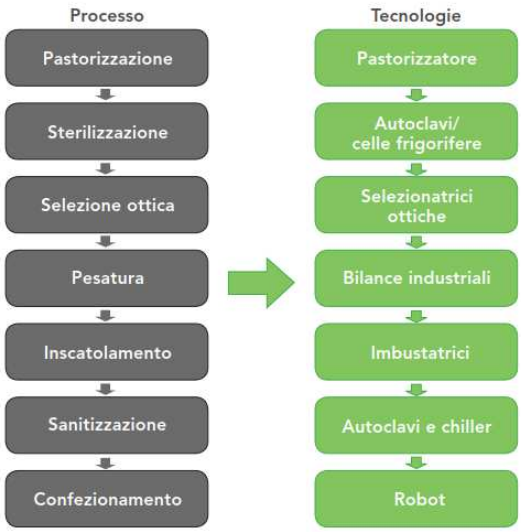


***Figura 42**: Principali fasi produttive dell'industria alimentare e relative tecnologie [8]*

In generale, all'interno dei processi produttivi, le fasi di lavaggio, cottura e sterilizzazione sono quelle con maggiore consumo termico, mentre la produzione del freddo, la produzione dell'aria compressa e il packaging sono quelle caratterizzate da un maggior consumo elettrico. Più della metà del fabbisogno di energia è relativa ai servizi ausiliari, come la generazione di calore e vapore, aria compressa e fluidi freddi; un terzo riguarda il prodotto finale come la refrigerazione, il congelamento e la sterilizzazione; il resto del fabbisogno complessivo di energia è distribuito tra gli altri impianti e servizi complementari. [9]

Nella tabella sottostante sono riportati i consumi energetici specifici per tipologia di prodotto alimentare. [9]

***Tabella 33**: Consumi energetici specifici per tipologia di prodotto [9]*

Tipologia di prodotto	Consumo energetico [kWh/kg]
Carne fresca	5,48
Carne surgelata	8,14
Verdure fresche (da campo)	0,22
Verdure fresche (da serra)	6,10
Verdure fresche confezionate	4,90
Verdure surgelate confezionate	6,80

Conformemente alla metodologia descritta nel capitolo 2.3.1, si è identificata la ripartizione dei consumi di energia elettrica e metano tra i comparti tecnologici presenti tipicamente in tale tipologia di industrie.

***Tabella 34**: Ripartizione media dei consumi elettrici e di metano dell'industria alimentare di produzione e conservazione di cibi rispetto ai comparti tecnologici*

Fase di processo	Comparto tecnologico	Incidenza sui consumi totali di	
		Energia elettrica [%]	Gas naturale [%]
Attività principali	-	**31%**	**17%**
Linea di produzione	Motori elettrici	20%	-
Calore di processo	Forni	2%	17%
Refrigerazione	Gruppo frigorifero	9%	-
Servizi ausiliari	-	**60%**	**70%**
Generatori di vapore per pastorizzazione/fermentazione	Generatore di vapore	6%	70%
Gruppi frigoriferi	Gruppi frigoriferi	7%	-
Aspirazione	Motori elettrici	6%	-
Aria compressa	Aria compressa	22%	-
Caricabatterie	Caricabatterie	2%	-
Confezionamento	Motori elettrici	11%	-
Pompaggio	Motori elettrici	6%	-
Servizi	-	**9%**	**13%**
Illuminazione	Illuminazione	3%	-
Uffici	-	2%	-
Climatizzazione invernale e estiva	Centrale termica e gruppo frigorifero	4%	13%
Totale percentuale	-	**100%**	**100%**

5.2.2 Industria delle bevande

Circa l'80% delle industrie delle bevande sono cantine adibite alla produzione di vino o spumante, perciò verrà analizzato principalmente il processo produttivo che accomuna la produzione di vino e spumante.

La principale fonte di energia utilizzata nelle cantine è l'elettricità, che viene consumata per:

- il controllo della temperatura (refrigerazione nella fermentazione),
- i motori di pompe e presse,
- l'imbottigliamento e la conservazione,
- l'illuminazione e altri servizi ausiliari. [10]

Il metano viene consumato per i processi termici (come il riscaldamento dell'acqua per il lavaggio nella fase di imbottigliamento, la pastorizzazione del vino, il riscaldamento dei locali e l'acqua calda sanitaria); mentre altri combustibili vengono usati per la movimentazione dei mezzi. [10]
Circa il 50% di energia viene consumata durante i processi di fermentazione e stabilizzazione per far funzionare i sistemi di raffreddamento. [10]

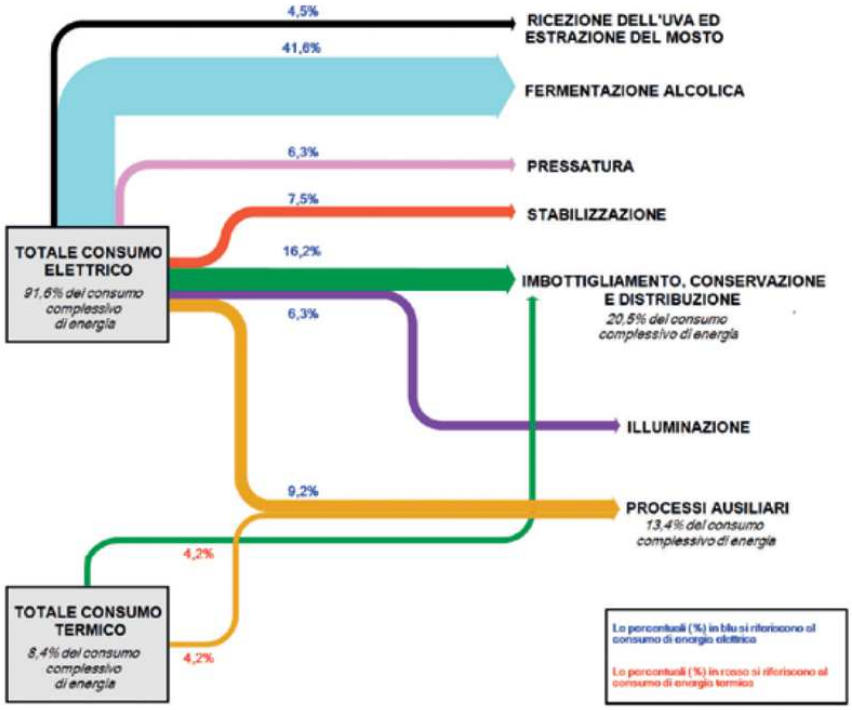


***Figura 43**: Flussi dei consumi energetici in una tipica cantina [10]*

***Tabella 35**: Fasi del processo produttivo del vino, tecnologie utilizzate e rispettive incidenze sui consumi*

Fase di processo	Tecnologie standard	Comparto tecnologico	Incidenza sui consumi totali	
			Elettrici [%]	Termici [%]
Ricezione dell'uva ed estrazione del mosto	Tramogge di ricezione, meccanismi a coclea e motori elettrici	Motori elettrici	4,9%	-
Diraspatura e pigiatura	Diraspatrici meccaniche, rulli e motori elettrici			
Fermentazione alcolica	Sistemi di raffreddamento e motori elettrici	Gruppi frigoriferi e motori elettrici	45,4%	-
Pressatura	Sistemi di raffreddamento per la fermentazione malolattica, pompaggio e motori elettrici	Gruppi frigoriferi, sistema di pompaggio e motori elettici	6,9%	-
Stabilizzazione	Sistemi di raffreddamento per la stabilizzazione (pastorizzazione, pompaggio e motori elettrici)	Gruppi frigoriferi, sistema di pompaggio e motori elettici	8,2%	-
Imbottigliamento, conservazione e distribuzione	Motori elettrici ed elevatori	Motori elettrici e caricabatterie	17,7%	50%
Processi ausiliari	Aria condizionata e caldaia per l'acqua calda ad uso sanitario	Climatizzazione invernale ed estiva (e preparatore per ACS)	10,0%	50%
Illuminazione	Lampade a fluorescenza	Illuminazione	6,9%	-
Totale percentuale			**100%**	**100%**

***Tabella 36**: Ripartizione media dei consumi elettrici e di metano dell'industria delle bevande rispetto ai comparti tecnologici*

Fase di processo	Comparto tecnologico	Incidenza sui consumi totali di	
		Energia elettrica [%]	Gas naturale [%]
Attività principali	-	**45,5%**	**0%**
Linea di produzione	Motori elettrici	8,5%	-
Refrigerazione per fermentazione e pressatura	Gruppi frigoriferi	37%	-
Servizi ausiliari	-	**34.5%**	**50%**
Gruppi frigoriferi per stabilizzazione	Gruppi frigoriferi	3,5%	-
Pompaggio	Motori elettrici	6%	-
Aria compressa	Aria compressa	7%	-
Caricabatterie	Caricabatterie	3%	-
Generatori di calore per imbottigliamento e pastorizzazione vino per conservazione	Centrale termica	15%	50%
Servizi	-	**20%**	**50%**
Illuminazione	Illuminazione	7%	-
Climatizzazione invernale e estiva e ACS	Centrale termica	10%	50%
Uffici	-	3%	-
Totale percentuale	-	**100%**	**100%**

Nella Tabella 36 è sintetizzata la ripartizione percentuale dei consumi dei vettori energetici nelle varie fasi del processo e quindi nei comparti di riferimento.

Come precedentemente introdotto le ripartizioni dei comparti tecnologici verranno uniformate per l'industria alimentare, "pesando" le ripartizioni individuate delle due sottoclassi, in Tabella 34 e in Tabella 36, rispetto ai consumi energetici a cui si riferiscono.

I consumi di energia elettrica e di metano utilizzati come peso per l'industria delle bevande [CA1] sono stati ottenuti dai dati forniti dalle associazioni di categoria riassunti in Tabella 27 e in Tabella 28.

Per l'industria alimentare, le percentuali per comparto tecnologico risultanti e il potenziale di efficientamento intervenendo su di essi è sintetizzato nell'Appendice 3.

5.3 Industria tessile

L'industria tessile trentina, come precedentemente indicato nel capitolo 2.3.2 è caratterizzata principalmente dalle classi 14.1 di "confezione di articoli di abbigliamento" e 13.9 "altre industrie tessili". L'industria tessile rappresenta il sesto settore per consumo di energia elettrica in provincia di Trento, come visibile dalla Figura 28.
L'industria tessile, nel 2016, ha presentato a livello locale:

- 166 unità locali, [4]
- un fatturato di 500 milioni di €, [4]
- consumi di energia elettrica di 60,7 GWh, [5]
- consumi di metano di 9.042.970 Sm^3, stimati nel capitolo 4.

La ripartizione energetica tra metano e energia elettrica del settore in questione è stata introdotta al capitolo 4.2., ed è sinteticamente riportata nell'immagine sottostante.

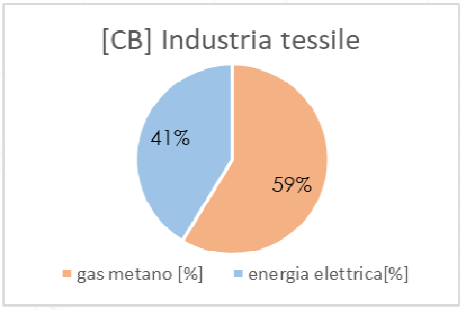


***Figura 44**: Ripartizione percentuale consumi di energia primaria dell'industria tessile*

Il settore tessile, come quello alimentare appena introdotto, presenta una forte diversificazione del processo produttivo a seconda della tipologia di prodotto finale. Pertanto sono state considerate soltanto alcune fasi produttive comuni nel caso di produzione di tessuti a partire dalla fibra tessile come materia prima. [8]
In generale, le principali attività all'interno dell'industria tessile si costituiscono in due macro-aree: [11]

- La prima consiste delle lavorazioni che partono *dalla materia prima al tessuto grezzo*:
  - Si ha per prima cosa la preparazione della materia prima in cui si hanno dei processi meccanici di stracciatura e sfilacciatura, processi chimici e processi termici di essiccazione mediante estrattore centrifugo.
  - In seguito si ha una seconda fase di *filatura*, composta da una serie di altri processi, tutti caratterizzati principalmente da consumi elettrici. [11]

- La seconda consiste di una serie di lavorazioni che hanno lo scopo passare dal tessuto grezzo al tessuto rifinito, che si caratterizza principalmente di orditura, tessitura e trattamenti di finissaggio, come sintetizzato nella Figura 45.
  - La preparazione dell'orditura consiste nel trasferimento del filato grezzo sul telaio.
  - La tessitura consiste nella lavorazione del tessuto grezzo sul telaio. Il tessuto lavorato viene poi avvolto e passato alla fase di finissaggio.
  - Per finissaggio si intendono tutte le operazioni effettuate sul tessuto atte a conferirgli caratteristiche estetiche che lo rendano più gradevole e performante. Tra i trattamenti effettuati vi sono trattamenti meccanici (quindi caratterizzati da consumi elettrici) e trattamenti termici. Tra i trattamenti meccanici sono rilevanti i consumi per tintura, effettuata principalmente per stampa mediante presse, e la calandratura (stiratura industriale). Tra i trattamenti termici sono rilevanti i consumi per lavaggio e asciugatura. A fine finissaggio vi è anche un processo di controllo del prodotto finito. [11]

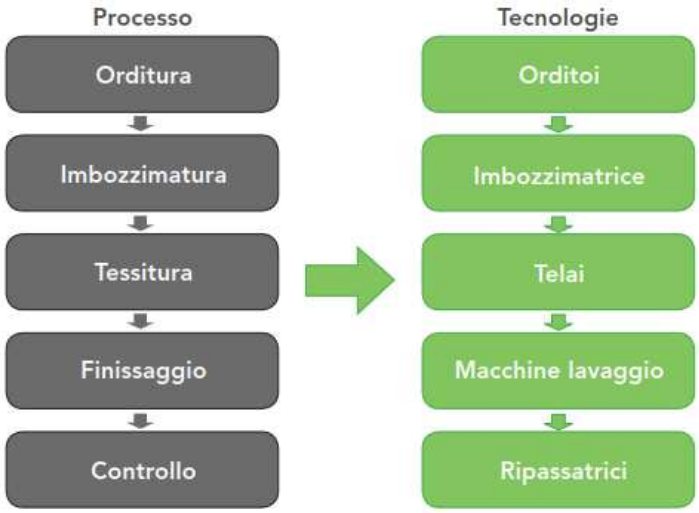


***Figura 45**: Principali fasi produttive dell'industria tessile e relative tecnologie [8]*

Per l'individuazione dei consumi dei comparti tecnologici è stata usata la metodologia precedentemente indicata nel capitolo 2.3.2.

***Tabella 37**: Ripartizione media dei consumi elettrici e di metano dei comparti tecnologici dell'industria tessile*

Fase di processo	Comparto tecnologico	Incidenza sui consumi totali di	
		Energia elettrica [%]	Gas naturale [%]
Attività principali	-	**78%**	**98%**
Produzione filato/materia prima	Motori elettrici e centrale termica	4%	25%
Filatura	Motori elettrici	10%	-
Orditura/imbozzimatura/tessitura	Motori elettrici	30%	-
Finissaggio – lavaggio	Motori elettrici e centrale termica	34%	73%
Servizi ausiliari	-	**18%**	**0%**
Aspirazione/ventilatori (estrattore produzione filato)	Motori elettrici	2%	-
Aria compressa (presse di finissaggio e verniciatura)	Aria compressa	6%	-
Caricabatterie	Caricabatterie	1%	-
Controllo finito	Motori elettrici	3%	-
Pompaggio	Motori elettrici	6%	-
Servizi	-	**4%**	**2%**
Illuminazione	Illuminazione	2%	-
Uffici	-	1%	-
Climatizzazione invernale e estiva	Centrale termica e gruppo frigorifero	2%	2%
Totale		**100%**	**100%**

Nella

Tabella **37** è riportata la ripartizione dei consumi elettrici e di gas naturale dei comparti in media nell'industria tessile, essa è stata sintetizzata evidenziandone i comparti tecnologici nell'Appendice 3.

5.4 Industria della carta, stampa, legno e mobilio

L'industria trentina di carta, stampa, legno e mobilio, come precedentemente indicato nel capitolo 2.3 è stata distinta in tre sottoclassi.

- Industria cartaria
- Industria di stampa
- Industria di legno e mobilio

L'industria denominata con il codice "CC" (in riferimento alla Tabella 3) rappresenta il primo settore per consumo di energia elettrica in provincia di Trento, come visibile dalla Figura 28.
L'industria "CC", nel 2016, ha presentato a livello locale:

- circa 1.020 unità locali e 946 imprese [4], di cui il 16% attribuibili all'industria di carta e stampa,
- un fatturato di circa1.285 milioni di € [4], di cui il 78% date dal contributo dell'industria di carta e stampa,
- consumi di energia elettrica di 550,2 GWh [5], di cui il 92% sono consumi adibiti all'industria di carta e stampa.
- consumi di metano di 132.418.727 Sm^3, stimati nel capitolo 4, di cui il 98% sono consumi dovuti all'industria di carta e stampa.

Nello specifico si deduce che l'industria cartaria, nonostante sia caratterizzata da 24 imprese ha dei consumi molto maggiori rispetto alle altre tipologie facente parte del gruppo.
La ripartizione energetica tra metano e energia elettrica del settore in questione è stata introdotta al capitolo 4.2., ed è sinteticamente riportata nell'immagine sottostante per l'industria di carta e stampa e per l'industria di legno e mobilio.

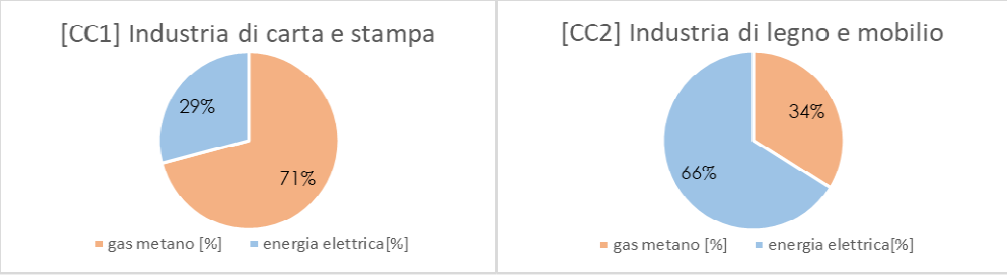


***Figura 46**: Ripartizione percentuale consumi di energia primaria delle industrie di carta e stame e di legno e mobilio*

Nei sotto capitoli sottostanti verranno analizzate le tre sottoclassi distintamente.

I consumi per comparto dell'industria cartaria e dell'industria di stampa verranno uniti sulla base del "peso" dei consumi dei vettori energetici. La ripartizione dei comparti tecnologici per queste industrie verrà riassunto nell'Appendice 3.

5.4.1 Industria della carta

Come introdotto sopra, dei tre sotto settori individuati l'industria cartaria, anche se meno presente (solo 24 imprese), è quella che influisce maggiormente sui consumi (circa sul 90% di entrambi i vettori energetici considerati).

L'industria di carta trentina, come precedentemente indicato nel capitolo 2.3.1 è caratterizzata principalmente dalla classe 17.2 di "fabbricazione di articoli di carta e cartone".

La produzione di carta può essere divisa in due fasi principali: la produzione di fibra e la realizzazione del foglio. La fibra viene ottenuta tramite estrazione dal legno, una materia prima ricca di cellulosa, oppure viene recuperata mediante il riciclo della carta da macero. La produzione del foglio di carta avviene normalmente per mezzo di macchine apposite, chiamate "macchine continue", in quanto funzionano senza interruzione giorno e notte e sono formate da una serie di elementi collegati fra loro. Tale produzione si differenzia in funzione della grammatura: sotto i 150 grammi si parla di carta, sopra di cartone. [9]

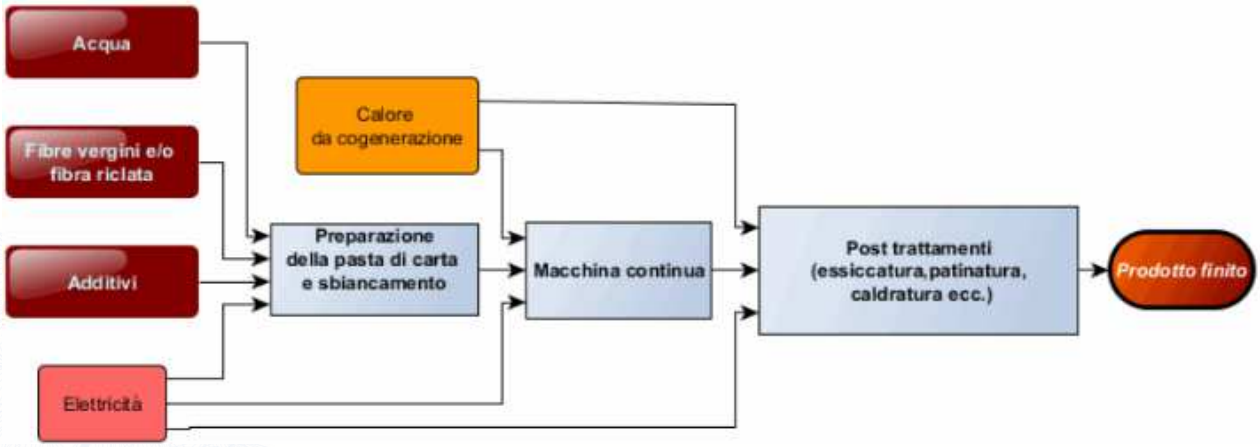


***Figura 47**: Processo integrato di produzione della carta[32]*

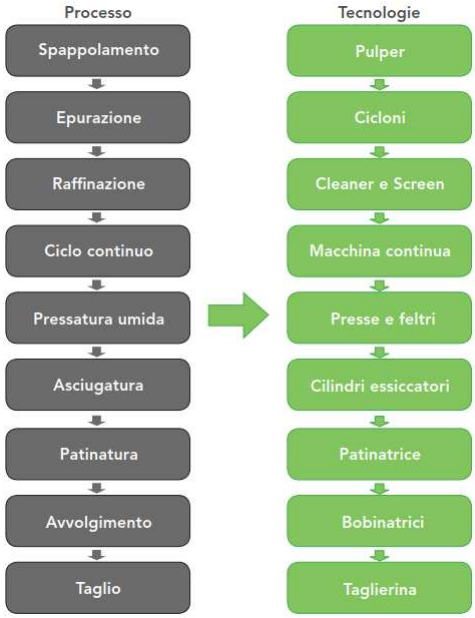


***Figura 48**: Principali fasi produttive dell'industria cartiera e relative tecnologie[8]*

Il processo descritto in Figura 48 si riferisce alla produzione della carta in cui la cellulosa è la materia prima in ingresso. Le prime fasi sarebbero differenti se la carta da macero fosse la materia prima. [9]

La ricerca dei migliori rendimenti e la riduzione degli sprechi sono bilanciati dall'introduzione di tecnologie sempre più sofisticate che consentono maggiori velocità produttive. Inoltre sono sempre più presenti processi automatizzati e sistemi di controllo e monitoraggio, per lavorare nel miglior modo possibile la carta al fine di ridurre le richieste di materie prime di pregio. [9] Tutto ciò è confermato anche dall'alto livello dell'indice di automazione a livello provinciale, come visibile dalla Figura 38.

Va inoltre detto che per incrementare l'efficienza energetica del settore, le imprese dell'industria cartiera hanno investito massicciamente nell'autoproduzione di energia elettrica e calore, attraverso sistemi di cogenerazione, vista la contemporaneità dei fabbisogni dei due vettori. In questo modo è stato ridotto il fabbisogno di fonti primarie ed è stato possibile anche investire sulle fonti energetiche alternative. Le emissioni in aria sono state limitate anche grazie all'impiego nelle centrali termiche di combustibili a minore impatto, in particolare gas naturale. [9]

Il processo produttivo su cui si basa la produzione di carta e cartone è scomponibile in quattro operazioni: [12]

(1) Il processo produttivo inizia con la preparazione dell'impasto fibroso. Per produrre un supporto fibroso di qualità elevata sono necessari diversi tipi di fibre cellulosiche. In questa fase le varie essenze fibrose vengono lavorate e miscelate con acqua in maniera opportuna, seguendo degli standard preferiti a seconda della tipologia di prodotto. I processi coinvolti in questa fase sono:
   - Lo spolpamento, che avviene mediante dei macchinari denominati pulper. Essi sono muniti di una girante sul fondo e sono dotati di cappe a sfiato libero che convogliano all'atmosfera esterna il vapore che si libera durante la fase di dispersione delle fibre. In seguito un sistema di pompaggio conduce la miscela acquosa alla tina di miscelazione dove vengono addizionati gli additivi.
   - In seguito vi è la fase di epurazione e raffinazione, perpetrata a mezzo di cicloni.

(2) In seguito, si procede con la produzione del supporto fibroso. La pompa di alimentazione impasto fa passare la miscela di fibre attraverso la valvola di grammatura, che la conduce poi alle "macchine continue". Vengono così denominate le macchine che producono il supporto fibroso. Il supporto fibroso viene trasformato in un nastro di carta con caratteristiche predefinite quali spessore, peso, colore, opacità, ecc.. seguendo rigorosi standard di produzione, queste caratteristiche sono raggiunte grazie principalmente a dei processi di pressatura e asciugatura. I macchinari utilizzati in queste due fasi sono presse, feltri e feltri essiccatori/rulli di seccheria. Il nastro viene quindi arrotolato in "bobine madri".

(3) La terza fase raggruppa tutti i trattamenti superficiali e di finissaggio. Il trattamento superficiale più comune è la patinatura. Il nastro di supporto fibroso viene pettinato più volte (multistrato) utilizzando sia macchine patinatrici. La patinatura conferisce al nastro di cellulosa le caratteristiche tecniche che la rendono adatta alle moderne macchine da stampa. La patina è una sostanza composta da pigmenti (carbonato di calcio e caolino) e additivi, che ha lo scopo di perfezionare ed uniformare la superficie del nastro di carta.
   Successivamente si ha la fase di finissaggio. Ossia, una volta ricevuta la patinatura, la carta passerà alla fase di calandratura (solo se destinata al tipo lucido-gloss) e successivamente alle bobinatrici, mentre nel caso della carta di tipo opaco (matt) andrà direttamente alle bobinatrici. Le bobinatrici hanno il compito di sezionare le bobine "madri" in bobine di minori dimensioni "figlie", adatte sia alla spedizione sia al taglio in fogli.

Nella Tabella 38 sono riportati i consumi specifici per tipologia di prodotto.

***Tabella 38**: Consumi specifici elettrici e termici per tipologia di prodotto[9]*

Tipologia di prodotto	Consumo elettrico [kWh/ton]	Consumo termico [kWh/ton]
Carta grafica (es: giornali, riviste)	900	1000
Cartone con disinchiostrazione	450	1000
Carta da imballaggio	400	1300
Carta lucida	400	1100

Nello specifico si vuole valutare fabbisogno termico ed elettrico dei vari comparti, come sintetizzato nella tabella sottostante, le percentuali sono state valutate come indicato in metodologia, nel capitolo 2.3.1.

***Tabella 39**: Ripartizione media dei consumi elettrici e di metano dei comparti tecnologici dell'industria della carta*

Fasi di processo	**Comparto tecnologico**	**Incidenza sui consumi totali di**	
		Energia elettrica [%]	**Gas naturale [%]**
Attività principali	-	**50%**	**0%**
Macchinari linea di produzione impasto	Motori elettrici	18%	
Spolpamento mediante pulper	Motori elettrici	10%	
Raffinazione con cicloni	Motori elettrici	8%	
Macchinari linea produzione fogli	Motori elettrici	32%	
Macchine "continue"	Motori elettrici	20%	
Presse e feltri essiccatori	Motori elettrici	12	
Servizi ausiliari	-	**45%**	**100%**
Generatori di vapore	Generatore di vapore	4%	100%
Aspirazione/cappe sui pulper	Motori elettrici	4%	-
Sistemi di pompaggio	Motori elettrici	10%	-
Aria compressa	Aria compressa	23%	-
Impianto del vuoto	Motori elettrici	4%	-
Servizi	-	**5%**	**0%**
Illuminazione	Illuminazione	2%	-
Uffici	-	1%	-
Climatizzazione invernale e estiva	Gruppo frigorifero	2%	-
Totale	-		

Sul consumo di energia elettrica dell'industria di carta e stampa la produzione di carta incide per il 97%, come emerge dalla Tabella 13. Assumendo la stessa percentuale per i consumi di metano, è stato possibile "pesare" le percentuali dei comparti tecnologici individuati; la restante parte è data dal contributo dell'industria di stampa. La ripartizione percentuale dei comparti tecnologici dell'industria di carta e stampa è sintetizzata nell'Appendice 3.

5.4.2 Industria di stampa

L'industria trentina di stampa, come precedentemente indicato nel capitolo 2.3.2 è caratterizzata principalmente dalla classe 18.1 di "stampa e servizi connessi alla stampa".
In riferimento alla Figura 46, la ripartizione dei consumi di energia primaria di carta e stampa, sono riferiti in realtà quasi solamente all'industria cartaria, poiché tipicamente invece nella stampa i consumi di energia termica sono molto meno elevati.
A fronte della metodologia descritta nel capitolo 2.3.2, è stato possibile individuare la ripartizione media tra i vari comparti, dei fabbisogni di energia elettrica e di gas naturale, riassunti nella tabella sottostante.

***Tabella 40**: Ripartizione media dei consumi elettrici e di metano dei comparti tecnologici dell'industria dell'editoria*

Fase di processo	Comparto tecnologico	Incidenza sui consumi totali	
		Elettrici [%]	Termici [%]
Attività principali	-	**33%**	**0%**
Macchinari linea di produzione	Motori elettrici	33%	-
Servizi ausiliari	-	**60%**	**0%**
Aspirazione/ventilatori	Motori elettrici	14%	-
Aria compressa	Aria compressa	30%	-
Caricabatterie	Caricabatterie	3%	-
Impianto del vuoto	Motori elettrici	13%	-
Servizi	-	**7%**	**100%**
Illuminazione	Illuminazione	2%	-
Uffici	-	3%	-
Climatizzazione invernale e estiva	Centrale termica e gruppo frigorifero	2%	100%
Totale	-	**100%**	**100%**

5.4.3 Industria di legno e mobilio

L'industria di legno e mobilio trentina, come precedentemente indicato nel capitolo 2.3.2 è caratterizzata principalmente dalla classe 16.2 di "fabbricazione di prodotti in legno".

Il processo di produzione del legno parte in bosco, dove a seguito di una serie di azioni di selvicoltura, il tondame rifinito viene trasportato presso le industrie che lo utilizzeranno come materia semilavorata dei processi produttivi. Il legname è lavorato nelle segherie o nell'industria del mobile, a seconda della tipologia e della qualità del legname.

Il processo produttivo si compone di:

- Tranciatura/punzonatura: in cui il punzone si abbassa fino al contatto con la lamiera che in una prima fase si deforma e si inflette iniziando a penetrare nella matrice, si genera una frattura e avviene la separazione del materiale.
- Sfogliatura: operazioni dirette a ridurre tronchi o latri pezzi di legno in fogli.
- Essiccazione/stagionatura: fase che ha lo scopo di ridurre il contenuto di umidità, mediante forno o mediante aria (naturale o artificiale)
- In seguito si ha la fase di taglio e incollaggio.
- Al termine della fase di lavorazione, si ottengono degli elementi in legno lavorato, che verranno utilizzati nell'assemblaggio dei mobili.

Come precedentemente introdotto nella metodologia nel capitolo 2.3.2, è stato possibile effettuare una ripartizione media dei consumi per ogni fase del processo di produzione, riassunti nella Tabella 41. Nell'Appendice 3 è riportata la ripartizione dell'incidenza dei consumi dei comparti tecnologici.

***Tabella 41**: Ripartizione media dei consumi elettrici e di metano dei comparti tecnologici dell'industria di legno e mobili [13]*

Fasi di processo	Comparto tecnologico	Incidenza sui consumi totali di	
		Energia elettrica [%]	Gas naturale [%]
Attività principali	-	**60%**	**80%**
Lavorazioni meccaniche dei tronchi e legno	Motori elettrici	32%	-
Impregnazione e asciugatura del materiale impregnato	Motori elettrici	12%	-
Assemblaggio e montaggio ferramenta e vetri	Motori elettrici	4%	-
Verniciatura	Forni	6%	40%
Essiccazione del manufatto	Forni	6%	40%
Servizi ausiliari	-	**33%**	**0%**
Ventilazione e aspirazione	Motori elettrici	10%	-
Aria compressa	Aria compressa	12%	-
Caricabatterie	Caricabatterie	6%	-
Impianto del vuoto	Motori elettrici	5%	-
Servizi	-	**7%**	**20%**
Illuminazione	Illuminazione	2%	-
Uffici	-	2%	-
Climatizzazione invernale e estiva	Centrale termica e gruppo frigorifero	3%	20%
Totale	-	**100%**	**100%**

5.5 Industria chimico-farmaceutica

L'industria chimico-farmaceutica trentina, come precedentemente indicato nel capitolo 2.3.1 è caratterizzata principalmente dalle classi 20.1 di "fabbricazione di prodotti chimici di base, di fertilizzanti e composti azotati di materie plastiche e gomma sintetica in forme primarie" e 20.4 "fabbricazione di saponi e detergenti, di prodotti per la pulizia e la lucidatura, di profumi e cosmetici". L'industria chimico-farmaceutica rappresenta il terzo settore per consumo di energia elettrica in provincia di Trento, come visibile dalla Figura 28.
L'industria chimico-farmaceutica, nel 2016, ha presentato a livello locale:

- 39 unità locali, [4]
- un fatturato di 872 milioni di €, [4]
- consumi di energia elettrica di 191,6 GWh, [5]
- consumi di metano di 35.372.362 Sm^3, stimati nel capitolo 4.

La ripartizione energetica tra metano e energia elettrica del settore in questione è stata introdotta al capitolo 4.2., ed è sinteticamente riportata nell'immagine sottostante.

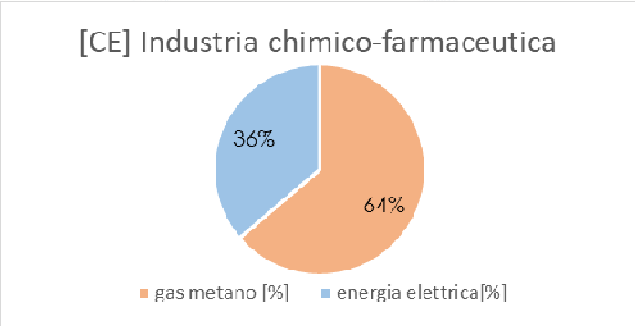


***Figura 49**: Ripartizione percentuale consumi di energia primaria dell'industria chimico-farmaceutica*

L'industria chimico-farmaceutica è composta da una serie di realtà produttive molto diverse fra loro per tecnologie, processi e consumi. In questo settore rientrano, infatti, tanto le industrie petrolchimiche e della chimica di base, quanto la produzione farmaceutica.
Considerata l'estrema frammentazione di alcuni comparti (quale ad esempio quello farmaceutico in cui quasi ciascun sito produttivo è definito da processi e tecnologie peculiari) si è dunque scelto di procedere considerando solo le fasi di produzione più rilevanti e comuni. In linea di massima l'industria chimico-farmaceutica è stata suddivisa in due catene principali (chimica organica e chimica inorganica). [9]

A titolo esplicativo, si riporta in Figura 50, una semplificazione della catena tecnologica utilizzata per la rappresentazione della chimica organica. [9]

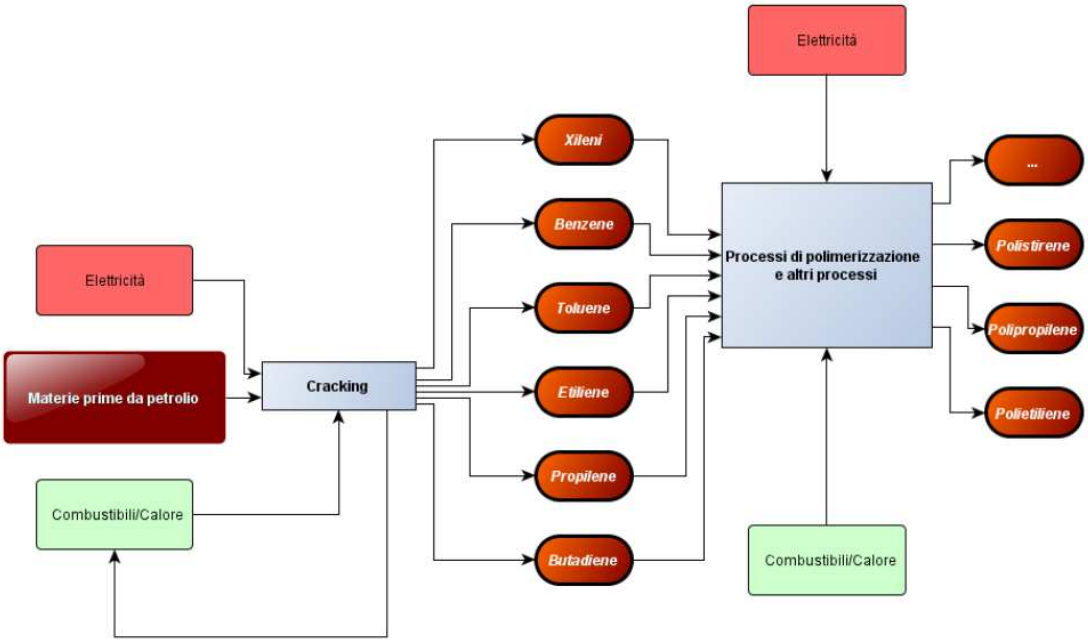


***Figura 50**: Schema semplificativo dei processi dell'industria chimico-organica[32]*

Per quanto riguarda la chimica a base inorganica, i processi risultano meno strettamente correlati, sebbene un ruolo piuttosto importante sia coperto dalla produzione di ammoniaca. Ad ogni modo non è possibile fornire un'unica rappresentazione semplificata dell'intero schema, le cui produzioni servono a soddisfare le domande finali, definite quantitativamente nel modello, dei seguenti prodotti: ammoniaca, urea, acido nitrico, nitrato d'ammonio, cloro, cloro, soda, fertilizzanti NPK. [9]

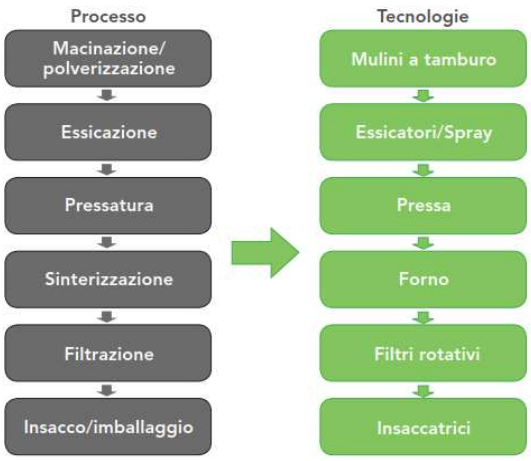


***Figura 51**: Principali fasi produttive dell'industria chimica e relative tecnologie[8]*

Nella Figura 51 sono rappresentati alcuni processi di chimica secondaria e le relative tecnologie utilizzate.

In riferimento ad essa i processi di macinazione, pressatura, filtrazione e confezionamento, sono processi che hanno usi esclusivamente elettrici, mentre l'essiccazione e la sinterizzazione hanno consumi soprattutto di termici, ossia di metano.

L'essiccazione avviene mediante l'aria calda prodotta da una centrale termica, mentre per la sinterizzazione avviene in forni di sinterizzazione che possono arrivare fino a 1.700°C.

A fronte della metodologia descritta nel capitolo 2.3.1 è stato possibile valutare l'incidenza dei vari comparti in media nel settore chimico farmaceutico, come indicato nella Tabella 42. L'incidenza dei compartimenti tecnologici verrà meglio evidenziata nella tabella riassuntiva riportata nell'Appendice 3.

***Tabella 42**: Ripartizione media dei consumi elettrici e di metano dei comparti tecnologici dell'industria chimico-farmaceutica*

Fase di processo	Comparto tecnologico	Incidenza sui consumi totali di	
		Energia elettrica [%]	Gas naturale [%]
Attività principali	-	**39%**	**20%**
Macinazione/polverizzazione /filtrazione	Motori elettrici	30%	
Sinterizzazione	Forno	5%	10%
Essiccazione	Centrale termica	2%	10%
Confezionamento (motori elettrici)	Motori elettrici	2%	
Servizi ausiliari	-	**58%**	**80%**
HVAC	Centrale termica, motori elettrici e gruppi frigo	32%	40%
Sistema di pompaggio	Motori elettrici	3%	-
Generatore di vapore	Generatore di vapore	2%	40%
Aria compressa	Aria compressa	19%	-
Sistemi di abbattimento	-	2%	-
Servizi	-	**3%**	**0%**
Illuminazione	Illuminazione	2%	-
Uffici e controllo qualità	-	1%	-
Totale	-	**100%**	**100%**

5.6 Industria di gomma, plastica e minerali non metallici

L'industria trentina di gomma, plastica e altri minerali non metallici, come precedentemente indicato nel capitolo 2.3.1 è stata distinta in tre sottoclassi.

- Industria di gomma e plastica [CG1],
- Industria di ceramica e vetraria [CG2],
- Industria di materiali da costruzione [CG3].

Dunque, l'industria denominata con il codice "CG" (in riferimento alla Tabella 3) rappresenta il quinto settore per consumo di energia elettrica in provincia di Trento, come visibile dalla Figura 28.

L'industria "CG", nel 2016, ha presentato a livello locale:

- circa 435 unità locali e 329 imprese [4],
- un fatturato di circa 702 milioni di € [4],
- consumi di energia elettrica di 92,5 GWh [5],
- consumi di metano di 20.340.593 Sm^3, stimati nel capitolo 4.

Le sottoclassi individuate verranno spiegate singolarmente nei seguenti sotto capitoli.

5.6.1 Industria di gomma e plastica

L'industria di gomma e plastica trentina, come precedentemente indicato nel capitolo 2.3.1 è caratterizzata principalmente dalla classe 22.2 di "fabbricazione di articoli in materie plastiche".

L'industria di gomma e plastica, nel 2016, ha presentato a livello locale:

- 68 imprese, [4]
- un fatturato di 410 milioni di €, [4]
- consumi di energia elettrica di 42,0 GWh, [5]
- consumi di metano di 3.423.767 Sm^3, stimati nel capitolo 4.

La ripartizione energetica tra metano e energia elettrica del settore in questione è stata introdotta al capitolo 4.2., ed è sinteticamente riportata nell'immagine sottostante.

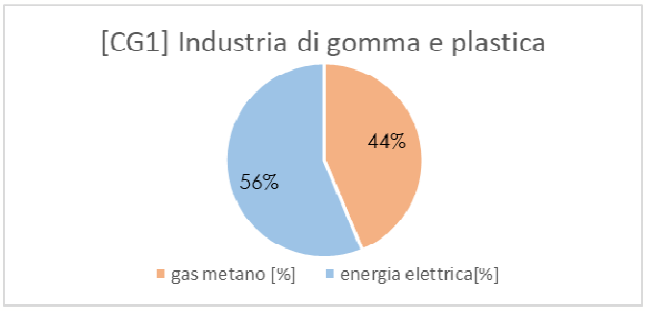


***Figura 52**: Ripartizione percentuale consumi di energia primaria delle industrie di gomma e plastica*

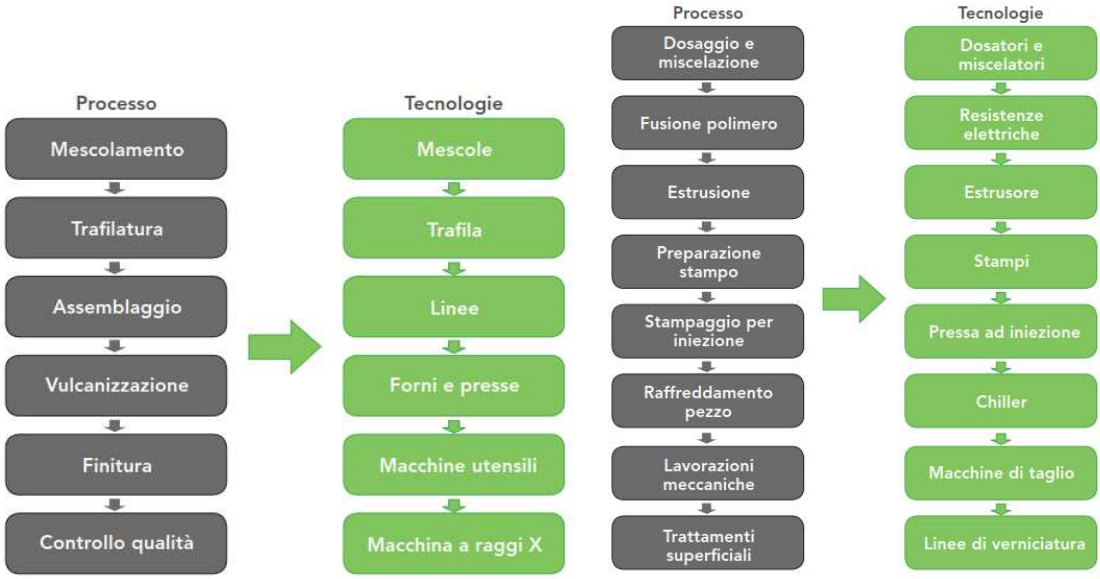


***Figura 53**: Principali fasi produttive della produzione di gomma (a sinistra) e plastica (a destra) e relative tecnologie[8]*

L'industria della gomma è sinteticamente strutturata come schematizzato a sinistra della Figura 53, dove l'assemblaggio avviene mentre lo pneumatico è ancora chiuso, mentre la vulcanizzazione viene svolta in serie e consiste in una cottura in pressione dello pneumatico crudo, utilizzando vapore. [8]

A livello locale si hanno principalmente industrie produttrici di plastica, il cui processo produttivo è sintetizzato a destra della Figura 53. La produzione di materiale plastico avviene a partire dal polimero sminuzzato che viene, dosato, miscelato e conferito tipicamente a delle presse ad iniezione. Esse attuano lo stampaggio, prima sciogliendo il polimero e poi pressandolo negli stampi che daranno la forma al prodotto. In seguito si ha un processo di raffreddamento del prodotto, interno alla macchina. Il prodotto finito subirà in seguito dei trattamenti superficiali, di cui i più comuni sono taglio e verniciatura.

Nella Tabella 43 sono sintetizzati i consumi di energia elettrica e di metano delle principali fasi delle industrie produttrici di materiali plastici, e i relativi comparti tecnologici di riferimento. La ripartizione percentuale dei comparti è riportata nell'Appendice 3.

***Tabella 43**: Ripartizione media dei consumi elettrici e di metano dei comparti tecnologici dell'industria di gomma e plastica [14]*

Fase di processo	Comparto tecnologico	Incidenza sui consumi totali di	
		Energia elettrica [%]	Gas naturale [%]
Attività principali	**-**	**62%**	**0%**
Lavorazione dei polimeri	Presse a iniezione	62%	-
Servizi ausiliari	**-**	**31%**	**0%**
Gruppi frigoriferi	Gruppo frigorifero	8%	-
Sistema di pompaggio	Motori elettrici	6%	-
Aria compressa	Aria compressa	10%	-
Caricabatterie	Caricabatterie	2%	-
Impianto del vuoto	Motori elettrici	5%	-
Servizi	**-**	**7%**	**100%**
Illuminazione	Illuminazione	3%	-
Uffici	-	2%	-
Climatizzazione invernale	Centrale termica	2%	100%
Totale		**100%**	**100%**

5.6.2 Industria ceramica e vetraria

L'industria di ceramica e vetraria trentina, come precedentemente indicato nel capitolo 2.3.1 è caratterizzata principalmente dalla classe 23.1 di "fabbricazione di vetro e prodotti in vetro" con quasi 25 imprese e seguita dalla classe 23.4 di "fabbricazione di altri prodotti in porcellana e ceramica" costituita da 10 imprese a livello locale.
L'industria di ceramica e vetraria, nel 2016, ha presentato a livello locale:

- 39 imprese, [4]
- un fatturato di 119 milioni di €, [4]
- consumi di energia elettrica di 33,2 GWh, [5]
- consumi di metano di 16.462.420 Sm^3, stimati nel capitolo 4.

La ripartizione energetica tra metano e energia elettrica del settore in questione è stata introdotta al capitolo 4.2., ed è sinteticamente riportata nell'immagine sottostante.

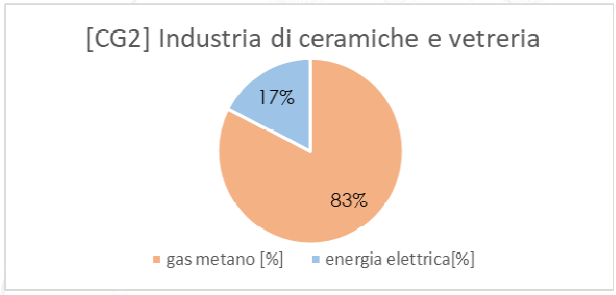


***Figura 54**: Ripartizione percentuale consumi di energia primaria delle industrie di ceramica e vetraria*

A fronte della diversa caratterizzazione dei processi produttivi di prodotti in ceramica e vetro, i due processi prodottivi verranno distinti, essi sono comunque in un certo senso assimilabili, per tipologia di macchinari utilizzati, quindi i loro consumi per comparto verranno uniti e "pesati", in modo da caratterizzare la ripartizione dei comparti dell'industria ceramica e vetraria unitamente.
Le percentuali risultanti verranno "pesate" sulla base dei consumi energetici delle due sottoclassi, essi sono stati ripartiti considerando che la ripartizione dei vettori energetici è la stessa per entrambe, e che solo il 35% di questa classe è caratterizzata da industrie di ceramica.
Nell'Appendice 3 è riportata la tabella dell'incidenza risultante dei comparti tecnologici sull'industria ceramica e vetraria.

Industria ceramica

Il gres porcellanato (ceramiche per piastrelle) rappresenta il prodotto più avanzato e maggiormente presente sul mercato. In generale, il ciclo tecnologico di fabbricazione delle piastrelle di ceramica può essere rappresentato come in immagine:

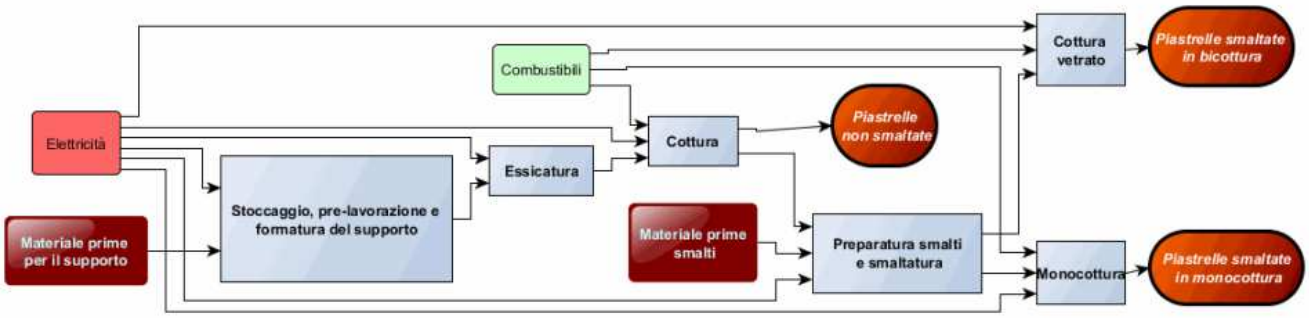


***Figura 55**: Schema semplificativo dei processi dell'industria ceramici[32]*

L'industria delle piastrelle di ceramica deve essere considerata come un'attività ad elevate richieste di energia, in particolare di energia termica. Il combustibile, più precisamente gas naturale, è utilizzato per le operazioni di essiccamento delle polveri per pressatura (atomizzazione) e del prodotto formato e per quelle di cottura.

I forni di cottura delle piastrelle sono nella grandissima maggioranza forni monostrato a rulli (forni cosiddetti "rapidi"), con un consumo specifico medio pari a 3,3 GJ/ton, ed in minima parte del tipo a tunnel (7,8 GJ/ton). Le fasi con maggior dispendio di energia sono sicuramente, come per i laterizi, la fase preliminare di preparazione delle materie prime e di essiccazione della piastrella "verde". In particolare, il consumo di energia elettrica varia in un intervallo pari a 0,18-0,83 GJ/ton di prodotto finito.

La fabbricazione di ceramica sanitaria segue un processo produttivo simile a quello di tutti gli altri prodotti ceramici; quella sanitaria si differenzia nel fatto che la smaltatura viene applicata direttamente sulla superficie di argilla cruda, passando solo in una fase successiva alla cottura in forno con temperatura normalmente tra 1200-1210°C per porcellana vetrificata e di circa 1220°C per terra refrattaria. [32]

Per la ceramica sanitaria, in media, i consumi elettrici dell'intero ciclo produttivo sono pari a 2,3 GJ/ton di prodotto finito, mentre per la ceramica da tavola e porcellana il consumo è pari a 4,5 GJ/ton di prodotto finito. [32]

La fase di cottura in forno è quella più dispendiosa energeticamente: per tale motivo gli interventi più consigliati e ricorrenti in questo settore riguardano l'installazione di recuperi di calore dal forno di cottura. [9]

***Tabella 44**: Ripartizione media dei consumi elettrici e di metano dei comparti tecnologici dell'industria ceramica*

Fase di processo	Comparto tecnologico	Incidenza sui consumi totali	
		Elettrici [%]	Termici [%]
Attività principali	**-**	**66%**	**100%**
Reparto preparazione impasto (macinazione e atomizzazione)	Motori elettrici e centrale termica	37%	40%
Formatura (presse)	Motori elettrici	10%	-
Essiccazione (ad aria calda)	Centrale termica	5%	8%
Cottura (forni) e linea post cottura	Forni	7%	52%
Preparazione smalti e smaltatura	Motori elettrici	7%	-
Servizi ausiliari	**-**	**29%**	**0%**
Filtri e sistemi di aspirazioni	Motori elettrici	6%	
Sistema di pompaggio (acqua)	Motori elettrici	6%	-
Aria compressa (movimentazioni pneumatiche)	Aria compressa	15%	-
Caricabatterie	Caricabatterie	2%	-
Servizi	**-**	**5%**	**0%**
Illuminazione	Illuminazione	3%	-
Uffici	-	2%	-
Totale	**-**	**100%**	**100%**

Industria vetraria

Il ciclo di produzione del vetro industriale può essere schematizzato come mostrato in figura.

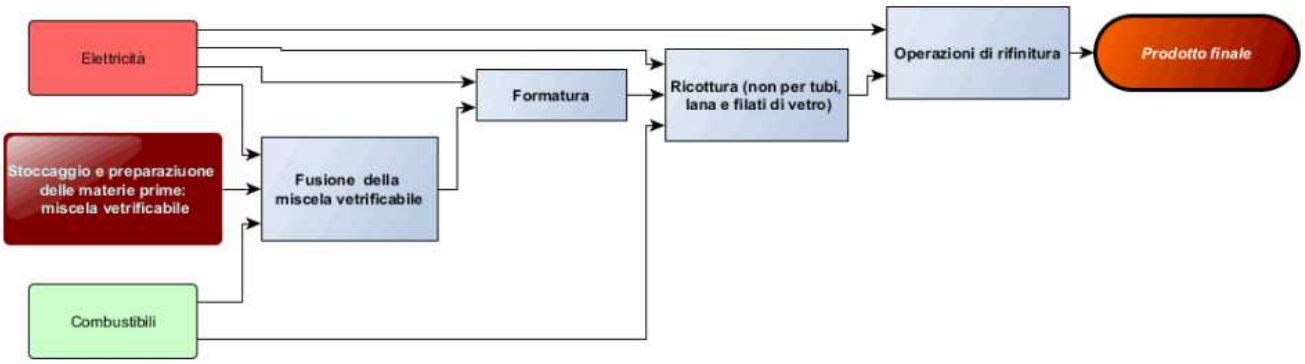


***Figura 56**: Schema semplificativo dei processi dell'industria vetraria[32]*

L'industria del vetro è caratterizzata da elevati consumi energetici, dovuti principalmente al processo di fusione che può assorbire da un minimo del 50% a circa l'80% dei consumi totali.

Allo scopo di aumentare l'efficienza termica del processo di fusione l'aria comburente viene preriscaldata a spese del calore dei fumi di combustione. I sistemi di preriscaldamento possono essere di tipo recuperativo, ovvero con recupero di calore mediante scambiatori metallici o ceramici, o di tipo rigenerativo, dotati di camere in materiale refrattario per il recupero di calore (rigeneratori).

Altri consumi energetici importanti sono relativi alla fase di ricottura del vetro ed alla movimentazione dell'aria compressa di processo o ventilata di raffreddamento mediante ventilatori.

In Italia, l'80% circa della produzione di vetro industriale è ottenuta mediante combustione con metano. L'impiego di altro combustibile fossile si limita all'uso di olio BTZ. L'energia elettrica viene impiegata sia per l'alimentazione di ventilatori, compressori e altri servizi, che per fornire calore ausiliario durante la fusione, sottoforma di "boosting elettrico". [32]

Il riscaldamento totalmente elettrico per il processo di fusione del vetro è limitato alla produzione di vetri speciali e per capacità produttive ridotte (5-150 ton/giorno).

L'utilizzo dell'energia nel processo di produzione del vetro, in particolar modo dell'energia termica proveniente da combustibili fossili, non avviene secondo parametri costanti per ogni

fase della lavorazione. Il maggior assorbimento, in quantità stimabili dal 70% all'80%, si registra nella fase di fusione e formatura. Il restante 20-30% del consumo globale è prevalentemente costituito da energia elettrica, principalmente usata per la preparazione della miscela vetrificabile, l'alimentazione dei compressori, dei ventilatori, degli aspiratori, dei dispositivi di movimentazione robotica e per l'illuminazione degli ambienti. In Italia la quasi totalità della produzione di vetro avviene utilizzando bruciatori a gas metano; i forni elettrici sono limitati a basse capacità produttive o a produzione di vetri speciali. [32]

Nella figura sottostante uno schema rappresenta le percentuali di consumo di energia elettrica e di energia termica per macrosettore e singolo comparto/fase del processo produttivo.

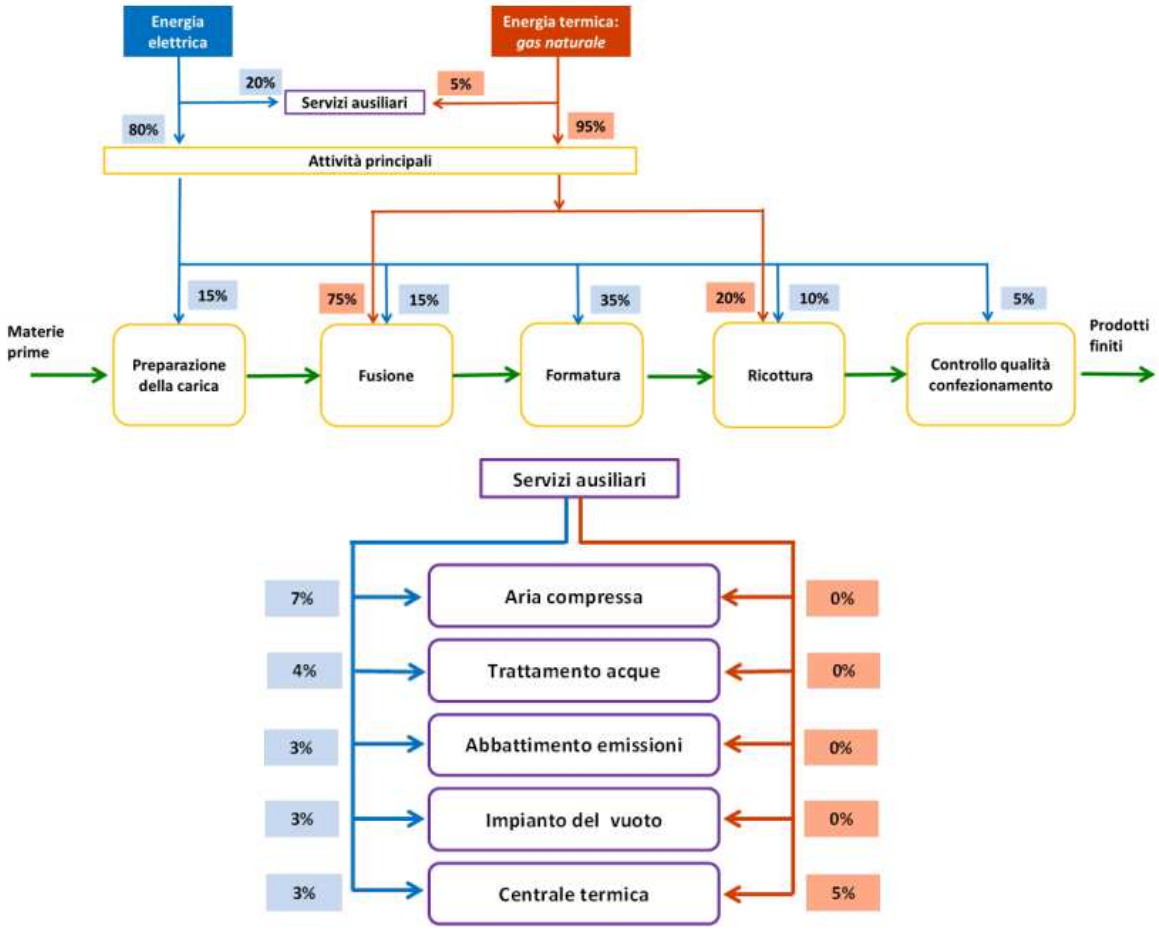


***Figura 57**: Flussi energetici nel processo produttivo dell'industria vetraria[32][9]*

Come precedentemente introdotto nella metodologia nel capitolo 2.3.1, la ripartizione dei consumi è stata effettuata in riferimento alla Figura 57.

***Tabella 45**: Ripartizione media dei consumi elettrici e di metano dei comparti tecnologici nell'industria vetraria*

Fase del processo	Comparto tecnologico	Incidenza sui consumi totali	
		Elettrici [%]	Termici [%]
Attività principali	-	**75%**	**95%**
Preparazione della carica	Motori elettrici	15%	-
Fusione	Forni	15%	75%
Formatura	Motori elettrici	35%	-
Ricottura	Forni	10%	20%
Servizi ausiliari	-	**20%**	**5%**
Aria compressa	Aria compressa	7%	-
Trattamento acque	Motori elettrici	4%	-
Abbattimento emissioni	Motori elettrici	3%	-
Impianto del vuoto	Motori elettrici	3%	-
Generazione di calore	Centrale termica	3%	5%
Confezionamento	Motori elettrici	2%	
Servizi	-	**4%**	**0%**
Illuminazione	Illuminazione	1%	-
Uffici di controllo qualità	-	2%	-
Totale	-	**100%**	**100%**

5.6.3 Industria dei materiali da costruzione

L'industria dei materiali da costruzione trentina, come precedentemente indicato nel capitolo 2.3.1 è caratterizzata principalmente dalla classe 23.7 di "Taglio, modellatura e finitura di pietre".
L'industria di ceramica e vetraria, nel 2016, ha presentato a livello locale:

- 222 imprese, [4]
- un fatturato di 173 milioni di €, [4]
- consumi di energia elettrica di 17,3 GWh, [5]
- consumi di metano di 454.406 Sm^3, stimati nel capitolo 4.

La ripartizione energetica tra metano e energia elettrica del settore in questione è stata introdotta al capitolo 4.2., ed è sinteticamente riportata nell'immagine sottostante.

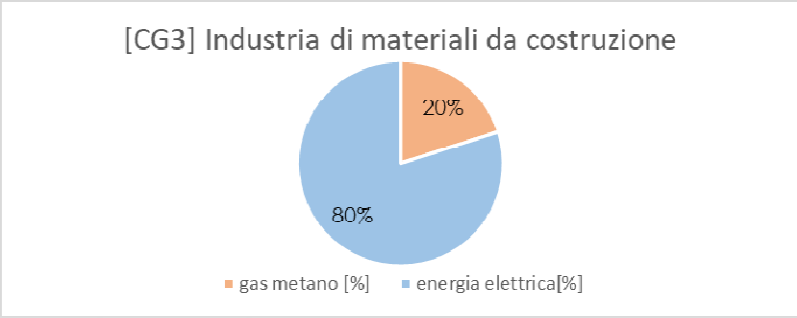


***Figura 58**: Ripartizione percentuale consumi di energia primaria dell'industria materiali da costruzione*

Come emerge dalla Tabella 13, le sottoclassi merceologiche più rilevanti, a livello di incidenza sul numero totale di imprese, sono dovute per il 51% da lavorazioni consistenti da taglio modellatura e finitura di pietre, appartenenti alla classe 23.7 (la più presente in termini di numero di imprese) e per il 39% da industrie produttrici di prodotti in cemento, calce e gesso, che come dai dati in Appendice 2, presenta 29 imprese.
Energeticamente è dunque più rilevante la produzione di prodotti in cemento, mentre a causa dell'elevata presenza sul territorio si evidenziano consumi rilevanti da parte delle lavorazioni di taglio, modellazione e finitura di pietre. In generale, entrambi i processi produttivi si basano principalmente su motori elettrici:

- per la fabbricazione di prodotti in cemento si hanno impianti composti da vibropresse, ascensori, discensori, linee di trasporto, navette di trasporto per i magazzini di maturazione e pinze per cubaggi materiali

- per le lavorazioni su pietre, i macchinari principalmente utilizzati sono macchine per taglio pietre in continuo e levigatrici.

Come precedentemente introdotto nella metodologia nel capitolo 2.3.1, la ripartizione dei consumi è stata sintetizzata nella Tabella 46.

Nell'Appendice 3 è riportata una tabella riassuntiva dell'incidenza dei comparti tecnologici sui vettori energetici.

***Tabella 46**: Ripartizione media dei consumi elettrici e di metano dei comparti tecnologici nell'industria dei materiali da costruzione*

Fase del processo	Comparto tecnologico	Incidenza sui consumi totali di	
		Energia elettrica [%]	Gas naturale [%]
Attività principali	-	**61%**	**0%**
Fabbricazione prodotti in cemento (vibropresse, carriponte)	Motori elettrici	32%	-
Lavorazioni su pietre (tagliatrici in continuo e levigatrici)	Motori elettrici	29%	-
Servizi ausiliari	-	**30%**	**70%**
Aria compressa	Aria compressa	17%	-
Aspirazione	Motori elettrici	5%	
Sistema di pompaggio	Motori elettrici	3%	-
Generatore di vapore	Generatore di vapore	3%	70%
Caricabatterie	Caricabatterie	2%	
Servizi	-	**9%**	**30%**
Illuminazione	Illuminazione	2%	-
Uffici	-	1%	-
Climatizzazione estiva e invernale	Gruppo frigorifero e centrale termica	6%	30%
Totale	-	**100%**	**100%**

5.7 Industria metalmeccanica ed elettronica

L'industria trentina di metalmeccanica ed elettronica, come precedentemente indicato nel capitolo 2.3.2 è stata distinta in tre sottoclassi.

- Industria metallurgica [CH1.1],
- Industria meccanica [CH1.2],
- Industria elettronica [CH2].

Dunque, l'industria denominata con il codice "CH" (in riferimento alla Tabella 3) rappresenta il secondo settore per consumo di energia elettrica in provincia di Trento, come visibile dalla Figura 28.

L'industria "CH", nel 2016, ha presentato a livello locale:

- circa 956 unità locali e 913 imprese [4],
- un fatturato di circa 2.509 milioni di € [4],
- consumi di energia elettrica di 368,1 GWh [5],
- consumi di metano di 54.864.842 Sm^3, stimati nel capitolo 4.

Le sottoclassi individuate verranno spiegate singolarmente nei paragrafi sottostanti, l'incidenza dei comparti tecnologici verrà riassunta nell'Appendice 3.

5.7.1 Industria metallurgica

L'industria metallurgica trentina, come precedentemente indicato nel capitolo 2.3.2 è caratterizzata principalmente dalle classi 25.1 di "fabbricazione di elementi da costruzione in metallo" e 25.6 "trattamento e rivestimento dei metalli, lavori di meccanica generale".

L'industria metallurgica, nel 2016, ha presentato a livello locale:

- circa 577 unità locali e 591 imprese [4],
- un fatturato di circa 955 milioni di € [4],
- consumi di energia elettrica di 115,0 GWh, [5]
- consumi di metano di 11.098.518 Sm^3, stimati nel capitolo 4.

La ripartizione energetica tra metano e energia elettrica del settore in questione è stata introdotta al capitolo 4.2., ed è sinteticamente riportata nell'immagine sottostante.

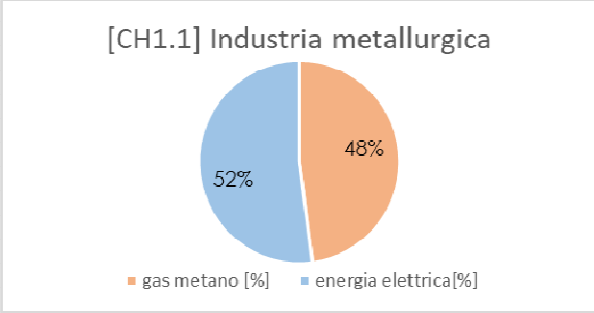


***Figura 59**: Ripartizione percentuale consumi di energia primaria dell'industria metallurgica*

Come appena introdotto i processi produttivi di questa categoria di industrie a livello provinciale si concentra principalmente sulla fabbricazione di prodotti metallici e sul loro trattamento e rivestimento. Verranno qui dunque analizzate le fasi del processo produttivo e i consumi dei comparti verranno calcolati sulla base di quanto descritto nella metodologia nel capitolo 2.3.2.

La produzione di prodotti in materiali metallici rifiniti segue in genere i seguenti fasi:

- Nella produzione dei prodotti metallici si distinguono le seguenti sotto-fasi:
  - La linea di taglio ha la funzione di creare, da una singola bobina di lamiera in ingresso (provenienti dalle acciaierie) in bobine delle misure idonee alle varie linee di produzione.
  - La profilatura, partendo dai coils di acciaio precedentemente tagliati, si occupano di srotolarli e raddrizzarli mediante profile.
  - La pressatura è la fase in cui il pezzo viene inviato alle presse per lo stampaggio a freddo, dove prendono forma i componenti.
  - Nella linea di saldatura laser vengono saldati i componenti stampati separatamente, al fine di formare il prodotto finito. Questa linea è sempre munita di un sistema di aspirazione e di un filtro di abbattimento.
- Nel trattamento e rivestimento di metalli si distinguono le seguenti sotto-fasi:
  - I pretrattamenti chimici, che consistono principalmente in sgrassaggio, disossidazione e fosfatazione e conseguente lavaggio e passivazione della superficie.
  - La successiva asciugatura è ottenuta con un'adeguata permanenza del manufatto nel forno di asciugatura e successiva verniciatura.
  - La polimerizzazione è ottenuta con un adeguata permanenza del manufatto nel forno di pirolizzazione. Questa operazione consente la fusione della polvere e la sua stabile aderenza al manufatto verniciato.
  - Ed infine di ha il confezionamento del prodotto finito confezionamento.

A fronte della metodologia spiegata nel capitolo 2.3.2 è stato possibile individuare i consumi dei comparti individuati, sintetizzati nella Tabella 47.

Nell'Appendice 3 è riportata una tabella riassuntiva dell'incidenza dei comparti tecnologici sui vettori energetici.

***Tabella 47**: Ripartizione media dei consumi elettrici e di metano dei comparti tecnologici dell'industria metallurgica*

Fase di processo	Comparto tecnologico	Incidenza sui consumi totali di	
		Energia elettrica [%]	Gas naturale [%]
Attività principali	-	**68%**	**95%**
Linea di taglio/profilatura /pressatura/saldatura laser	Motori elettrici	35%	-
Linea di verniciatura	Motori elettrici	30%	-
Forni di asciugatura e pirolitici	Forni	3%	95%
Servizi ausiliari	-	**23%**	**0%**
Aria compressa	Aria compressa	19%	-
Aspirazione	Motori elettrici	1%	-
Caricabatterie	Caricabatterie	3%	-
Servizi	-	**9%**	**5%**
Illuminazione	Illuminazione	5%	-
Uffici	-	2%	-
Climatizzazione invernale e estiva	Centrale termica	2%	5%
Totale	-	**100%**	**100%**

5.7.2 Industria meccanica

L'industria meccanica trentina, come precedentemente indicato nel capitolo 2.3.1 è caratterizzata principalmente dalle classi 28.2 di "fabbricazione di macchine di impiego generale" e 28.9 di "fabbricazione di macchine per impieghi speciali".
L'industria meccanica, nel 2016, ha presentato a livello locale:

- circa 268 unità locali e 224 imprese [4],
- un fatturato di circa 1.329 milioni di € [4],
- consumi di energia elettrica di 246,0 GWh, [5]
- consumi di metano di 43.166.679 Sm^3, stimati nel capitolo 4.

La ripartizione energetica tra metano e energia elettrica del settore in questione è stata introdotta al capitolo 4.2., ed è sinteticamente riportata nell'immagine sottostante.

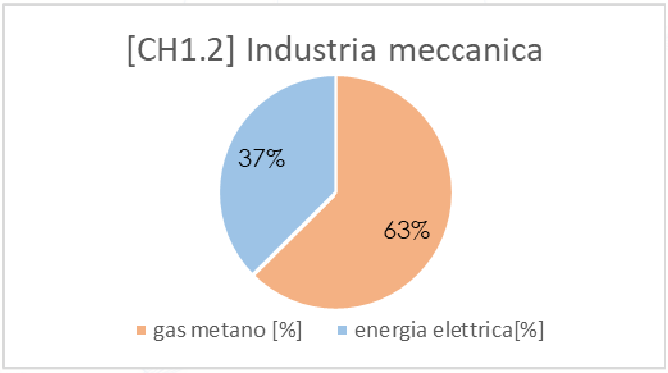


***Figura 60**: Ripartizione percentuale consumi di energia primaria dell'industria metallurgica*

Il settore meccanico, come molti altri settori, presenta una forte diversificazione di processo produttivo a seconda della tipologia di prodotto finale. Lo schema seguente si riferisce soltanto alle fasi produttive comuni dell'industria automotive, non potendo essere esaustivo delle varietà di processi produttivi del panorama industriale, che si differenziano a partire dalla tipologia di materia prima utilizzata.

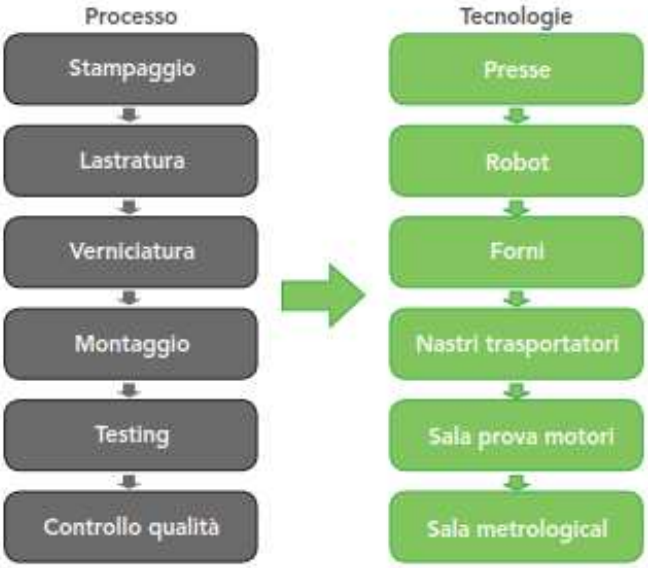


Figura 61: *Principali fasi produttive dell'industria automotive e relative tecnologie[8]*

Il processo produttivo di gesto genere di industrie, come raffigurato in Figura 61, si compone ingenerale delle seguenti fasi: [9]

- Stampaggio: in questo reparto delle presse (si può avere pressatura a caldo o a freddo) trasformano i rotoli di metallo nei pezzi che compongono la struttura del macchinario. Questa procedura è spesso automatizzata, oltre che per velocizzare il processo di produzione, anche per garantire una maggior qualità del prodotto finito.
- Lastratura: questa fase consiste nell'operazione di assemblaggio delle varie parti di lamiera, tale reparto è talvolta presidiato da robot, oppure si può avere l'assemblaggio manuale. La fase di lastratura include la formazione di giunzioni tra i componenti formati nella fase precedente. Tali giunzioni avvengono per incollaggio o per saldatura.
- Verniciatura: in questa fase del ciclo produttivo i componenti affrontano una serie di lavaggi consecutivi per sgrassare in profondità ogni lamiera:
    - Pretrattamento: consiste nell'asportazione di tutte le sostanze presenti sulla superficie metallica del componente lastrato, mediante immersione in vasche contenenti soluzioni acquose di Sali, tensioattivi ed acidi. Questa operazione ha inoltre la finalità di aumentare la superficie di ancoraggio della vernice applicata nella fase successiva.
    - Cataforesi: trattamento antiruggine mediante immersione del componente in una soluzione acquosa contenente resine, acidi organici, pigmenti e solventi che vengono elettro-depositati sull'intera superficie.

- Sigillatura: operazione di spalmatura di protettivo sigillante a protezione delle giunzioni delle lamiere.
- Asciugatura: è ottenuta con un'adeguata permanenza del manufatto nel forno di asciugatura.
- Verniciatura (vera e propria): consiste nella spruzzatura di vernice, che conferirà il colore di "fondo", avviene in un apposito spazio confinato, con sistema automatico munito di pistole elettrostatiche (e talvolta con spruzzatura manuale con aerografo, per piccoli ritocchi).
- Polimerizzazione: è ottenuta con un'adeguata permanenza del manufatto nel forno di polimerizzazione, al fine di stabilizzare la vernice.
- Successivamente talvolta viene applicato lo smalto protettivo.

- In seguito si ha la fase di montaggio, che può avvenire manualmente o mediante robot programmati.

A fronte della metodologia spiegata nel capitolo 2.3.2 è stato possibile individuare i consumi dei comparti individuati, sintetizzati nella Figura 51.

Nell'Appendice 3 è riportata una tabella riassuntiva dell'incidenza dei comparti tecnologici sui vettori energetici.

***Tabella 48**: Ripartizione media dei consumi elettrici e di metano dei comparti tecnologici dell'industria meccanica*

Fase di processo	Comparto tecnologico	Incidenza sui consumi totali di	
		Energia elettrica [%]	Gas naturale [%]
Attività principali	-	**68%**	**95%**
Stampaggio e lastratura (saldatura)	Motori elettrici	33%	-
Linea di verniciatura	Motori elettrici	30%	-
Forni di asciugatura e pirolitici	Forni	3%	80%
Servizi ausiliari	-	**23%**	**0%**
Aria compressa	Aria compressa	17%	-
Aspirazione	Motori elettrici	3%	-
Caricabatterie	Caricabatterie	3%	-
Servizi	-	**9%**	**20%**
Illuminazione	Illuminazione	5%	-
Uffici	-	2%	-
Climatizzazione invernale e estiva	Gruppo frigorifero e centrale termica	4%	20%
Totale	-	**100%**	**100%**

5.7.3 Industria elettronica

L'industria elettronica trentina, come precedentemente indicato nel capitolo 2.3.1 è caratterizzata principalmente dalla classe 22.2 di "fabbricazione di articoli in materie plastiche".

L'industria elettronica, nel 2016, ha presentato a livello locale:

- circa 111 unità locali e 98 imprese [4],
- un fatturato di circa 225 milioni di € [4],
- consumi di energia elettrica di 7,1 GWh, [5]
- consumi di metano di 599.645 Sm^3, stimati nel capitolo 4.

La ripartizione energetica tra metano e energia elettrica del settore in questione è stata introdotta al capitolo 4.2., ed è sinteticamente riportata nell'immagine sottostante.

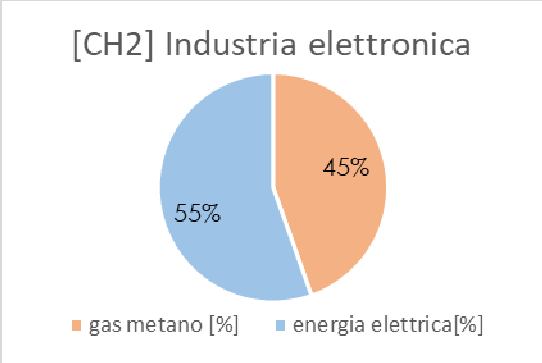


***Figura 62**: Ripartizione percentuale consumi di energia primaria dell'industria metallurgica*

L'industria elettronica è principalmente caratterizzata da consumi di energia elettrica, infatti essa è costituita principalmente dalla linea produttiva ossia dall'assemblaggio dei componenti elettronici. Il consumo di gas metano (termico) è attribuibile non solo al riscaldamento ambientale, ma soprattutto ai forni di essiccazione che hanno lo scopo di provvedere alla totale asportazione dell'umidità presente.

Conformemente alla metodologia descritta nel capitolo 2.3.1, si è identificata la ripartizione dei consumi di energia elettrica e termica tra i comparti tecnologici presenti tipicamente in tale tipologia di industrie.

Nell'Appendice 3 è riportata una tabella riassuntiva dell'incidenza dei comparti tecnologici sui vettori energetici.

***Tabella 49**: Ripartizione media dei consumi elettrici e di metano dei comparti tecnologici dell'industria elettronica*

Fase di processo	Comparto tecnologico	Incidenza sui consumi totali di	
		Energia elettrica [%]	Gas naturale [%]
Attività principali	-	**40%**	**76%**
Linea produttiva	Motori elettrici	25%	-
Forni di essiccazione	Forni	15%	76%
Servizi ausiliari	-	**16%**	**0%**
Aria compressa	Impianto aria compressa	5%	-
Aspirazione	Motori elettrici	4%	-
Impianto del vuoto	Motori elettrici	4%	-
Caricabatterie	Caricabatterie	3%	-
Servizi	-	**44%**	**24%**
Illuminazione	Illuminazione	12%	-
Uffici	-	2%	-
Climatizzazione invernale e estiva	Centrale termica e gruppo frigorifero	30%	24%
Totale	-	**100%**	**100%**

5.8 Industria di altro manifatturiero

L'industria di altro manifatturiero trentina, come precedentemente indicato nel capitolo 2.3.2 è caratterizzata principalmente dalla classe 33.1 di "riparazione e manutenzione di prodotti in metallo, macchine ed apparecchiature".

L'industria del restante manifatturiero, in generale, nel 2016, ha presentato a livello locale:

- circa 500 unità locali (487 imprese), [4]
- un fatturato di 214,5 milioni di €, [4]
- consumi di energia elettrica di 6,6 GWh, [5]
- consumi di metano di 681.074 Sm^3, stimati nel capitolo 4.

In termini di energia primaria la ripartizione dei consumi è riportata nell'immagine sottostante, essa emerge dalle considerazioni nel capitolo 4.2.

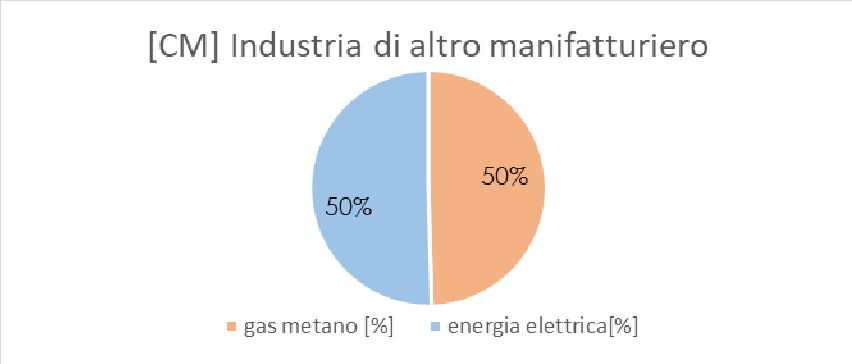


***Figura 63**: Ripartizione percentuale consumi di energia primaria dell'industria di altro manifatturiero*

Per mancanza di dati su cui effettuare la ripartizione dei consumi nei comparti tecnologici e vista la bassa rilevanza degli stessi, l'analisi dei processi produttivi coinvolti non è stata trattata.

6 POTENZIALE TEORICO DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI

Nel presente capitolo sono analizzati lo stato di fatto ed i possibili scenari di evoluzione dei consumi energetici dell'industria trentina, a partire dall'anno di baseline 2016 e fino al 2030.

6.1 Efficienza energetica: l'ammodernamento tecnologico dei processi produttivi

6.1.1 Aspetti introduttivi

È plausibile considerare che le industrie energivore (tipicamente industrie cartarie, del chimico-farmaceutico e metallurgiche), che presentano elevati consumi e conseguentemente costi dei vettori energetici, siano i più virtuosi nell'aggiornamento dei macchinari, con l'obiettivo appunto di ridurre tali costi, la maggior parte di queste aziende sono anche supportate dall'obbligo di diagnosi.

Nella Tabella 51 è riportata l'incidenza dei consumi energetici sul fatturato. I costi energetici sono stati calcolati sulla base dei consumi per classe e trasformati in costi mediante i prezzi medi del vettore energetico in Tabella 50.

Dalla Tabella 51 emerge che i costi energetici sono rilevanti soprattutto per le industrie di carta e stampa, industria chimico-farmaceutica e l'industria di ceramica e vetraria e di materiali da costruzione e meccanica, tali classi probabilmente sono già intervenuti negli interventi di efficientamento energetico, soprattutto su suggerimento delle diagnosi.

***Tabella 50**: Prezzi unitari medi dei vettori energetici*

Prezzi unitari dei vettori energetici		
Energia elettrica	0,15	[€/kWh]
Gas naturale	0,35	[€/Sm^3]

***Tabella 51**: Peso dei costi energetici sul fatturato, dati riferiti all'anno di baseline 2016*

CLASSI MERCEOLOGICHE		Fatturato [€]	Costi energetici [€]	Costi energetici sul fatturato [%]
INDUSTRIA ALIMENTARE	CA	1.680.314.272	25.137.037	1,4%
INDUSTRIA TESSILE	CB	500.006.757	12.270.039	2,5%
INDUSTRIA DI CARTA E STAMPA	CC1	1.006.185.467	121.738.596	12%
INDUSTRIA DI LEGNO E MOBILIO	CC2	442.285.362	7.137.958	1,6%
INDUSTRIA CHIMICO-FARMACEUTICA	CE	872.206.613	41.120.327	4,7%
INDUSTRIA DI GOMMA E PLASTICA	CG1	410.538.950	7.498.318	1,8%
INDUSTRIA DI CERAMICA E VETRARIA E DI MATERIALI DA COSTRUZIONE	CG2,3	291.690.915	13.483.402	3,8%
INDUSTRIA METALLURGICA	CH1.1	955.295.833	21.134.481	2,2%
INDUSTRIA MECCANICA	CH1.2	1.329.564.270	52.008.338	3,9%
INDUSTRIA ELETTRONICA	CH2	224.609.060	1.274.876	0,5%

6.1.2 Individuazione del potenziale massimo di risparmio energetico e aspetti economici

Per ogni classe merceologica si sono individuatii consumi energetici suddivisi per i diversi compartitecnologici e si è stimato il risparmio energetico massimo raggiungibile a seguito dell'efficientamento di ogni singolo comparto tecnologico (Appendice 3). Tale ripartizione risulta dalle elaborazioni e considerazioni descritte nel capitolo 5, nell'Appendice 3 ne sono riportati i risultati finali per ogni classe.

In Tabella 52si sono riassunte le percentuali massime di risparmio energetico per ogni singola classe merceologica. Tali percentuali sono state ottenute come somma delle percentuali di risparmio ottenibili dai singoli interventi di efficienza riportati in Tabella 81 considerando l'incidenza del consumo energetico di ogni singolo comparto tecnologico sul consumo totale della specifica classe merceologica.

Il risparmio massimo di energia primaria è stato ottenuto applicando la percentuale massima di risparmio ai consumi energetici registrati nell'anno di baseline 2016.

***Tabella 52**: percentuali di massimo risparmio erisparmio annuomassimo di energia primaria conseguibile rispetto all'anno di baseline 2016*

CLASSI MERCEOLOGICHE		Consumo di energia primaria 2016 [TEP]	Percentuale massima di risparmio [%]	Risparmio massimo di energia primaria [TEP]	Risparmio economico associato interventi [€]	Riduzione della CO_2 associata [tCO_2]
CA	INDUSTRIA DI CARTA E STAMPA	150.275	22%	32.571	23.185.146	94.310
CH1.2	INDUSTRIA MECCANICA	56.510	32%	18.231	12.262.573	51.511
CE	INDUSTRIA CHIMICO-FARMACEUTICA	45.448	23%	10.323	7.720.702	30.557
CA	INDUSTRIA ALIMENTARE	25.961	24%	6.139	4.851.910	18.637
CH1.1	INDUSTRIA METALLURGICA	18.980	33%	6.338	4.851.079	18.959
CG2	INDUSTRIA DI CERAMICA E VETRARIA	16.338	33%	5.325	2.738.182	13.537
CB	INDUSTRIA TESSILE	12.626	18%	2.296	1.991.882	7.288
CG1	INDUSTRIA DI GOMMA E PLASTICA	6.416	33%	2.096	2.693.667	8.217
CC2	INDUSTRIA DI LEGNO E MOBILIO	5.493	26%	1.434	1.271.442	4.600
CG3	INDUSTRIA DI MATERIALI DA COSTRUZIONE	1.860	24%	455	497.177	1.627
B	INDUSTRIA ESTRATTIVA	1.988	-	-	-	-
CH2	INDUSTRIA ELETTRONICA	1.102	25%	278	234.924	871
CM	INDUSTRIA ALTRO MANIFATTURIERO	1.125	-	-	-	-
INDUSTRIA TRENTINA		**344.121**	**24,8%**	**85.487**	**62.298.682**	**250.114**

Si evidenzia che, a livello della Provincia Autonoma di Trento, la percentuale massima di risparmio energetico relativa all'insieme di tutte le classi merceologiche è pari al 24,8%, si riferisce ad una media "pesata" sul consumo di energia primaria di ogni singola classe merceologica.

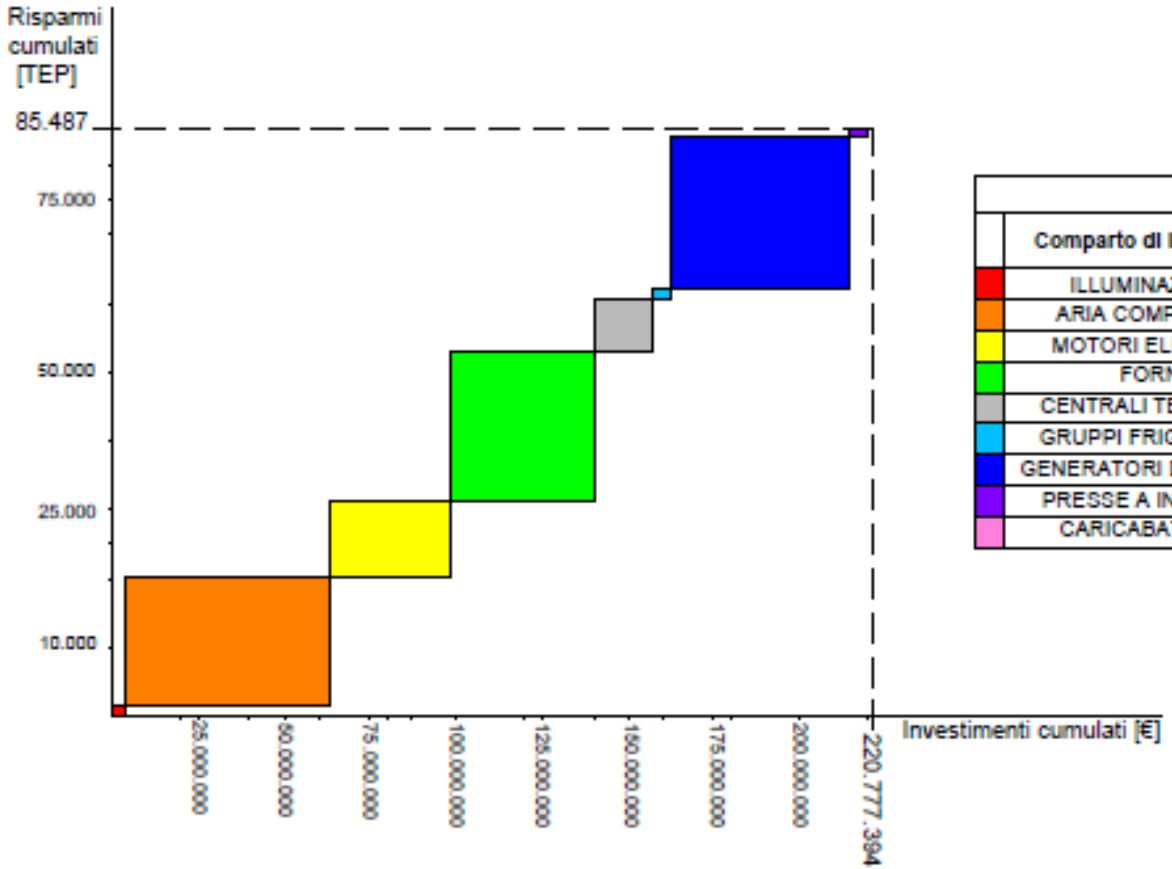
A causa della indisponibilità di dati specifici, non sono state valutate le potenzialità di risparmio energetico per l'industria estrattiva e delle altre attività manifatturiere diverse da quelle elencate. Il loro peso in termini di risparmio energetico risulta pressoché trascurabile essendo caratterizzate da un consumo di energia primaria decisamente inferiore rispetto alle altre classi merceologiche qui trattate.

Nell'ultima colonna della Tabella 52 sono riportati i risparmi in termini economici, connessi ad interventi di efficienza energetico, per ogni classe merceologica. Tale risparmio è stato valutato ipotizzando un prezzo medio dei vettori energetici per utenze industriali, i costi unitari ipotizzati sono riassunti nellaTabella 50.

Per il raggiungimento del risparmio massimo di energia primaria pari a 85.487 TEP, sarebbe necessario un sostanziale sforzo economico da parte delle imprese dell'industria trentina per intraprendere gli interventi di efficientamento. Nella Figura 64 sono rappresentati i massimi risparmi di energia primaria conseguibili e i rispettivi costi di investimento per comparto tecnologico. Nella figura i comparti tecnologici sono rettangoli ordinati per tempo di ritorno dell'intervento. Il lato verticale del rettangolo corrisponde al range dei risparmi previsti intervenendo sul comparto rappresentato, mentre il lato orizzontale raffigura l'investimento necessario per raggiungere quel il risparmio corrispondente. Le lunghezze dei lati rappresentano il massimo risparmio e investimento per comparto tecnologico, precedentemente valutato sulla base delle ipotesi fatte nell'elaborazione dello scenario di massimo risparmio di baseline 2016. Sono possibili anche risparmi intermedi, e conseguentemente costi di investimenti intermedi, ottenibili riducendo proporzionalmente i lati.

Nelle tabelle, dalla Tabella 53 alla Tabella 58, verranno analizzate mediante due tabelle le potenzialità di risparmio economico, le potenzialità di risparmio di energia primaria e le potenziali riduzioni delle emissioni di anidride carbonica.

Dalle tabelle sottostanti emerge la convenenza di intervenire su alcuni comparti tecnologici, per convenienza economica, riduzione dei consumi e delle emissioni.I comparti tecnologici che determinano i maggiori risparmi per ogni classe, risultano aria compressa, motori elettrici e ove presenti i forni e generatori di vapore.



Legenda		
	Comparto di Intervento	Tempo di ritorno medi [anni]
	ILLUMINAZIONE	3,0
	ARIA COMPRESSA	4,0
	MOTORI ELETTRICI	4,0
	FORNI	4,5
	CENTRALI TERMICHE	5,0
	GRUPPI FRIGORIFERI	5,5
	GENERATORI DI VAPORE	5,5
	PRESSE A INIEZIONE	6,0
	CARICABATTERIE	10,0

***Figura 64**: Risparmi di energia primaria e costi di investimenti per comparto tecnologico secondo lo scenario di massimo risparmio*

***Tabella 53**:Contributo percentuale sui **risparmi economici**conseguibili,dall'intervento sui vari comparti per classe merceologiche*

Classe merceologica		Comparti tecnologici									
		Illuminazione	Aria compressa	Motori elettrici	Forni	Centarle termica	Gruppi frigoriferi	Generatori di vapore	Presse a iniezione	Caricabatterie	Risparmi economici totali [€]
CA	Industria alimentare	7%	25%	21%	7%	8%	18%	13%	0%	1%	100% 4.851.910
CB	Industria tessile	2%	10%	58%	0%	29%	1%	0%	0%	0%	100% 1.991.882
CC1	Industria di carta e stampa	3%	27%	33%	0%	1%	1%	34%	0%	0%	100% 23.185.146
CC2	Industria di legno e mobilio	4%	21%	47%	20%	2%	2%	0%	0%	3%	100% 1.271.442
CE	Industria chimico-farmaceutica	3%	25%	32%	6%	14%	7%	12%	0%	0%	100% 7.720.702
CG1	Industria di gomma e plastica	3%	8%	4%	0%	8%	4%	0%	73%	0%	100% 2.693.667
CG2	Industria di ceramica e vetraria	1%	6%	17%	67%	8%	0%	0%	0%	0%	100% 2.738.182
CG3	Industria di materiali da costruzione	5%	31%	54%	0%	2%	3%	4%	0%	1%	100% 497.177
CH1.1	Industria metallurgica	8%	24%	35%	30%	1%	1%	0%	0%	1%	100% 4.851.079
CH1.2	Industria meccanica	7%	18%	30%	39%	4%	1%	0%	0%	1%	100% 12.262.573
CH2	Industria elettronica	24%	8%	22%	27%	4%	13%	0%	0%	1%	100% 234.924

***Tabella 54**: Contributo percentuale dell'intervento sui comparti tecnologici delle classi merceologiche rispetto al **risparmio economico**conseguibili in totale effettuando tutti gli interventi*

Classe merceologica		Comparti tecnologici									
		Illuminazione	Aria compressa	Motori elettrici	Forni	Centarle termica	Gruppi frigoriferi	Generatori di vapore	Presse a iniezione	Caricabatterie	Risparmio economico totale [€]
CA	Industria alimentare	0,52%	1,97%	1,64%	0,56%	0,61%	1,39%	1,03%	0%	0,07%	
CB	Industria tessile	0,07%	0,31%	1,86%	0%	0,91%	0,03%	0%	0%	0,01%	
CC1	Industria di carta e stampa	1,10%	10,03%	12,43%	0%	0,42%	0,48%	12,74%	0%	0,01%	
CC2	Industria di legno e mobilio	0,09%	0,43%	0,96%	0,41%	0,05%	0,04%	0%	0%	0,06%	
CE	Industria chimico-farmaceutica	0,42%	3,10%	3,94%	0,79%	1,79%	0,92%	1,43%	0%	0,00%	
CG1	Industria di gomma e plastica	0,14%	0,36%	0,17%	0,00%	0,35%	0,16%	0%	3,13%	0,02%	
CG2	Industria di ceramica e vetraria	0,06%	0,28%	0,76%	2,96%	0,33%	0%	0%	0%	0,01%	
CG3	Industria di materiali da costruzione	0,04%	0,25%	0,43%	0%	0,01%	0,02%	0,03%	0%	0,01%	
CH1.1	Industria metallurgica	0,62%	1,86%	2,74%	2,37%	0,06%	0,06%	0%	0%	0,08%	
CH1.2	Industria meccanica	1,33%	3,56%	5,86%	7,76%	0,87%	0,12%	0%	0%	0,18%	
CH2	Industria elettronica	0,09%	0,03%	0,08%	0,10%	0,01%	0,05%	0%	0%	0,01%	
		4%	22%	31%	15%	5%	3%	15%	3%	0%	100% 62.298.682

***Tabella 55**: Contributo percentuale sui **risparmi di energia primaria** conseguibili, dall'intervento sui vari comparti per classe merceologiche*

Classe merceologica		Comparti tecnologici									
		Illuminazione	Aria compressa	Motori elettrici	Forni	Centarle termica	Gruppi frigoriferi	Generatori di vapore	Presse a iniezione	Caricabatterie	Risparmi di energia primaria [TEP]
CA	Industria alimentare	3%	27%	10%	13%	14%	8%	24%	0%	0%	100% 6.139
CB	Industria tessile	1%	11%	29%	0%	58%	0%	0%	0%	0%	100% 2.296
CC1	Industria di carta e stampa	1%	26%	14%	0%	2%	1%	57%	0%	0%	100% 32.571
CC2	Industria di legno e mobilio	2%	25%	24%	41%	5%	1%	0%	0%	2%	100% 1.434
CE	Industria chimico-farmaceutica	1%	25%	14%	11%	25%	3%	20%	0%	0%	100% 10.323
CG1	Industria di gomma e plastica	2%	14%	3%	0%	24%	3%	0%	53%	0%	100% 2.096
CG2	Industria di ceramica e vetraria	0%	4%	5%	81%	9%	0%	0%	0%	0%	100% 5.325
CG3	Industria di materiali da costruzione	3%	46%	34%	0%	4%	2%	10%	0%	1%	100% 455
CH1.1	Industria metallurgica	4%	24%	15%	54%	1%	0%	0%	0%	0%	100% 6.338
CH1.2	Industria meccanica	3%	16%	11%	62%	7%	0%	0%	0%	0%	100% 18.231
CH2	Industria elettronica	12%	9%	11%	54%	8%	6%	0%	0%	1%	100% 278

***Tabella 56**: Contributo percentuale dell'intervento sui comparti tecnologici delle classi merceologiche rispetto al **risparmio di energia primaria** conseguibile in totale effettuando tutti gli interventi*

Classe merceologica		Comparti tecnologici									
		Illuminazione	Aria compressa	Motori elettrici	Forni	Centarle termica	Gruppi frigoriferi	Generatori di vapore	Presse a iniezione	Caricabatterie	Risparmio di energia primaria totale [TEP]
CA	Industria alimentare	0,22%	1,93%	0,69%	0,95%	1,04%	0,58%	1,76%	0%	0,03%	
CB	Industria tessile	0,03%	0,30%	0,78%	0%	1,56%	0,01%	0%	0%	0,01%	
CC1	Industria di carta e stampa	0,46%	9,80%	5,19%	0%	0,72%	0,20%	21,72%	0%	0,00%	
CC2	Industria di legno e mobilio	0,04%	0,42%	0,40%	0,69%	0,08%	0,02%	0%	0%	0,03%	
CE	Industria chimico-farmaceutica	0,17%	3,02%	1,65%	1,36%	3,05%	0,39%	2,44%	0%	0,00%	
CG1	Industria di gomma e plastica	0,06%	0,35%	0,07%	0,00%	0,59%	0,07%	0%	1,31%	0,01%	
CG2	Industria di ceramica e vetraria	0,03%	0,27%	0,32%	5,04%	0,57%	0%	0%	0%	0,00%	
CG3	Industria di materiali da costruzione	0,02%	0,24%	0,18%	0%	0,02%	0,01%	0,05%	0%	0,00%	
CH1.1	Industria metallurgica	0,26%	1,81%	1,15%	4,04%	0,10%	0,02%	0%	0%	0,03%	
CH1.2	Industria meccanica	0,56%	3,47%	2,45%	13,23%	1,49%	0,05%	0%	0%	0,07%	
CH2	Industria elettronica	0,04%	0,03%	0,04%	0,17%	0,02%	0,02%	0%	0%	0,00%	
		2%	22%	13%	25%	9%	1%	26%	1%	0%	100% 85.487

***Tabella 57**: Contributo percentuale sulla**riduzione delle emissioni** conseguibili, dall'intervento sui vari comparti per classe merceologiche*

Classe merceologica		Comparti tecnologici									
		Illuminazione	Aria compressa	Motori elettrici	Forni	Centarle termica	Gruppi frigoriferi	Generatori di vapore	Presse a iniezione	Caricabatterie	Riduzione delle emissioni [tCO_2]
CA	Industria alimentare	5%	26%	15%	10%	11%	13%	19%	0%	1%	100% 18.637
CB	Industria tessile	2%	10%	43%	0%	44%	1%	0%	0%	0%	100% 7.288
CC1	Industria di carta e stampa	2%	26%	22%	0%	2%	1%	47%	0%	0%	100% 94.310
CC2	Industria di legno e mobilio	3%	23%	35%	31%	3%	1%	0%	0%	2%	100% 4.600
CE	Industria chimico-farmaceutica	2%	25%	22%	9%	20%	5%	16%	0%	0%	100% 30.557
CG1	Industria di gomma e plastica	3%	11%	3%	0%	15%	3%	0%	65%	0%	100% 8.217
CG2	Industria di ceramica e vetraria	1%	5%	10%	76%	9%	0%	0%	0%	0%	100% 13.537
CG3	Industria di materiali da costruzione	4%	38%	45%	0%	3%	3%	7%	0%	1%	100% 1.627
CH1.1	Industria metallurgica	6%	24%	24%	43%	1%	0%	0%	0%	1%	100% 18.959
CH1.2	Industria meccanica	4%	17%	19%	52%	6%	0%	0%	0%	1%	100% 51.511
CH2	Industria elettronica	18%	9%	16%	41%	6%	9%	0%	0%	1%	100% 871

***Tabella 58**: Contributo percentuale dell'intervento sui comparti tecnologici delle classi merceologiche rispetto alla **riduzione delle emissioni** conseguibile in totale effettuando tutti gli interventi*

Classe merceologica		Comparti tecnologici									
		Illuminazione	Aria compressa	Motori elettrici	Forni	Centarle termica	Gruppi frigoriferi	Generatori di vapore	Presse a iniezione	Caricabatterie	Riduzione delle emissioni [tCO_2]
CA	Industria alimentare	0,35%	1,95%	1,11%	0,77%	0,85%	0,94%	1,43%	0%	0,04%	
CB	Industria tessile	0,04%	0,31%	1,26%	0%	1,27%	0,02%	0%	0%	0,01%	
CC1	Industria di carta e stampa	0,75%	9,90%	8,41%	0%	0,59%	0,33%	17,72%	0%	0,01%	
CC2	Industria di legno e mobilio	0,06%	0,43%	0,65%	0,57%	0,06%	0,03%	0%	0%	0,04%	
CE	Industria chimico-farmaceutica	0,28%	3,06%	2,67%	1,11%	2,49%	0,62%	1,99%	0%	0,00%	
CG1	Industria di gomma e plastica	0,09%	0,35%	0,11%	0,00%	0,48%	0,11%	0%	2,12%	0,01%	
CG2	Industria di ceramica e vetraria	0,04%	0,27%	0,51%	4,12%	0,46%	0%	0%	0%	0,00%	
CG3	Industria di materiali da costruzione	0,03%	0,25%	0,29%	0%	0,02%	0,02%	0,04%	0%	0,01%	
CH1.1	Industria metallurgica	0,42%	1,83%	1,86%	3,30%	0,08%	0,04%	0%	0%	0,06%	
CH1.2	Industria meccanica	0,90%	3,51%	3,97%	10,80%	1,21%	0,08%	0%	0%	0,12%	
CH2	Industria elettronica	0,06%	0,03%	0,06%	0,14%	0,02%	0,03%	0%	0%	0,00%	
		3%	22%	21%	21%	8%	2%	21%	2%	0%	100% 250.114

A fronte dei dati sintetizzati nella Tabella 52 emerge che le classi merceologiche dell'industria trentina dove si hanno i maggiori potenziali di risparmi sono le industrie di carta e stampa, meccanica, chimico-farmaceutica, alimentare e metallurgica. Nella Tabella 53 invece emerge che gli interventi più riproducibili e da cui ci si possono trarre i maggiori risparmi economici sono gli interventi di aria compressa, motori elettrici e forni. Dalla Tabella 54 è visibile che i soli interventi di aria compressa, motori elettrici ed eventualmente i forni, forniscono un risparmio economico di più del 50% del totale. I risparmi economici in questione sono stati valutati come risparmi in bolletta, ossia usando i costi dei vettori indicati in Tabella 50.

Nella Tabella 54, le percentuali indicate sono state ottenute considerando i risparmi economici conseguibili per ogni comparto tecnologico e per ogni classe merceologica rispetto al risparmio economico totale stimato intervenendo sull'efficienza energetica di tutte le imprese industriali trentine. La costruzione della Tabella 53 è molto simile, differisce solo per il fatto che le percentuali sono state calcolate usando come 100% i risparmi economici connessi agli interventi per una singola classe merceologica. Un'interpretazione simile è possibile con le altre coppie di tabelle.

Il totale raggiungimento dei risparmi connessi a interventi di efficientamento, riportati in Tabella 52 di 62.298.682 € è difficilmente raggiungibile, considerati gli elevati costi di investimento connessi, pari circa a 220.777.394 €, come raffigurato in Figura 64.

Tipicamente le industrie tendono ad effettuare investimenti di sostituzione dei macchinari e interventi di efficientamento energetico solo se i tempi di ritorno sono prossimi ai tre o quattro anni. Dunque gli unici interventi autonomamente sostenibili dalle industrie trentine sarebbero interventi su illuminazione ed eventualmente aria compressa e motori elettrici.

Nello specifico, analizzando per comparto tecnologico i costi totali, evidenziati nella Tabella 59 e nella Figura 65, e le frazioni di investimento "auto-sostenibile" dalle industrie e il "surplus". La frazione dei costi auto-sostenibile è stata definita come la frazione di investimento che permette di raggiungere un tempo di ritorno di 3 anni, poiché interventi con tempi di ritorno uguali o inferiori sono considerati "normale evoluzione del mercato". La restante frazione dell'investimento è stata denominata come "surplus di investimento",ossia la frazione dell'investimento su cui è possibile valutare un eventuale contributo esterno per riportare i costi degli interventi a una convenienza di mercato.

Incrociando le considerazioni fatte precedentemente in merito alla Tabella 54, con quanto emerge dalla Tabella 59, è possibile concludere che gli interventi più interessanti coinvolgono aria compressa, motori elettrici ed eventualmente i fornie i generatori di calore (ove presenti), poiché essi risultano essere i più riproducibili, quelli che determinano un potenziale di risparmio maggiore, anche con un surplus di investimento relativamente contenuto.

La riduzione delle emissioni di anidride carbonica connessa agli interventi di efficientamento è stata calcolata considerando il fattore di conversione dell'anno di baseline (2016), 407,7 tCO_2/GWh; dunque la riduzione delle emissioni ottenibile effettuando tutti gli interventi sarebbe di 250.114 tCO_2.

***Tabella 59**: Costi di investimento per comparto tecnologico e frazioni auto sostenibile e surplus di investimento, calcolati su baseline 2016*

Comparti di intervento	ILLUMINAZIONE	ARIA COMPRESSA	MOTORI ELETTRICI	FORNI	CENTRALE TERMICA	GRUPPI FRIGORIFERI	GENERATORE DI VAPORE	PRESSE A INIEZIONE	CARICABATTERIE	Totale
Tempo di ritorno medio [anni]	3,0	4,0	4,0	4,5	5,0	5,5	5,5	6,0	10,0	-
COSTI DI INTERVENTO [€]	**3.838.638**	**59.230.204**	**35.591.692**	**41.513.138**	**16.629.567**	**5.259.186**	**52.043.311**	**5.374.656**	**1.297.004**	**220.777.394**
Costi auto-sostenibili [€]	3.838.638	44.422.653	26.693.769	27.675.425	9.977.740	2.868.647	28.387.260	2.687.328	389.101	**146.940.561**
Surplus di investimento [€]	-	14.807.551	8.897.923	13.837.713	6.651.827	2.390.539	23.656.050	2.687.328	907.903	**73.836.833**
RISPARMIO ENERGIA PRIMARIA [TEP]	**1.599**	**18.509**	**11.033**	**21.792**	**7.900**	**1.169**	**22.203**	**1.120**	**162**	**85.487**
RISPARMIO ECONOMICO [€]	**2.789.708**	**13.814.434**	**19.243.190**	**9.312.681**	**3.376.082**	**2.038.444**	**9.488.366**	**1.953.000**	**282.777**	**62.298.682**
Riduzione di CO_2 connessa [tCO_2]	**7.582**	**54.736**	**52.303**	**52.018**	**18.858**	**5.540**	**52.999**	**5.308**	**769**	**250.114**

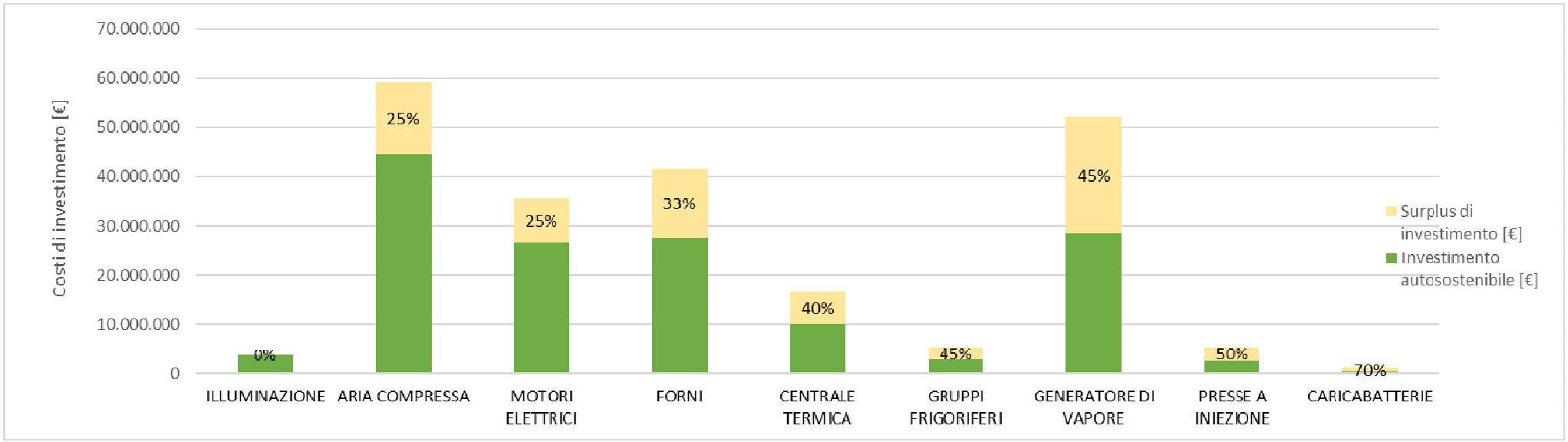


***Figura 65**: Rappresentazione del surplus di investimento per l'industria produttiva trentina in riferimento all'anno di baseline (2016)*

6.2 Potenziale di riduzione delle emissioni mediante produzione di energia in loco

Nel presente capitolo vengono presentate alcune possibili strategie di riduzione delle emissioni di CO_2 e i relativi campi di applicazione. Ove possibile, per ogni tecnologia è stato identificato il relativo potenziale di riduzione delle emissioni di CO_2.

6.2.1 Produzione di energia rinnovabile da impianti fotovoltaici

L'installazione di un **impianto fotovoltaico** è possibile su qualunque tipo di superficie, preferibilmente piana o inclinata ma potenzialmente anche verticale (facciate), e tale caratteristica lo rende applicabile anche al settore industriale.

La convenienza dell'installazione di un impianto fotovoltaico deriva da una buona esposizione solare (massima produzione) e dalla percentuale di energia elettrica auto-consumata.

Gran parte degli impianti esistenti in trentino sono stati installati tra il 2005 e il 2015, sfruttando gli incentivi economici statali del Conto Energia, in quanto il costo per la realizzazione di un impianto fotovoltaico era molto più elevato rispetto ai livelli attuali. Sfruttando il Conto Energia i tempi di ritorno dell'investimento erano di circa 8÷10 anni.

Nel 2013,con la fine del 5° Conto Energia, la filiera del fotovoltaico ha dovuto sostenersi in modo autonomo, quindi senza incentivo, facendo leva sul continuo decremento del costo d'impianto. Attualmente i costi di installazione si aggirano intorno ai 1.250 €/kWp installato. Sebbene la discesa dei costi di investimento iniziali di questa tecnologia permetta un tempo di ritorno dell'investimento sostanzialmente paragonabile a quello al tempo del Conto Energia, il settore industriale sembra non esserne più cosi attratto come in passato. Il GSE nel "Rapporto statistico 2016 – solare fotovoltaico" prevede che, in mancanza di un incentivo, il tasso di incremento annuo di potenza installata potrà essere di circa il 2% a livello provincialecome anche a livello nazionale [28].

6.2.1.1 Individuazione del potenziale massimo di potenza installabile

Nella Provincia Autonoma di Trento sono presenti circa 719 ha (1 ha = 10.000 mq) di coperture industriali totali. Di tali coperture sono presenti parti non adatte a supportare dei pannelli fotovoltaici, per bassa esposizione, per falde ombreggiate, per coperture non praticabili, ecc. Questa copertura disponibile rappresenta un "potenziale teorico" per il fotovoltaico industriale.

Viste le considerazioniappena riportate, si è considerato realistico l'utilizzo del 45% del totale delle coperture disponibili, corrispondenti a circa 320 ha, che rappresenta il "potenziale tecnico" del fotovoltaico industriale. Per calcolare la massima potenza installabile si è considerato 1kW ogni 7,5 m^2, ossia una potenza media per unità di superficie di 133 W/m^2. Con tali ipotesi di partenza, la potenza massima tecnicamente installabile risulta essere pari a circa a 432 MW. Tale valore potrebbe diminuire ulteriormente se si considerasse, caso per caso, la reale esposizione dei moduli e/o eventuali ulteriori criticità tecnico-economiche.

***Tabella 60**: Potenziale teorico e tecnico del fotovoltaico industriale*

Tecnologia	Installazione fotovoltaico	Produzione annua stimata [TEP]	Risparmio di emissioni [tCO_2]
POTENZIALE TEORICO	959 MWp	82.513	391.169
POTENZIALE TECNICO	432 MWp	37.128	176.015

Si evidenzia che il significativo potenziale incrementale tecnicamente ed economicamente sfruttabile, grazie anche alla riduzione dei costi degli impianti fotovoltaici, prospetta un importante sviluppo di questa tecnologia, la cui produzione, secondo le previsioni del PNIEC a livello nazionale, dovrebbe quasi triplicare entro il 2030. La valorizzazione di tale potenziale nel contributo di riduzione delle emissioni verrà quantificato nel capitolo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**.

Aspetti economici del potenziale massimo del fotovoltaico industriale

Considerando i costi del fotovoltaico indicati in Appendice 3, per un impianto fotovoltaico di applicazione industriale, che solitamente ha potenze di picco dell'ordine delle centinaia di kWp, nella figura sottostante sono stati raffigurati gli investimenti sostenibili dall'utente e il surplus dell'investimento, definito come introdotto nel capitolo 6.1.2. Tali calcoli sono stati

effettuati in riferimento al potenziale teorico e al potenziale tecnico del fotovoltaico industriale.

In Tabella 61 sono riassunti i dati economici e i risparmi conseguibili per i due potenziali, inoltre considerando una produttività di 1GWh per ogni MWp installato, si individuano i seguenti risparmi di energia primaria, economici (in bolletta) e di emissioni di CO_2.

***Tabella 61**: Riassunto dei dati relativi al potenziale teorico e tecnico del fotovoltaico industriale*

	POTENZIALE TEORICO del fotovoltaico industriale	**POTENZIALE TECNICO del fotovoltaico industriale**
Potenziale	**959 MWp**	**432 MWp**
Tempo di ritorno medio [anni]	7,5	7,5
COSTI DI INTERVENTO [€]	1.199.316.667	539.658.333
Costi auto-sostenibili [€]	479.726.667	215.863.333
Surplus di investimento [€]	719.590.000	323.795.000
RISPARMIO DI ENERGIA PRIMARIA [TEP]	**82.513**	**37.128**
RISPARMIO ECONOMICO [€]	**143.918.000**	**64.759.000**
Riduzione emissioni di CO_2 connessa [tCO_2]	**391.169**	**176.015**

Nella Figura 66 è raffigurata l'incidenza del surplus di investimento sul costo di investimento totale del potenziale tecnico del fotovoltaico industriale.

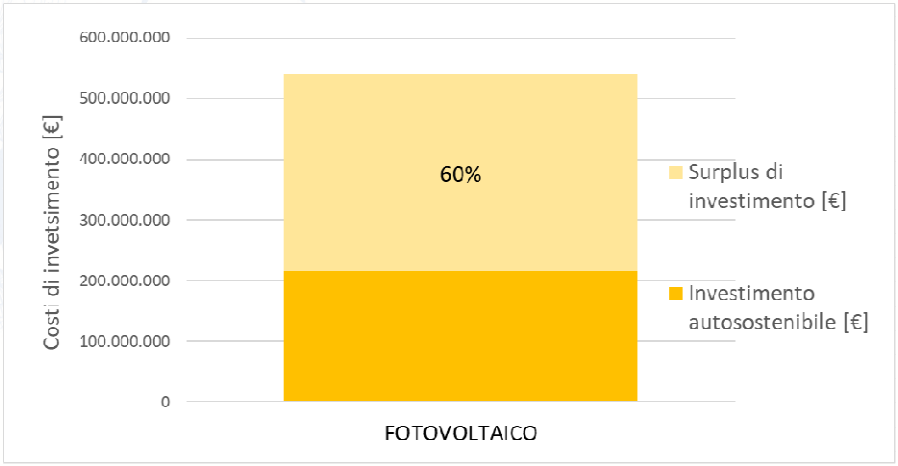


***Figura 66**: Rappresentazione del surplus di investimento per il potenziale tecnico del fotovoltaico industriale di 432 MWp*

6.2.1.2 Potenziale tecnico comunità energetiche

A fronte della conversione in legge del DL 162/19, effettuata in data 28 febbraio 2020, si dà il via in Italia alla sperimentazione sull'autoconsumo collettivo da fonti rinnovabili e sulle comunità di energia rinnovabile, su recepimento della Direttiva Europea 2018/2001. Le comunità energetiche possono essere una soluzione interessante per i centri industriali trentini ubicati in prossimità di centri abitati, in quanto consentono l'installazione di uno o più impianti fotovoltaici che alimentano più utenze contemporaneamente.

Al fine di valutare l'effettiva applicabilità delle logiche previste dalle comunità energetiche, si sono considerate le principali zone industriali trentine, valutando il potenziale tecnico di potenza fotovoltaica massima installabile sulle coperture industriali. La valutazione riportata nella tabella sottostante è al netto del contributo di eventuali impianti residenziali.

In Tabella 62viene riportata la stima delle superfici utilizzabili in copertura ai capannoni industriali e delle potenze installabili per ogni zona industriale presa in considerazione. Si ottiene un potenziale tecnico pari a circa 150 MW che include anche gli impianti già esistenti.

***Tabella 62**: Potenziale fotovoltaico delle zone industriali trentine principali*

Zona industriale	*Superfici di coperture industriali [ha]*	*Potenziale tecnico [MWp]*
Rovereto Località produttiva II	26,10	34,80
Rovereto zona Manifattura	1,06	1,42
Arco zona industriale est	4,12	5,50
Arco zona industriale ovest	8,70	11,60
Riva zona industriale	1,93	2,57
Riva zona Cartiere del Garda	1,27	1,69
Tione zona industriale	0,96	1,29
Pergine (Cirè)	3,29	4,38
Borgo zona industriale	3,53	4,71
Lavis zona industriale nord	4,75	6,34
Lavis zona industriale sud	11,26	15,01
Trento nord (Gardolo) zona industriale	40,35	53,80
Trento(Ravina)	4,88	6,51
Potenziale tecnico zone industriali	**112,22**	**150**

Il potenziale tecnico rilevato per le principali zone industriali trentine permette sicuramente uno sviluppo economicamente sostenibile delle comunità energetiche che producono e auto-consumano in loco l'energia prodotta ottenendo anche una riduzione dei picchi di prelievo elettrico.

Per favorire l'autoconsumo istantaneo, le comunità energetiche godranno di una riduzione degli oneri di sistema inclusi nelle tariffe dell'energia elettrica.

Si prevede, inoltre, una evoluzione del meccanismo dello scambio sul posto (che consente di utilizzare la rete come accumulo), a favore di un premio riconosciuto agli impianti sulla base della quota di energia auto-consumata, anche incrementata dall'installazione di sistemi di accumulo ed, eventualmente, che forniscano servizi per la sicurezza del sistema elettrico sulla rete di media e bassa tensione.

Ulteriori misure di sostegno all'autoconsumo potrebbero prevedere una progressiva e graduale estensione dell'obbligo di quota minima di fonti rinnovabili ai capannoni adibiti ad attività produttiva sia esistenti che di nuova costruzione. In alternativa alla realizzazione dell'impianto si potranno considerare modalità di cessione a terzi del diritto di superficie sul tetto, con l'impianto rinnovabile preferenzialmente a servizio dell'edificio.

Si renderà necessario introdurre procedure semplificate omogenee per la costruzione, la messa in esercizio e la gestione degli impianti, anche estendendo la portata del modello unico, attualmente operativo per taluni impianti fotovoltaici di potenza fino a 20 kW: si tratta di un meccanismo che consente, con un'unica procedura, di affrontare gli aspetti autorizzativi, di collegamento alla rete e di accesso ai meccanismi di sostegno.

Si segnala inoltre la presenza del DM 4 luglio 2019, FER1, che inventiva la realizzazione di impianti fotovoltaici i cui moduli sono installati in sostituzione di coperture contenenti amianto.

Accumuli elettrochimici in ambito industriale

L'ampio utilizzo di energia elettrica di questo tipo di utenze durante la fascia oraria giornaliera, garantisce spesso un buon livello di autoconsumo. In tal senso l'installazione di un sistema di stoccaggio è conveniente da un punto di vista economico solo per piccole taglie della batteria. Ciò è connesso al fatto che anche senza un sistema di stoccaggio l'autoconsumo di energia è molto alto (tipicamente vicino al 70%, se l'impianto è ben dimensionato) e l'installazione di una batteria consente solo un piccolo incremento della

percentuale di autoconsumo. In termini di potenza normalizzata del sistema, può ridurre fino a un 25% la potenza massima assorbita dall'utilizzatore, senza ridurre la percentuale di autoconsumo, riducendo dunque la richiesta di energia elettrica da parte della rete.

6.2.2 Potenziale residuo

6.2.2.1 Produzione di energia da impianti cogenerativi in ambito industriale

Un'altra tecnologia utilizzata per la produzione di energia in loco è la cogenerazione che prevede la produzione congiunta e contemporanea di energia elettrica ed energia termica. Il combustibile utilizzato può essere solido, liquido o gassoso e può essere rinnovabile o non rinnovabile.Il vantaggio della cogenerazione risiede nel fatto che la produzione congiunta di energia elettrica e termica permette un risparmio di energia primaria rispetto alla generazione separata. Questa caratteristica permette quindi, nel caso di utilizzo di combustibili fossili, una riduzione delle emissioni di CO_2.

6.2.2.1.1. Cogenerazione con combustibile non rinnovabile

Nella maggioranza dei casi, un impianto cogenerativo viene alimentato con gas metano che risulta essere un combustibile fossile non rinnovabile e responsabile di emissioni di CO_2 in atmosfera. Altri combustibili non rinnovabili sono, per esempio, il gasolio e il GPL.
Le tecnologie **cogenerative ad alto rendimento**(CAR) più comuni sono: [33]

- turbina a gas a ciclo combinato con recupero di calore;
- turbina a gas con recupero di calore;
- turbina a vapore a contropressione;
- turbina a condensazione a estrazione di vapore;
- motore a combustione interna;
- microturbine, motori Stirling, pile a combustibile, motori a vapore, cicli Rankine a fluido organico e ogni altro tipo di tecnologia o combinazione di tecnologie che non rientra nelle definizioni precedenti.

Le tecnologie più utilizzate per la cogenerazione risultano essere: motori a combustione interna, turbine a gas a ciclo combinato con recupero di calore e turbine a gas con recupero di calore [33].

La cogenerazione è particolarmente diffusa nei settori più energivori, come per esempio le industrie della carta, della meccanica e della chimico-farmaceutica, mentre nei restanti settori industriali che registrano consumi inferiori, presentano tecnicamente ancora dei potenziali di crescita della CAR a cui tuttavia non sempre corrisponde una fattibilità economica.Caratteristiche che rendono conveniente la cogenerazione sono infatti la presenza di contemporaneità tra i fabbisogni di calore e di energia elettrica dell'utenza, essi sono inoltre applicazioni più convenienti per impianti di medio-grandi dimensioni.

Prerequisito indispensabile per l'applicazione della cogenerazione è la contemporaneità dei fabbisogni di energia elettrica e termica che, di norma, si verificano nei seguenti comparti industriali:

- industrie alimentari;
- industria tessile;
- industrie di carta, stampa, legno e mobilio;
- industria chimico-farmaceutica;
- industrie di gomma e plastica;
- industria ceramica e vetraria;
- industria dei materiali da costruzione;
- industria metalmeccanica ed elettronica.

Sulla base del documento del GSE "Valutazione del potenziale nazionale e regionale di applicazione dellacogenerazione ad alto rendimento e del teleriscaldamento efficiente" del 2016 si è **analizzato il potenziale di sviluppo della cogenerazione ad alto rendimento (CAR)**a partire dalla caratterizzazione della domanda e dell'offerta di energia termica del settore industrialetrentino, dallo stato di penetrazione di questa tecnologia e sulla base delle politiche correntie degli attuali trend di mercato(costi tecnologici, prezzi delle commodities, meccanismi tariffari, sistemi di supporto vigenti, ecc.)[33].

Si sono utilizzati i seguenti parametri riferiti all'anno di riferimento 2013:

- potenziale tecnico: rappresenta la potenza incrementale installata che risponde alla domanda termica ed elettrica locale;
- potenziale economico: rappresenta la potenza incrementale installata economicamente sostenibile.

***Tabella 63**:Potenziale di sviluppo della CAR nel settore industriale trentino(anno di riferimento: 2013)*

	Dati al 2013	***Potenziale tecnico***	***Potenziale economico***

Calore prodotto [GWh]	566	710	615
Elettricità prodotta [GWh]	469	599	513
Capacità elettrica [MW]	100	188	113

Dalla Tabella 63 si evince che:

- in riferimento al solo vantaggio economico la potenza elettrica installata che nel 2013 fu di 100MW, è attualmente di 113 MW, anche a fronte del grande successo degli incentivi CAR (regolamentati dal DM 5 settembre 2011), dunque il potenziale economico è già stato raggiunto;
- considerando solo l'aspetto tecnico, la potenza elettrica installata potrebbe passare dai 113 MW ai 188 MW, rimarrebbero dunque 75 MWe da esplicare, tale contributo non verrà considerato nella redazione degli scenari di riduzione delle emissioni di CO_2.

  Ad ogni modo l'installazione dei restanti 75 MWe di cogenerazione individuati porterebbe a una riduzione di più del 20% dell'energia primaria usata rispetto alla produzione di energia separata, determinando una riduzione delle emissioni di anidride carbonica di circa 18.345 tCO_2.

  Facendo una stima economica sulla base del costo medio di investimento indicato in Appendice 3 in riferimento all'installazione di un cogeneratore di potenza elettrica di circa 500 kWe, considerato il potenziale di 75 MWe, risulta un investimento totale di 90 milioni di euro. Nella figura sottostante se ne identificano il contributo di investimento auto-sostenibile e il surplus di investimento.

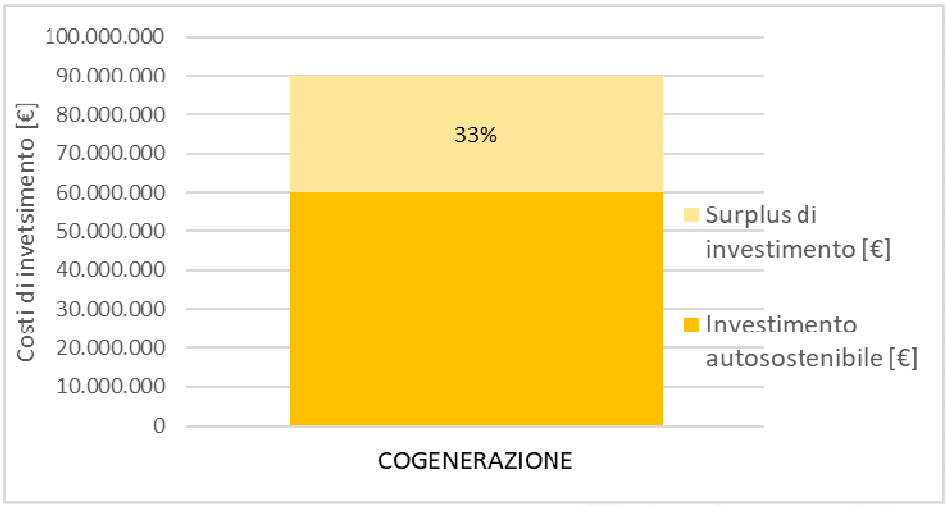


Figura 67: Rappresentazione del surplus di investimento per l'installazione di 75 MWe

Nella **Provincia Autonoma di Trento** risulta auspicabile considerare i seguenti aspetti:

- la **cogenerazione a gas** risulta già ben incentivata a livello nazionale tramite i Titoli di Efficienza Energetica (**TEE CAR**) e dunque un incentivo economico a livello provinciale potrebbe non risultare necessario per spingere tale tecnologia.
  Sussiste, invece, un **ostacolo** di tipo **autorizzativo**, in quanto la legislazione provinciale richiede rendimenti minimi globali dei cogeneratori più elevati di quelli nazionali che senz'altro frenano l'incremento locale di questi impianti: la PAT pertanto potrebbe valutare l'allineamento di tali requisiti minimi a quelli nazionali;
- nelle **zone del Trentino non metanizzate**invece di considerare i **cogeneratori a gasolio o GPL** nell'ambito industriale, risulta preferibile prediligere la **cogenerazione a biomassa, con particolare riferimento alla gassificazione** (di cui al prossimo capitolo).

La cogenerazione a gas risulta ancora molto competitiva per le applicazioni industriali. Non ne verrà calcolato il potenziale negli scenari non essendo un contributo rinnovabile.

6.2.2.1.2. Cogenerazionecon combustibile rinnovabile

Oltre ai combustibili fossili non rinnovabili, i cogeneratori possono utilizzare combustibili rinnovabili sebbene ancora poco impiegati in ambito industriale.

L'utilizzo della cogenerazione per il recupero energetico da scarti industriali è realizzabile solo in presenza di rifiuti organici o cellulosici vergini, ossia non trattati. Risulta quindi più consono adottarla dove tale combustibile risulta disponibile e quindi, generalmente, nelle seguenti tipologie industriali:

- industrie alimentari, sia di produzione di cibi solidi che di produzione di bevande, dove sono presenti frequentemente scarti agroalimentari;
- industria di carta e legno dove sono presenti scarti di lavorazione cellulosici; nelle industrie di stampa e mobiliospesso sono presenti scarti trattati chimicamente, quindi non sempre utilizzabili.

Le limitazioni sulla combustione degli scarti industriali sono regolate dal Testo unico ambientale che permette la combustione di sottoprodotti quali: vinacce vergini ed esauste, le bucce e i raspi derivanti da processi di vinificazione e di distillazione, che suggeriscono esclusivamente trattamenti di tipo meccanico fisico, compreso il lavaggio con acqua o l'essiccazione, nonché, previa autorizzazione degli enti competenti, la pollina, destinati alla combustione nel medesimo ciclo produttivo sono da considerare "sottoprodotti". Inoltre, per biomasse residuali si intendono quelle costituite da residui non deliberatamente prodotti in un processo di produzione e che possono essere o non essere un rifiuto.

In alternativa alla diretta combustione degli scarti organici dell'industria alimentare è possibile, mediante **digestione anaerobica**, generare del **biogas**. Il biogas subisce poi dei trattamenti (Figura 68) per ottenere un combustibile utilizzabile per la produzione di energia elettrica e/o calore.

***Figura 68**: Trattamenti del biogas per renderlo utilizzabile come combustibile*

Allo stesso modo, per gli scarti cellulosici delle industrie cartarie e del legno, essi possono essere usati direttamente come combustibile, oppure mediante **pirolisi** di essi è possibile produrre il **syngas** come prodotto principale, successivamente utilizzabile come combustibile.

La pirolisi, che precede la fase di gassificazione, è un processo endotermico che consiste in una demolizione termica delle molecole organiche. La **gassificazione** consiste invece nella combustione parziale di un materiale in difetto di ossigeno. Il prodotto della gassificazione è caratterizzato da un gas arricchito in ossido di carbonio e idrogeno, sfruttabile come combustibile.

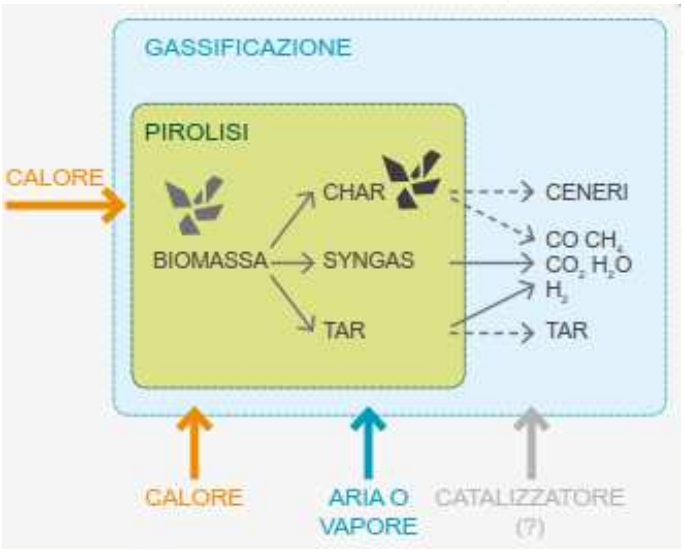


***Figura 69**: Schema rappresentativo del processo di pirolisi e gassificazione*

Il biogas e il syngas sono entrambi combustibili rinnovabiliprovenendo entrambi dalla biomassa.

A livello locale la diffusione di impianti di digestione anaerobica della biomassa organica proveniente dall'industria casearia, alimentare, dalle cantine e distillerie, risulta di difficile applicazione a causa della stagionalità di alcuni scarti come per esempio gli scarti delle cantine o il siero, spesso usato come una delle materie prime per la produzione di mangimi.

Nella **Provincia Autonoma di Trento** risulta auspicabile considerare i seguenti aspetti:

- per la **cogenerazione a biomassa (gassificazione)**, l'attuale quadro legislativo a livello nazionale è incerto e la strada per accedere agli incentivi dei Titoli di Efficienza Energetica non risulta agevole a causa delle complicazioni impiantistiche per le

misurazioni dirette che il sistema dei TEE richiede, con impatti non trascurabili sui costi di investimento.

Da uno studio della Fondazione Edmund Mach emerge che, ad oggi le applicazioni più diffuse dei processi di gassificazione e/o pirolisi si contano nel settore delle biomasse forestali. In tale studio, effettuato nell'ambito del progetto BIOENAREA, grazie alle informazioni reperibili sul rapporto della provincia "la filiera foresta-legno-energia in provincia di Trento (2009)" sono stati stimati i volumi di scarti di prima lavorazione per il territorio provinciale. [34]

Il volume materiale legnoso lavoratoè circa l'80% del volume tariffario assegnato.

Il rapporto della camera di commercio, fornisce le percentuali di scarti prodotti suddivise per tipologia, li quantifica globalmente nel 26,7% del volume lavorato di (101.464 m^3). Il quantitativo di scarti di seconda lavorazione è stimabile in più di 6.000 t/anno, tuttavia si ipotizza che tali scarti non siano utilizzabili energeticamente, perché trattati e quindi non idonei alla combustione. [34]

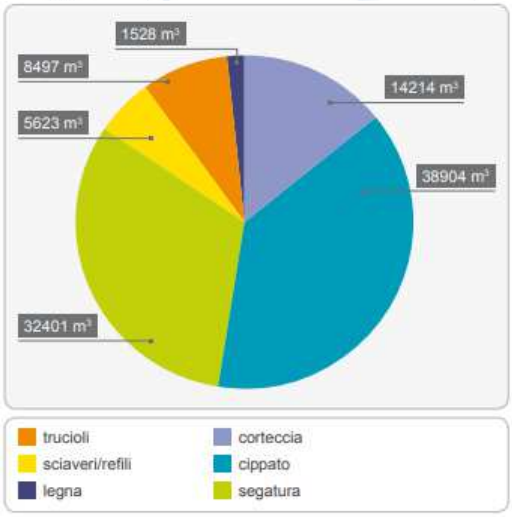


Figura 70: Stima dei volumi di scarti di prima lavorazione del legname da opera

In Figura 70 sono riportati i volumi di scarti suddivisi per tipologia.

Dallo stesso studio emerge che degli scarti di lavorazione delle segherie, circa 133.005 m^3 di biomassa sono teoricamente utilizzabili per fini energetici. Tali quantitativi di biomassa determinano una produzione di circa 15,5 kTEP, attualmente parte di questo potenziale è già esplicato, o mediante consumo in loco da parte delle industrie del legno o per vendita della biomassa a terzi. [34]

Alla luce di queste considerazioni, **all'infuori di industrie del legno la gassificazione necessita di un incentivo per proliferare, pertanto si può dire che la replicabilità della gassificazione è realistica solo tra industrie del legno o industrie vicine a**

fornitori di biomassa, un esempio di tale applicazioni è il caso studio di Casolla Legnami descritto nel capitolo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**. Tuttavia in fase di valutazione degli scenari di riduzione dei consumi e delle emissioni tale potenziale non verrà considerato a fronte della possibilità ridotta di replicabilità. [34]

- per la produzione di **Biogas** risulta opportuno evidenziare che è già incentivata a livello nazionale ed **un incentivo economico provinciale non è opportuno**, anche in considerazione del fatto che un eventuale contributo locale potrebbe portare allo sviluppo di impianti in contesti non adatti, dal momento che le realtà zootecniche in Trentino hanno dimensioni piuttosto contenute. Pertanto il contributo di tale tecnologia agli scenari è stato ritenuto residuale.

6.2.2.2 Recupero di calore di scarto

Il calore di scarto (waste heat) da processi industriali è un vettore energetico legato alle inefficienze del processo produttivo ed alle limitazioni termodinamiche insite nello sfruttamento del calore prodotto.

Esso è recuperabile e riutilizzabile mediante **generatori termoelettrici** (TEG), che basandosi sullo sfruttamento dell'effetto Seeback permettono di generare energia elettrica da fonti di calore, oppure mediante **motori Stirling a combustione esterna**.

Allo scopo di definire il calore di scarto disponibile per ogni sito industriali, è stato utilizzato uno studio sui cascami termici connessi alla potenza termica usata in sito[35].Tramite opportuni fattori di sfruttamentopotenziale dell'energia consumata$\chi_{WH,i}$, si può stimare il calore di scarto teorico disponibile.

Tale metodologia è stata applicata ai dati di consumo energetico (C_{ik}) stimati per le diverse classi merceologiche al fine di valutare, in prima approssimazione, il potenziale calore di scarto disponibile (Tabella 64).

***Tabella 64**: Fattori di sfruttamento potenziale dei consumi di energia per settore industriale (% dell'energia consumata dai siti industriali)*

Codice	Classe merceologica (i)	$\chi_{WH,i}$ [%]
B	Industria estrattiva	14 %
CA	Industria alimentare	7 %
CB	Industria tessile*	14 %
CC1	Industria di carta e stampa	7 %
CC2	Industria di legno e mobilio**	7 %
CE	Industria chimico-farmaceutica	7 %
CG1	Industria di gomma e plastica	14 %

CG2	Industria ceramica e vetraria	14 %
CG3	Industria di materiali da costruzione	20 %
CH1.1	Industria metallurgica	17 %
CH1.2	Industria meccanica*	14 %
CH2	Industria elettronica	14 %
CM	Industria di altro manifatturiero	14 %
	Note:*Valore ricavato dalla media dei fattori di sfruttamento potenziale[35]	

La stima della quantità di calore di scarto (WH_i) per ogni sito industriale è stata eseguita sulla base della seguente formula:

$$WH_i = C_{ik} \cdot \chi_{WH,i} \ [GWh]$$

I valori di calore di scarto associati ad ogni classe merceologica, calcolati tramite tale approccio, sono riassunti nellaTabella 65.

***Tabella 65**: Cascami termici in GWh per classi dell'industria trentina in riferimento all'anno di baseline 2016*

Codice	Classe merceologica	Cascami termici potenziali [GWh]
B	Industria estrattiva	1,8
CA	Industria alimentare	12,5
CB	Industria tessile*	12,1
CC1	Industria di carta e stampa	86,8
CC2	Industria di legno e mobilio**	1,5
CE	Industria chimico-farmaceutica	23,6
CG1	Industria di gomma e plastica	4,6
CG2	Industria ceramica e vetraria	21,9
CG3	Industria di materiali da costruzione	0,9
CH1.1	Industria metallurgica	18,0
CH1.2	Industria meccanica*	57,6
CH2	Industria elettronica	0,8
CM	Industria di altro manifatturiero	0,9

Dalla presente stima risulta che i cascami termici rappresentano il 9% circa dei consumi di energia termica dell'industria produttiva trentina.I cascami termici sono caratterizzati da una bassa qualità del calore e dunque da basse temperature, dunque questi recuperi non potranno essere tendenzialmente utilizzati per usi di processo, mentre tale calore potrebbe esser votato a contribuire a un riscaldamento degli ambienti (in inverno), quindi riducendo in parte i consumi della caldaia. Le applicazioni di questo tipo sono state considerate residuali ai fini degli scenari.

6.2.2.3 Micro-cogenerazione mediante celle a combustibile

Le **celle a combustibile** sono sistemi elettrochimici capaci di convertire l'energia chimica di un combustibile (in genere idrogeno) direttamente in energia elettrica, senza l'intervento di un ciclo termico. Esse funzionano in modo analogo ad una batteria, in quanto producono energia elettrica attraverso processi elettrochimici ma i combustibili sono forniti esternamente, ossia l'idrogeno e l'ossigeno. [36]

In primis la cella a combustibile genera energia elettrica in corrente continua ed effettuando un recupero di calore sul calore disperso per effetto Joule dalla cella è possibile utilizzarne anche l'energia termica prodotta. [36]

Le celle a combustibile più indicate per le applicazioni industriali sono tipicamente le MCFC (Carbonato di litio e potassio) e SOFC (ossido di zirconio drogato), per range di potenze di 200kW-2MW. [36]

La produzione dell'idrogeno avviene principalmente mediante estrazione dello stesso dal gas metano, per questo non è considerabile rinnovabile.

Vi sono inoltre metodi rinnovabili per la generazione dell'idrogeno come per esempio la produzione di idrogeno mediante elettrolisi dell'acqua la quale viene scissa in ossigeno ed idrogeno magari utilizzando l'energia prodotta da un impianto fotovoltaico. Un ulteriore alternativa vede l'idrogeno come un prodotto della gassificazione della biomassa. Queste applicazioni rinnovabili sono però ancora poco diffuse soprattutto in ambito industriale.

Nell'immagine sottostante sono brevemente sintetizzate le possibilità tecnologiche di generazione dell'idrogeno.

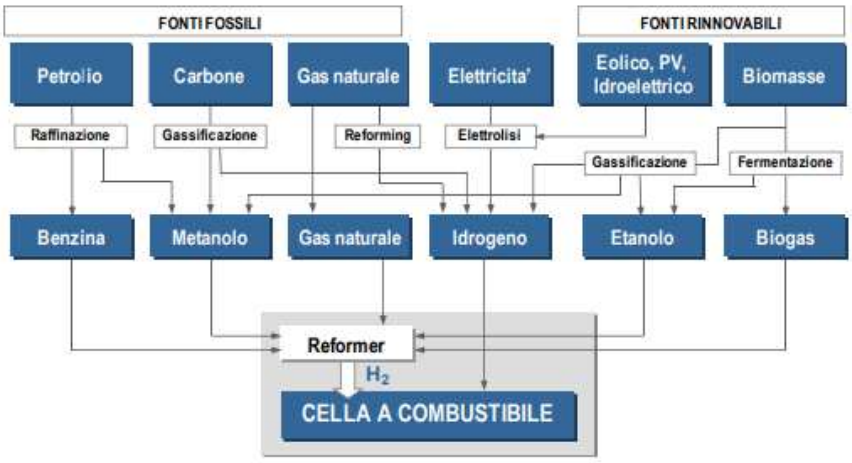


***Figura 71**: Processi di produzione dell'idrogeno per celle a combustibile*

Tali applicazioni sono adatte a piccole industrie con consumi prevalentemente elettrici e che richiedono potenze installate non troppo elevate. Le celle a combustibile hanno applicazioni anche nei trasporti come per esempio nei carrelli elevatori. Per esse non si prevede un grande sviluppo in ambito industriale a causa dei costi di investimento ancora troppo elevati. Il potenziale di riduzione delle emissioni connesso alla microcogenerazione è trascurabile al fine della configurazione degli scenari.

Idrogeno

Da uno studio sulla diffusione dell'idrogeno in Europa risulta che l'idrogeno attualmente in commercio è per la maggior parte (73%) ancora prodotto a partire da gas metano, per il 26% da carbone, mentre solo l'1% è idrogeno pulito proveniente da fonti rinnovabili. Allo stesso tempo mancano le infrastrutture per la distribuzione dell'idrogeno. Ad Aprile 2019, per prima in Europa Snam ha sperimentato l'immissione di un mix di idrogeno al 5% e gas naturale nella propria rete di trasmissione. Applicando la percentuale del 5% di idrogeno al totale del gas trasportato annualmente da Snam, se ne potrebbero immettere ogni anno in rete 3.5 miliardi di metri cubi, un quantitativo equivalente ai consumi annui di 1,5 milioni di famiglie che consentirebbe di ridurre le emissioni di anidride carbonica di 2,5 milioni di tonnellate. Al momento Snam è impegnata nella verifica della piena compatibilità delle sue infrastrutture con crescenti quantitativi di idrogeno miscelatori cin gas naturale, nonché nello studio di modalità di produzione di idrogeno da elettricità rinnovabile entro fine anno la sperimentazione verrà replicata, nel medesimo tratto di rete, portando al 10% il quantitativo di idrogeno nel mix fornito alle due imprese coinvolte. L'idrogeno è una tecnologia pulita che secondo il Green New Deal è attualmente indicata come uno dei pilastri per l'evoluzione energetica nazionale, soprattutto nell'ambito della mobilità. [37]

Tuttavia, l'uso pulito e diffuso dell'idrogeno nelle transizioni energetiche globali deve affrontare diverse sfide:[38]

- Produrre idrogeno da energia a basse emissioni di carbonio è costoso al momento. Secondo l'analisi dell'AIE, il costo della produzione di idrogeno da elettricità rinnovabile potrebbe diminuire del 30% entro il 2030 a causa del calo dei costi delle rinnovabili e dell'aumento della produzione di idrogeno. Le celle a combustibile, le attrezzature di rifornimento e gli elettrolizzatori (che producono idrogeno da elettricità e acqua) possono tutti beneficiare della produzione di massa.[38]
- Lo sviluppo dell'infrastruttura dell'idrogeno è lento e frena un'adozione diffusa. I prezzi dell'idrogeno per i consumatori dipendono fortemente da quante stazioni di rifornimento ci

sono, quante volte vengono utilizzate e quanto idrogeno viene consegnato al giorno. Affrontare questo problema richiederà probabilmente una pianificazione e un coordinamento che riunisca i governi nazionali e locali, l'industria e gli investitori.[38]

- Oggi l'idrogeno è quasi interamente fornito da gas naturale e carbone. L'idrogeno è già presente su scala industriale in tutto il mondo, ma la sua produzione è responsabile di ingenti emissioni annuali di CO2 equivalenti. Sfruttare questa scala esistente sulla via di un futuro energetico pulito richiede sia la cattura di CO2 dalla produzione di idrogeno da combustibili fossili, sia una maggiore fornitura di idrogeno da elettricità pulita.[38]
- Le normative attualmente limitano lo sviluppo di un'industria dell'idrogeno pulito. Il governo e l'industria devono lavorare insieme per garantire che le normative esistenti non costituiscano un inutile ostacolo agli investimenti. Il commercio beneficerà di standard internazionali comuni per la sicurezza del trasporto e dello stoccaggio di grandi volumi di idrogeno e per tracciare l'impatto ambientale delle diverse forniture di idrogeno.[38]

Questi quattro punti sono dedotti dal Report IEA, essi ostacolano un probabile sviluppo a breve termine dell'idrogeno, dunque nella configurazione di uno scenario **al 2030 l'idrogeno è ancora considerabile residuale**.

Il parlamento europeo individua nelle regioni un ruolo cruciale di collegamento di elaborazione delle strategie e programmi regionali per lo sviluppo integrato delle catene regionali del valore dell'idrogeno verde. La prossimità della produzione e dell'utilizzo consente loro in primo luogo di realizzare reti regionali dell'idrogeno, che potranno essere estese nel corso del tempo. La fornitura centralizzata di idrogeno su larga scala nei distretti industriali può essere accoppiata alla domanda decentrata da parte dell'industria, dei trasporti, degli edifici e per l'equilibrio della rete nei territori attorno ai distretti industriali, a livello regionale, nazionale e internazionale (integrazione settoriale). [39]

Il Report IEA ha individuato quattro opportunità da sviluppare al fine di poter configurare maggiori possibilità di sviluppo dell'idrogeno a lungo termine. [45]

- Fare delle zone industriali i centri nevralgici per aumentare l'uso dell'idrogeno pulito. Queste grandi fonti di approvvigionamento di idrogeno possono anche alimentare camion ed altri impianti industriali vicini. [45]
- Costruire su infrastrutture esistenti, come milioni di chilometri di gasdotti per il gas naturale. L'introduzione dell'idrogeno pulito per sostituire solo il 5% del volume delle forniture di gas naturale dei paesi, aumenterebbe significativamente la domanda di idrogeno e ridurrebbe i costi.[45]

- Espandere l'idrogeno nei trasporti attraverso le flotte, il trasporto merci e i corridoi. Alimentare auto, camion e autobus ad alto chilometraggio per trasportare passeggeri e merci lungo i percorsi più popolari può rendere più competitivi i veicoli a celle a combustibile.
- Lanciare le prime rotte internazionali del commercio dell'idrogeno. Le lezioni della crescita di successo del mercato globale del GNL possono essere sfruttate. Il commercio internazionale dell'idrogeno deve iniziare presto se vuole avere un impatto sul sistema energetico globale.

6.3 Potenziale di riduzione delle emissioni mediante misure e tecnologie innovative di gestione dell'energia

6.3.1 Diagnosi energetiche e ISO 50001

In Italia esiste l'obbligo (D.Lgs. 102/2014) di condurre, con cadenza quadriennale e da parte di soggetti qualificati, una **diagnosi energetica** per le imprese di grandi dimensioni (criterio basato sul numero di dipendenti e fatturato e/o bilancio) e per imprese con consumi rilevanti di energia che accedono alla c.d. agevolazione per utenti energivori. Tale obbligo ha portato a notevoli risultati, con l'esecuzione di oltre **16.000 diagnosi di siti produttivi**, relative a 8.870 imprese (dati al 31/12/18). Oltre il 45% delle diagnosi è stato effettuata in siti afferenti al comparto manifatturiero e oltre il 15% nel commercio, dove pesano i consumi della Grande Distribuzione Organizzata.

In mancanza di dati specifici inerenti la sola PAT, si segnala che dal "Rapporto annuale sull'efficienza energetica 2019" edito da Enea, emerge che al 31/12/2018, nel Trentino Alto Adige erano state eseguite 388 diagnosi energetiche interessando 249 imprese. Di queste ultime, 107 imprese operavano nel settore manifatturiero di cui, 72 grandi imprese e 45 energivore.

Un ulteriore strumento che migliora le performance energetiche di una impresa è senza dubbio il sistema di gestione dell'energia (SGE) secondo la norma di riferimento **UNI CEI EN ISO 50001.** Tale sistema consente alle organizzazioni di definire e sviluppare politiche, obiettivi e strategie relative al consumo energetico e di allocare le risorse necessarie per il conseguimento degli stessi rispettando le disposizioni cogenti in materia energetica. L'ottimizzazione della performance ambientale ottenuta grazie alla riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra assicura il miglioramento dell'immagine ambientale ed un accesso privilegiato al mercato, oltre alla riduzione dei costi energetici.

Dal sito web di Accredia (Ente Unico nazionale di accreditamento designato dal governo italiano) è possibile accedere liberamente alla banca dati nazionale ed identificare le aziende che hanno conseguito e continuano a mantenere in corso di validità la certificazione **UNI CEI**

EN ISO 50001 (Tabella 66). Tra sedi principali e/o unità secondarie, **nella PAT si contano 14 siti certificati**.

Norma	Azienda	Sito Produttivo	Scopo
UNI CEI EN ISO 50001:2011	**Coster Tecnologie Speciali S.p.A.**	SEDE LEGALE o principale - SEDE - Via Eugenio Prati, 25/f - 38052 - Caldonazzo (TN)	Gestione dell'energia nella produzione di valvole aerosol e accessori
	COSTERPLAST S.r.l.	SEDE LEGALE o principale - SEDE - Viale Trento, 2/B - 38052 - Caldonazzo (TN)	Gestione dell'energia per la produzione di chiusure speciali in materiale plastico per bombole aerosol (Area Tecnica: Industria - Leggera e Media)
	CRISTOFORETTI SERVIZI ENERGIA SPA	SEDE LEGALE o principale - SEDE - Via G. di Vittorio, 3 - Zona Industriale - 38015 - Lavis (TN)	Gestione, conduzione, manutenzione ordinaria e straordinaria; progettazione e riqualifica di impianti di riscaldamento, climatizzazione e telecontrollo (Area Tecnica: Industria - Leggera e Media)
	Gruppo Cordenons S.p.A.	Sede operativa - Via B. Donzelli, 48/1 - 38050 - Scurelle (TN)	Ricerca, sviluppo, produzione, acquisto e vendita di carta
	HERMES S.r.l.	UNITA' SECONDARIA - Unità Operativa - Ospedale Santa Chiara - Largo Medaglie D'Oro, 9 - 38122 - Trento (TN)	Gestione del servizio bar e market prodotti alimentari e accessori presso il punto vendita dell'ospedale Santa Chiara di Trento
	SANDOZ INDUSTRIAL PRODUCTS SPA	UNITA' SECONDARIA - SUANFARMA ITALIA S.P.A. - CORSO VERONA, 165 - 38068 - ROVERETO (TN)	Produzione di principi attivi per l'industria farmaceutica mediante fermentazione, estrazione e sintesi. Impianto di cogenerazione a biogas prodotto da digestione anaerobica; impianto di trigenerazione a gas naturale.
	SAPPI ITALY OPERATIONS SPA	UNITA' SECONDARIA - SITO OPERATIVO - Via Roma, 153 - 38083 - BORGO CHIESE (TN)	Sviluppo e produzione di carta patinata e non patinata per imballaggi flessibili ed etichettatura per contatto con alimenti mediante spappolamento di pura cellulosa, essiccazione, patinatura. Depurazione reflui. Produzione di energia elettrica e termica tramite cogenerazione a gas naturale.
UNI CEI EN ISO 50001:2018	**ACCIAIERIE VENETE S.P.A.**	VIA PUISLE 4 - 38051 - Borgo Valsugana (TN)	Gestione dell'energia per la progettazione e produzione di prodotti lunghi in acciaio legato e non legato: preparazione carica, fusione ed affinazione di rottame ferroso, trattamento in siviera, colata continua.
	LUXOTTICA SRL	UNITA' SECONDARIA - LUXOTTICA ROVERETO Via Caproni, 21 - 38068 - ROVERETO (TN)	Fabbricazione di occhiali da sole e montature per occhiali da vista mediante processi di lavorazione meccaniche,, trattamenti superficiali, montaggio e finitura
	RARI NANTES VALSUGANA S.S.D. A.R.L.	SEDE LEGALE o principale - SEDE LEGALE - Corso Ausugum, 22 - 38051 - BORGO VALSUGANA (TN)	Gestione del centro sportivo polifunzionale, incluso il servizio di bar e ristoro con impianti climatizzati. Progettazione ed erogazione di servizi orientati all'attività ludico-didattico-sportiva, in palestra e piscine coperte con acqua trattata e condizionata
	RARI NANTES VALSUGANA S.S.D. A.R.L.	UNITA' SECONDARIA - SEDE OPERATIVA - Piazza Generale Dalla Chiesa 1 - 38056 - LEVICO TERME (TN)	Gestione del centro sportivo polifunzionale, incluso il servizio di bar e ristoro con impianti climatizzati. Progettazione ed erogazione di servizi orientati all'attività ludico-didattico-sportiva, in palestra e piscine coperte con acqua trattata e condizionata
	SERVIZI ITALIA S.P.A.	Sede e/o Unità Operativa - Via Linfano, 6 - Zona Industriale - 38062 - Arco (TN)	Progettazione ed erogazione di servizi integrati di fornitura, noleggio, ricondizionamento (disinfezione, lavaggio, finissaggio, confezionamento), manutenzione e logistica di dispositivi riutilizzabili o monouso quali: tessuti (biancheria piana e vestiar
	TOSCANA ENERGIA SPA	SEDE LEGALE o principale - SEDE - Via Bellatalla, 1 - 56121 - Ospedaletto (TN)	Gestione dell'energia per la distribuzione gas naturale e GPL, progettazione e realizzazione impianti e reti(Area Tecnica: Industria pesante)
	TOSCANA ENERGIA SPA	UNITA' SECONDARIA - SITO - Via Archimede Bellatalla, 1 - 56121 - Ospedaletto (TN)	Gestione dell'energia per la distribuzione gas naturale e GPL, progettazione e realizzazione impianti e reti(Area Tecnica: Industria pesante)

Tabella 66: *Aziende con sede nella PAT con certificazione UNI CEI EN ISO 50001 in corso di validità*

Il Green Deal europeo, che riguarda tutti i settori dell'economia, prevede una tabella di marcia con azioni per stimolare l'uso efficiente delle risorse, grazie al passaggio a un'economia circolare e pulita, arrestare i cambiamenti climatici, mettere fine alla perdita di biodiversità e ridurre l'inquinamento. Il Green Deal, quindi, illustra gli investimenti necessari e gli strumenti di finanziamento disponibili e spiega come garantire una transizione giusta e inclusiva.

L'Europa ha delineato solo una roadmap per il 2050, mentre gli obiettivi sono sempre stati e continueranno a essere definiti a cadenze decennali. La proiezione al 2050 è costruita

"trascinando" a tale anno le politiche e le tendenze energetico-ambientali virtuose degli scenari al 2030 seguendo i drivers macroeconomici previsti. Considerato il lungo termine dello scenario, le previsioni vanno utilizzate con prudenza e flessibilità e monitorate in modo attivo in quanto presentano margini di incertezza maggiori, legati alle dinamiche di sviluppo tecnologico, a prezzi e disponibilità delle materie prime, assetti geopolitici, ecc.

Per favorire la transizione energetica si dovrà agire su diversi fronti, spingere sullo sviluppo dell'economia circolare e sulle connesse esigenze di evoluzione del sistema produttivo, con attenzione alla sostenibilità economica e sociale, puntando alla neutralità carbonica al 2050 rafforzando le misure per l'attuazione del PNIEC. [40]

Qualunque attività di trasformazione industriale di successo si dovrà basare sulla creazione di valore. Si tratta di un prerequisito per ogni investitore e rappresenterà una condizione chiave per far crescere la spesa di capitale. La decarbonizzazione a lungo termine sarà legata inevitabilmente a innovazione di prodotto, sviluppi di mercato, migliore produttività ed efficienza di processo.

Risulta auspicabile che venga perseguita una strategia che miri ad aiutare le PMI nella transizione, anche garantendo l'accesso alle giuste competenze a supporto dell'efficienza energetica e alle innovazioni digitali. Vanno rimossi gli ostacoli normativi e pratici all'attività commerciale o alla loro espansione. Inoltre ci si aspettano norme per condividere e adottare le migliori pratiche in modo di accelerare la crescita delle PMI ad alta tecnologia e delle start-up.

Per il solo settore industriale, il PNIEC prevede che al 2040 i consumi energetici aumentino leggermente rispetto al 2030 (+0,9% nello scenario Base e +0,1% nello scenario PNIEC). Ne consegue che il maggior contributo alla riduzione dei consumi energetici sarà dato da settori come il residenziale e dei trasporti. Come detto in precedenza risulta difficoltoso immaginare uno scenario plausibile al 2050 per il settore industriale anche e soprattutto a livello locale in quanto le variabili che influenzano i consumi energetici non sono prevedibili nel lungo periodo. [40]

6.3.2 Digitalizzazione nel mondo dell'efficienza energetica: sistemi di monitoraggio e di data driven

Tra i diversi ambiti di azione del PNIEC, si prevede quale elemento innovativo rispetto al passato e destinato a svilupparsi sempre di più nei prossimi decenni, la digitalizzazione del settore energetico. La generazione di dati da parte del sistema energetico (ad esempio con il miglioramento delle tecnologie e infrastrutture di misura e il demand side management), l'aumento della capacità di trasmissione dati delle reti di telecomunicazioni (banda larga) e l'accessibilità a una enorme mole di dati generati al di fuori del sistema energetico (ad esempio IoT - Internet of Things) ma di rilievo anche per il settore, richiedono che gli operatori si dotino di capacità di calcolo e analisi (big data) sia per migliorare la propria operatività, sia per offrire nuovi servizi. Pur non rappresentando ricerca energetica in senso stretto, il fenomeno è indice della digitalizzazione, un tema affrontato in maniera organica nel Piano Nazionale Industria 4.0 che offre una serie di strumenti di supporto in funzione della dimensione aziendale.

Di fatto, le incertezze sulla disponibilità delle materie prime, la volatilità dei costi energetici dovuti alla instabilità geo-politica e la pressione incessante della concorrenza globale hanno da tempo contribuito, in un contesto industriale, ad un cambiamento globale verso l'innovazione e l'efficienza produttiva. Quest'ultime vedono le loro basi in strategie note come **data-driven strategies** che si avvalgono dell'utilizzo e dell'analisi dei così detti Big Data per ottenere risposte efficienti ed immediate per le diverse esigenze produttive [41].
Tutti i processi produttivi o gli impianti ausiliari producono un'infinità di dati che se propriamente utilizzati possono diventare una risorsa enorme per l'azienda. I dati di fatto sono considerati da tutti un asset strategico da sviluppare per rimanere competitivi. Non a caso anche la politica ha incentivato molto l'adozione di tecnologie di digitalizzazione ed informatizzazione dei processi e sistemi industriali [42].

Nel corso del ciclo di vita di una fabbrica, il miglioramento continuo dell'efficienza energetica svolge un ruolo fondamentale nella riduzione degli impatti ambientali. Spinti da normative (es. ISO 50001, che prevede l'implementazione di sistemi di monitoraggio) e pressioni sui costi, sempre più aziende hanno implementato tecnologie e sistemi di risparmio energetico per migliorare la loro efficienza energetica come parte importante per il miglioramento continuo delle loro prestazioni sostenibili. Tuttavia, maggiore è il successo di un'azienda nel miglioramento dell'efficienza energetica, più diventa difficile per l'azienda identificare le

aree per un ulteriore miglioramento. Negli ultimi anni si sono sviluppati approcci e metodi per scoprire i potenziali di risparmio energetico analizzando le dinamiche, la complessità e i dati correlati al consumo di energia delle macchine o della fabbrica.

Le metodologie sviluppate si basano sui dati per identificare opportunità di risparmio energetico e quantificazione dei rispettivi potenziali di risparmio energetico. Il nuovo approccio apre un nuovo modo per scoprire il risparmio energetico nascosto, opportunità che sono invisibili e difficili da identificare [43]. Questo potrà essere particolarmente utile per le aziende che hanno già raggiunto un buon livello di efficientamento energetico per identificare e pianificare ulteriormente le aree ed i processi migliorabili. Per le aziende che non hanno investito in efficientamento energetico questa tecnologia permetterà loro di identificare in modo più puntuale gli interventi da realizzare, verranno meglio progettati e si otterranno prestazioni superiori alla media.

L'approccio può essere applicato a singoli processi, a determinati impianti ausiliari o all'azienda in generale.

Nell'ambito dell'efficienza energetica la tecnologia data-driven apre le strade a diverse soluzioni applicabili a diverse scale:

- **Energy Demand Management and Flexibility Capacity**
  - **Demand Response**: gestione ottimizzata di domanda e offerta di energia nei confini dell'azienda o del distretto di aziende analizzato
  - **Prosumer**: l'azienda dotata di sistemi di produzione di energia (fotovoltaico, cogenerazione etc) gestirà in modo dinamico i sui consumi e la produzione rendendola disponibile anche ai "vicini" con contratti dedicati (PPA: private purchasement agreement).
- **Manutenzione Predittiva & Fault Detection**: capacità di prevedere in anticipo le rotture degli impianti ed intervenire tempestivamente evitando fermi macchina
- **Performance Based Manufactoring**
  - **Simulazioni dinamiche:** simulazioni dinamiche del processo che ne permettono l'ottimizzazione facendo salva la quantità e la qualità della produzione.
  - **AI controls:** controllori dei processi/impianti con intelligenza artificiale a bordo in grado di massimizzare in continuo le prestazioni.

Si sottolinea come la sola implementazione di un sistema di monitoraggio non consenta da solo, di migliorare l'efficienza del ciclo produttivo. È sempre necessario analizzare "manualmente" i dati forniti dal sistema di monitoraggio ed elaborare una strategia di riduzione dei consumi che, in questo caso, si può stimare mediamente intorno al 5%.

La tecnologia Data Driven invece, elabora i dati monitorati e implementa una logica di controllo automatico sul ciclo produttivo sulla base di una programmazione pregressa. In questo modo il sistema si auto regola per raggiungere la massima efficienza energetica. Il costo del sistema Data Driven è decisamente più elevato rispetto al semplice monitoraggio ma permette risparmi energetici di gran lunga superiori che possono raggiungere anche il 20%, in media i risparmi si attestano attorno al 15%.

Ad oggi la tecnologia è disponibile sul mercato e si sta diffondendo anche nella Provincia Autonoma di Trento. Tuttavia sono i sistemi di monitoraggio ad essere preferiti e tendenzialmente, sono le aziende di grande dimensione e più strutturate a farne uso.

A fronte della caratterizzazione dell'industria produttiva trentina è emerso che essa è composta prevalentemente da piccole e medie imprese e risulta quindi auspicabile uno sforzo da parte della PAT per spingere questa tecnologia a favore delle PMI locali per stimolarne un salto di qualità nella riduzione dei consumi e nell'incremento della produttività.

Aspetti economici dei potenziali massimi dei sistemi di monitoraggio e gestione dell'energia

Considerando le potenzialità di queste due diverse tecnologie, sono stati valutati due casi estremi di potenziali massimi, considerando distintamente una diffusione delle due tecnologie del 100%, ossia su tutte le 3.227 industrie trentine, da cui vengono sottratte le 14 industrie trentine che già posseggono la ISO 50 001. I dati ottenuti sono sintetizzati nella **Tabella 67**.

***Tabella 67**: Riassunto dei dati relativi ai due potenziali massimi individuati ipotizzando la totale diffusione di solo sistemi di monitoraggio e di solo sistemi di gestione di energia data driven*

	POTENZIALE CONNESSO ALLA DIFFUSIONE DI SOLO SISTEMI DI MONITORAGGIO	**POTENZIALE CONNESSO ALLA DIFFUSIONE DI SOLO SISTEMI DI GESTIONE DATA DRIVEN**
Potenziale	**100% (3.213 industrie)**	**100% (3.213 industrie)**
Tempo di ritorno medio [anni]	2,0	2,0
COSTI DI INTERVENTO [€]	32.980.000	50.320.000
Costi auto-sostenibili [€]	32.980.000	50.320.000
Surplus di investimento [€]	-	-
RISPARMIO DI ENERGIA PRIMARIA [TEP]	**13.006**	**39.018**
RISPARMIO ECONOMICO [€]	**19.259.569**	**57.778.708**

Riduzione emissioni di CO_2 connessa [tCO_2]	**55.535**	**166.606**

Dalla Tabella 67emerge che i costi di investimenti per il raggiungimento di una copertura totale variano tra i 32 e i 50 milioni di euro, che permetterebbero un risparmio di energia primaria tra i 20 ei 60 mila TEP, con i conseguenti range di risparmio economico e di emissioni riportato in tabella.

In riferimento a quanto indicato in Appendice 3 il costo medio per l'installazione di un impianto di monitoraggio e di sistema data driven è stato indicato essere di 25.000 €, con un tempo di ritorno di 2 anni, quindi l'investimento sarebbe conveniente per l'industria ed anche interamente auto-sostenibile.

***Tabella 68**: Indicazioni delle voci di costo*

Sistemi Data Driven		
	Per piccole industrie	***Per medio/grandi industrie***
Strumenti	10%	25%
Installazione	5%	10%
Personale specializzato	85%	65%
Totale	**10-15.000€**	**30-40.000 €**
Sistemi di monitoraggio		
	Per piccole industrie	***Per medio/grandi industrie***
Strumenti	20%	20%
Installazione	10%	10%
Personale specializzato	70%	70%
Totale	**5-10.000€**	**10-20.000 €**

Nella Tabella 68 sono presenti delle indicazioni sulle voci di costo a seconda delle dimensioni della zona produttiva da monitorare. Tipicamente in piccoli impianti produttivi i consumi monitorati sono solamente elettrici, e quindi caratterizzati da una maggior facilità di monitoraggio, di installazione dei misuratori e di cablaggio. Le grandi industrie hanno solitamente sistemi di produzione più complessi, in cui è necessario un monitoraggio del calore oltre che dell'energia elettrica. L'installazione di misuratori di portata per la contabilizzazione del calore è più complicata tecnicamente e costosa, voce di costo che va a pesare sulle spese. In entrambi i casi la voce di costo del personale specializzato è rilevante, è necessario infatti, oltre alla parte hardware una elaborazione degli output del software, e soprattutto nel caso di sistemi più complessi è necessario inoltre uno studio preliminare.

7 SCENARI DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI

7.1 Efficienza energetica: l'ammodernamento tecnologico dei processi produttivi

A seguire si evidenziano gli scenari più plausibili relativi all'evoluzione, nel periodo 2016÷2030, del fabbisogno di energia primaria e dell'intensità energetica dell'industria sia a livello nazionale sia a livello di Provincia Autonoma di Trento (PAT).

A livello nazionale sono stati definiti e riportati nel Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC) i seguenti scenari: [40]

- **scenario BASE** che descrive l'evoluzione del sistema energetico con le politiche e le misure correnti (scenario **Business As Usual**);
- **scenario PNIEC** cheprevede il rafforzamento delle stesse politiche e misure e quantifica gli obiettivi strategici del Piano.

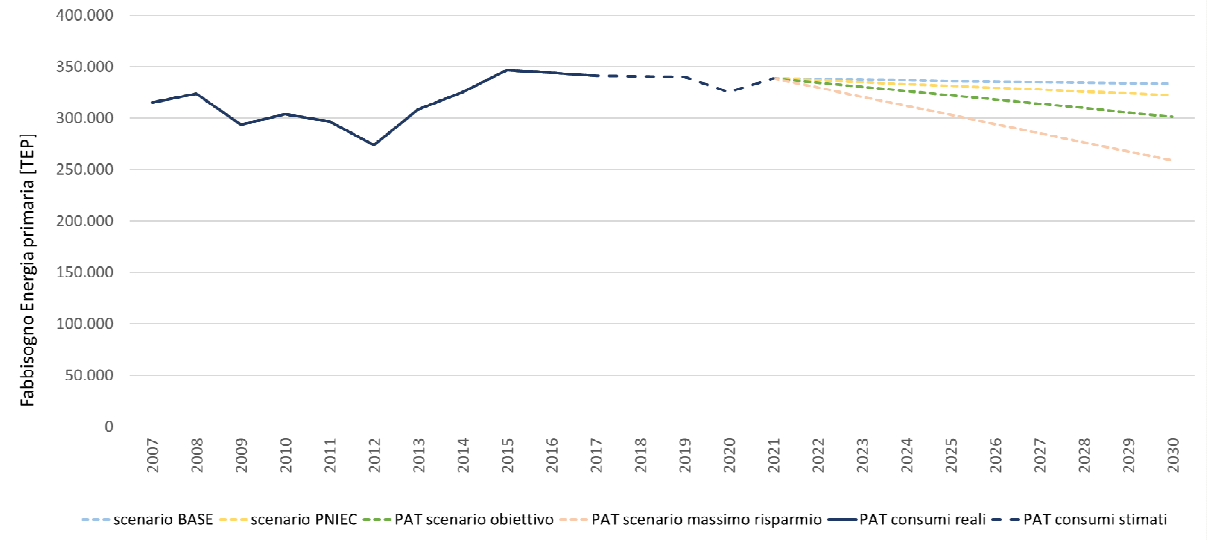
In particolare, le principali misure già ad oggi attive e di cui si avvarrà l'Italia per il raggiungimento degli obiettivi del PNIEC al 2030 si possono così sintetizzare: [40]

- diagnosi energetiche dei siti produttivi delle grandi imprese e delle imprese energivore ai sensi del D.Lgs 102/2014;
- adozione di Sistemi di Gestione dell'Energia da parte delle imprese in conformità alla norma ISO 50.001;
- accesso al meccanismo dei Certificati Bianchi (D.M. 10/05/2018) per l'incentivazione economica degli interventi di efficienza energetica;
- richiesta dei Certificati Bianchi per il riconoscimento della Cogenerazione ad Alto Rendimento (D.M. 05/09/2011);
- accesso al Fondo Nazionale per l'Efficienza Energetica (D.M. 22/12/2017);
- accesso a tutti i sistemi di sostegno degli investimenti delle imprese che ricadono nell'ambito del Piano Nazionale Impresa 4.0. Fra questi si ricordano il credito d'imposta e gli incentivi previsti dalla Nuova Sabatini (D.L. 69/2013, art. 2) destinati alle micro, piccole e medie imprese che investono nell'acquisto o nel leasing di beni strumentali, come macchinari, attrezzature, impianti, hardware, software e tecnologie digitali;
- richiesta degli incentivi previsti dal Conto Termico 2.0 (D.M. 16/02/2016);
- attuazione di interventi di efficienza energetica promossi dalle Politiche di Coesione 2021-2027.

Il set di politiche e misure sopra elencate potrà essere oggetto di revisione e potenziamento nei prossimi anni, al fine di garantire il raggiungimento degli obiettivi prefissati dal PNIEC. La volontà è quella di promuovere una maggiore specializzazione degli strumenti differenti per settori e per interventi, al fine di eliminare sovrapposizioni e concorrenzialità tra misure, concentrare le risorse, facilitare l'accesso, e massimizzare i risparmi.

In Figura 72 sono rappresentate le evoluzioni del consumo globale di energia primaria dell'industria trentina sulla base delle previsioni dello scenario base (azzurro) e dello scenario PNIEC (giallo): il primo scenario prevede una riduzione del consumo al 2030 pari all'1,8% rispetto al livello del 2020, mentre il secondo fissa al 5,7% la contrazione del consumo al 2030 rispetto al 2020 (v. anche Tabella 69). [40]

Figura 72: *Scenari di evoluzione del fabbisogno di energia primaria dell'industria trentina al 2030 (considerando l'effetto lockdown nel 2020)*



Si fa notare che l'andamento dei consumi nel 2020 tiene in considerazione l'impatto, registrato nei mesi di marzo ed aprile, dell'emergenza sanitaria dovuta al Covid-19 e del conseguente lockdown. Le limitazioni che sono state imposte hanno costretto numerose aziende a sospendere le proprie attività, con un azzeramento, di fatto, dei propri consumi energetici. A causa dei due mesi di lockdown considerati, l'ISTAT ha stimato un calo dei consumi pari al 4,1% su base annua e tale riduzione è stata assunta nella presente analisi anche per le imprese trentine. Per la valutazione dei consumi del 2021 è si è mantenuto l'andamento tendenziale prima della pandemia.

In Figura 72 è mostrato anche lo scenario "**PAT massimo risparmio**" (rosa), che rappresenta graficamente il potenziale massimo di risparmio di energia primaria individuato nel capitolo

6.1: la riduzione del consumo è del 24,8% al 2030 rispetto al 2016 e del 23,6% rispetto al 2021 (v. anche Tabella 69). Tuttavia tale ultimo scenario sembra non essere plausibile in quanto, in funzione della singola realtà aziendale, sussistono vincoli e/o limitazioni più o meno rilevanti di carattere tecnico, che non rendono possibile l'esecuzione di tutti gli interventi che sono stati individuati per il conseguimento del potenziale massimo di risparmio. Oltre agli aspetti strettamente tecnici, un altro elemento da non trascurare è legato al fatto che uno stesso intervento, previsto in realtà industriali differenti, registra inevitabilmente tempi di ritorno dell'investimento anche molto diversi e pertanto non può essere preso in considerazione dalla totalità delle imprese, ma solo dove risulta economicamente sostenibile.

Lo scenario ritenuto invece più realistico è lo scenario "**PAT obiettivo**" (verde) di Figura 72, caratterizzato da un obiettivo finale di risparmio energetico più contenuto ma pur sempre molto ambizioso: la riduzione del consumo al 2030 è del12,4% rispetto al 2016, ossia si prevede di dimezzare lo scenario di massimo risparmio applicato al 2016. Considerando uno scenario 2021-2030 si prevede una riduzione del fabbisogno di energia primaria del 11,0% rispetto al 2021 (Tabella 69). Il raggiungimento di questo obiettivo si ritiene possibile in virtù del maggiore livello di consapevolezza e sensibilità energetica che caratterizza il territorio trentino rispetto a molte altre Regioni d'Italia. Inoltre, le dimensioni e le caratteristiche della maggior parte delle imprese trentine, che rientrano nella definizione di industria leggera, favoriscono lo sviluppo di iniziative di innovazione ed efficienza energetica di diversa natura, permettendo una maggiore flessibilità nella scelta degli interventi da attuare rispetto ad altre realtà produttive d'Italia dell'industria pesante.

In sintesi, i diversi scenari definiti prevedono per l'industria trentina le riduzioni del fabbisogno di energia primaria riportate in Tabella 69. [40]

***Tabella 69**: Riduzioni percentuali del fabbisogno di energia dell'industria trentina negli scenari previsti*

Scenario	***Riduzione percentuale fabbisogno di energia primaria***	
	Dal 2016 al 2030	***Dal 2021 al 2030***
PAT obiettivo	**12,4%**	**11,0%**
PAT massimo risparmio	**24,8%**	**23,6%**

In Tabella 70 sono riportati i fabbisogni di energia primaria dell'industria trentina relativi al 2016 (dato reale), al 2021 e al 2030 (dati stimati secondo le tendenze degli scenari PAT in Tabella 69). Gli scenari di riduzione delle emissioni saranno applicati all'anno 2021.

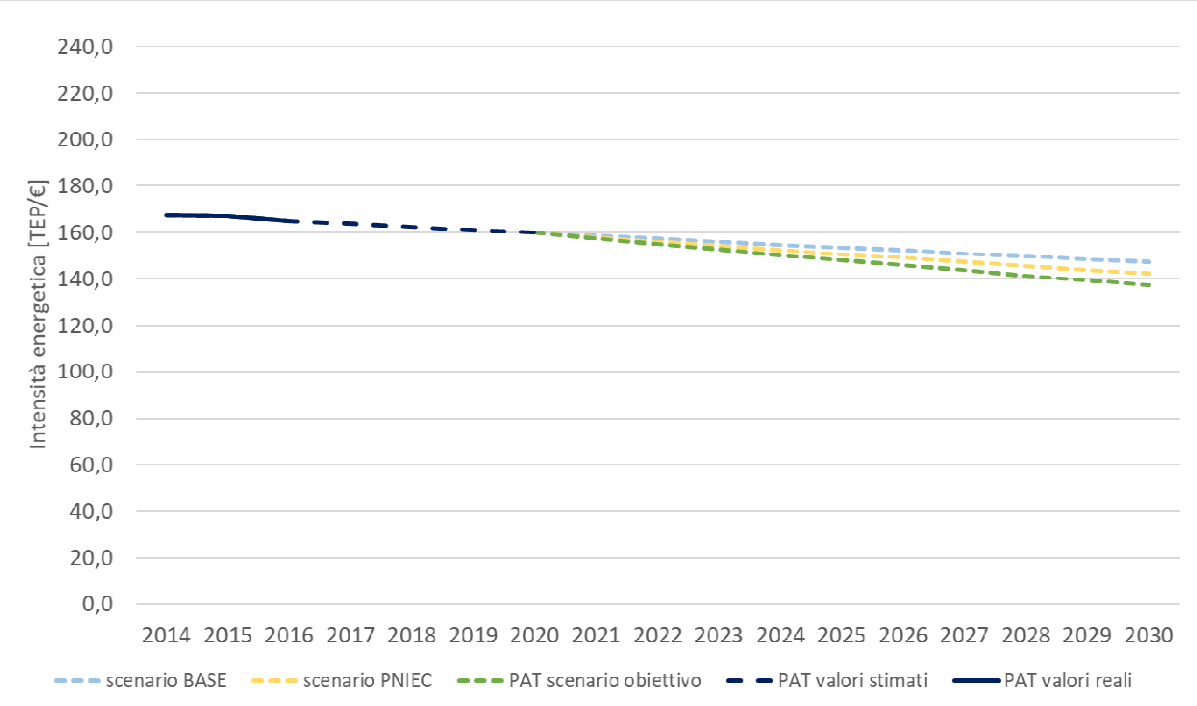
***Tabella 70**: Valori assunti dal fabbisogno di energia dell'industria trentina negli scenari previsti*

Scenario	Valori del fabbisogno di energia primaria (TEP)			
	Anno 2016 (valore reale)	Anno 2020 (stima con lockdown)	Anno 2021	Anno 2030 (previsione)
PAT obiettivo	**344.120,5**	339.145,5	**338.524,3**	**301.377,2**
PAT massimo risparmio				**258.633,8**

In Figura 73 sono mostrati nei diversi scenari gli andamenti dei valori di intensità energetica, definita come il rapporto tra il fabbisogno di energia primaria espresso in TEP ed il valore aggiunto in Euro.

Secondo le previsioni dello scenario base (azzurro) l'intensità energetica si potrà ridurre del 7,8% al 2030 rispetto al 2020, mentre la riduzione è fissata all'11% nello scenario PNIEC (giallo). Si prevede che le azioni intraprese nell'ambito dello scenario 2021-2030 "PAT obiettivo" possano ulteriormente migliorare l'intensità energetica fino ad un massimo del circa 12,8%.

***Figura 73**: Scenari di variazione dell'intensità energetica fino al 2030*



In Figura 74 sono riportati gli scenari relativi all'andamento delle emissioni di CO_2 elaborati a partire dai precedenti scenari sul fabbisogno di energia primaria. La riduzione delle emissioni di anidride carbonica connessa agli scenari è stata calcolata considerando il fattore di conversione dell'anno di baseline (2016), 407,7 tCO_2/GWh.

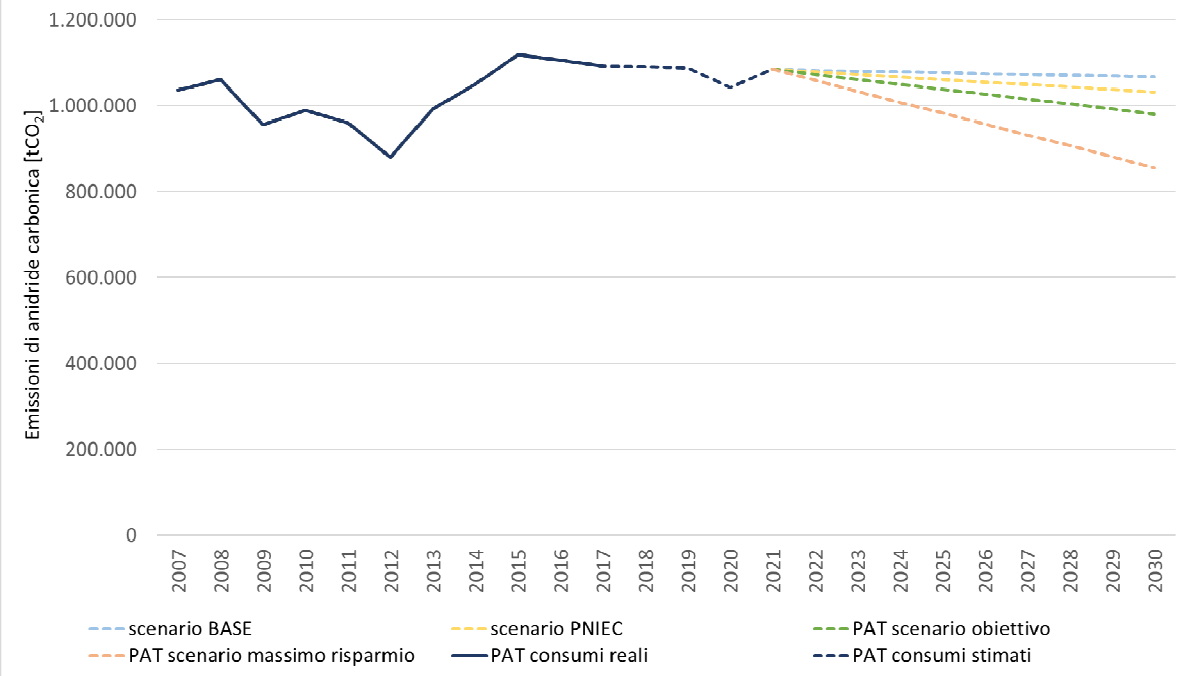


***Figura 74**: Evoluzione della produzione di CO_2 e scenari di riduzione delle emissioni in riferimento all'industria produttiva trentina al 2030*

In Tabella 71sono riportate le riduzioni delle emissioni di CO_2 attese al 2030partendo dal 2016 (anno di riferimento per la PAT) e dal 2020 (anno degli scenari di riduzione delle emissioni) per l'industria trentina. Le percentuali di riduzione della CO_2 differiscono dalle percentuali di riduzione del fabbisogno energetico in quanto si stima che il mix energetico nazionale per la produzione di energia preveda una quota rinnovabile via via sempre più elevata.

***Tabella 71**: Riduzione percentuale delle emissioni dell'industria trentina negli scenari previsti*

Scenario	***Riduzione percentuale delle emissioni di CO_2***	
	Dal 2016 al 2030	***Dal 2021al 2030***
PAT obiettivo	**11,3%**	**9,6%**
PAT massimo risparmio	**22,6%**	**21,2%**

In Tabella 72 sono riportati i livelli assoluti di emissione di CO_2 relativi al 2016 (dato reale di baseline), al 2021 e al 2030 (dato stimato secondo gli scenari PAT del fabbisogno energetico).

***Tabella 72**: livello di emissioni di CO_2 reale e stimato al 2030 dell'industria produttiva trentina*

Scenario	**Livello di emissione di CO_2**

	[tCO_2]			
	Anno 2016 (valore reale)	**Anno 2020 (stima con lockdown)**	**Anno 2021**	**Anno 2030 (previsione)**
PAT obiettivo	**1.105.643,6**	1.086.371,4	**1.084.381,8**	**980.586,5**
PAT massimo risparmio				**855.529,4**

Aspetti economici

Nella Tabella 81 e Figura 81, riportate in Appendice 3, sono riportati gli interventi considerati e i relativi contributi, al fine del raggiungimento del potenziale massimo di diminuzione dei consumi, descritto nel capitolo6.1. Nello stesso capitolo sono stati individuati gli interventi più diffusi e che permettono riduzioni maggiori di fabbisogni di energia primaria e delle emissioni. A fronte delle considerazioni effettuate nel capitolo 6.1sugli interventi, i comparti tecnologici su cui puntare risultano essere aria compressa, motori elettrici e dove presenti forni e generatori di vapore, i cui dati sono riportati in Tabella 59.

Intervenendo massicciamente sui primi due comparti citati, si ottiene un risparmio economico, rispettivamente del 22% e del 31%, per un risparmio di circa il 50% del risparmio totale solo intervenendo su due comparti (vedi Tabella 54), per altro molto diffusi un po' in tutte le classi merceologiche individuate. Tali interventi hanno inoltre un tempo di ritorno di 4 anni, quindi sono quasi interamente auto-sostenibile.

Considerando l'obiettivo della PAT in riferimento all'efficientamento energetico, riportati inTabella 70, la previsione di riduzione del fabbisogno di energia primaria (in TEP) al 2030, è di 37.147 TEP, rispetto all'anno 2021.

Nella Tabella 73sono sintetizzatele possibili indicazioni operative per il conseguimento dello scenario PAT obiettivo efficientamento energetico 2021-2030.

***Tabella 73**: Indicazioni operative per il raggiungimento dello scenario PAT obiettivo efficientamento energetico 2021-2030*

PAT obiettivo – efficientamento energetico (2021-2030): 37.147 TEP

Intervento su:	Aria compressa Motori elettrici	Aria compressa Motori elettrici Forni Generatori di vapore	Tutti gli interventi
Risparmio di energia primaria degli interventi effettuandoli tutti [TEP]	29.542	73.537	85.487
% di raggiungimento rispetto ai risparmi totali, necessari per il raggiungimento del PAT obiettivo	100,00%	50,52%	43,45%
Obiettivo di risparmio di energia primaria degli interventi [TEP]	29.542	37.147	37.147
Costi di investimento [€]	94.821.895	95.159.635	63.851.182
Riduzione delle emissioni degli interventi [tCO_2]	107.039	107.121	108.684
Risparmi economici [€]	33.057.624	26.196.495	27.071.113

Come emerge dalla tabella, in realtà il solo comparto di aria compressa e motori elettrici non permette di raggiungere l'obiettivo di riduzione di fabbisogno di energia primaria, ma può contribuire alla maggior parte della riduzione. Partendo dalla Tabella 73 sono stati valutati i costi medi e le possibili riduzioni connesse allo scenario PAT obiettivo 2016-2030 in riferimento all'efficientamento energetico.

Tabella 74: Riassunto dei dati relativi allo scenario PAT obiettivo 2016-2030 efficientamento energetico

	INTERVENTI - SCENARIO PAT OBIETTIVO EFFICIENTAMENTO ENERGETICO
COSTI DI INTERVENTO MEDI [€]	**95.547.844**
Costi auto-sostenibili medi [€]	64.047.960
Surplus di investimento medio [€]	31.499.884
Risparmio di energia primaria connesso agli interventi [TEP]	**37.147**
Risparmio economico medio connesso agli interventi [€]	**28.775.077**
Riduzione media emissioni di CO_2 connessa agli interventi [tCO_2]	**107.615**
	SCENARIO PAT OBIETTIVO 2016-2030 EFFICIENTAMENTO ENERGETICO
RISPARMIO DI ENERGIA PRIMARIA scenario 2016-2030 [TEP]	**42.743**
RISPARMIO ECONOMICO MEDIO scenario 2016-2030 [€]	**28.775.077**
RIDUZIONE MEDIA EMISSIONI di CO_2scenario 2016-2030 [tCO_2]	**125.057**
Contributo percentuale alla riduzione delle emissioni rispetto al 2016	**11,3%**

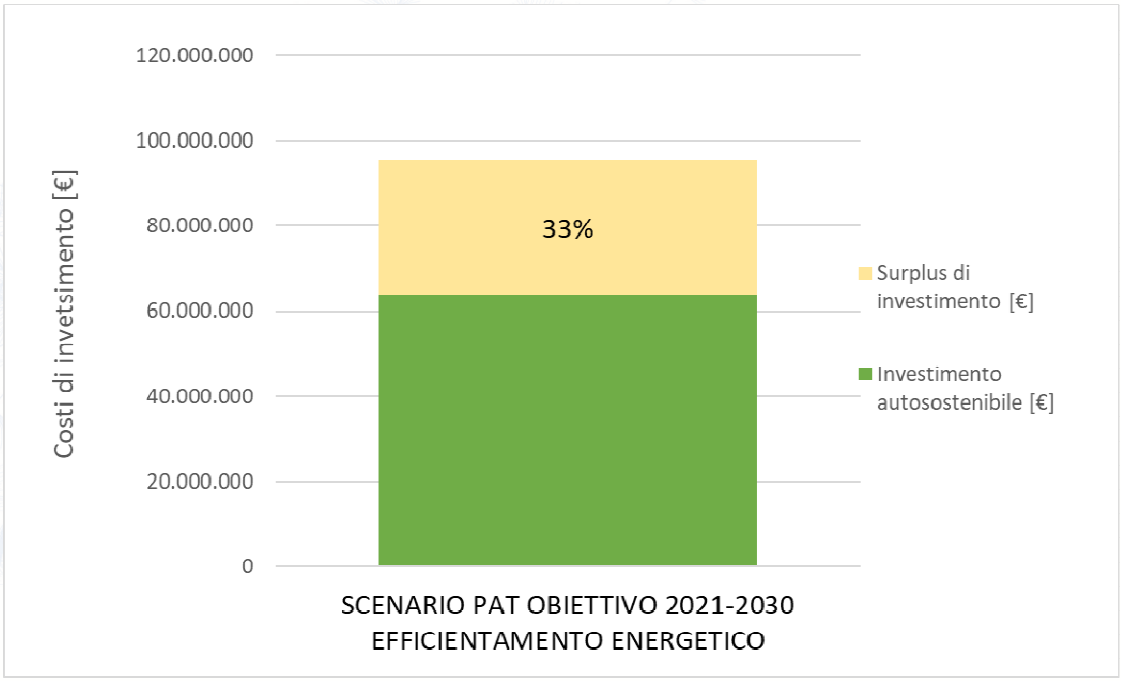


***Figura 75**: Rappresentazione del surplus di investimento per lo scenario PAT obiettivo 2021-2030 efficientamento energetico*

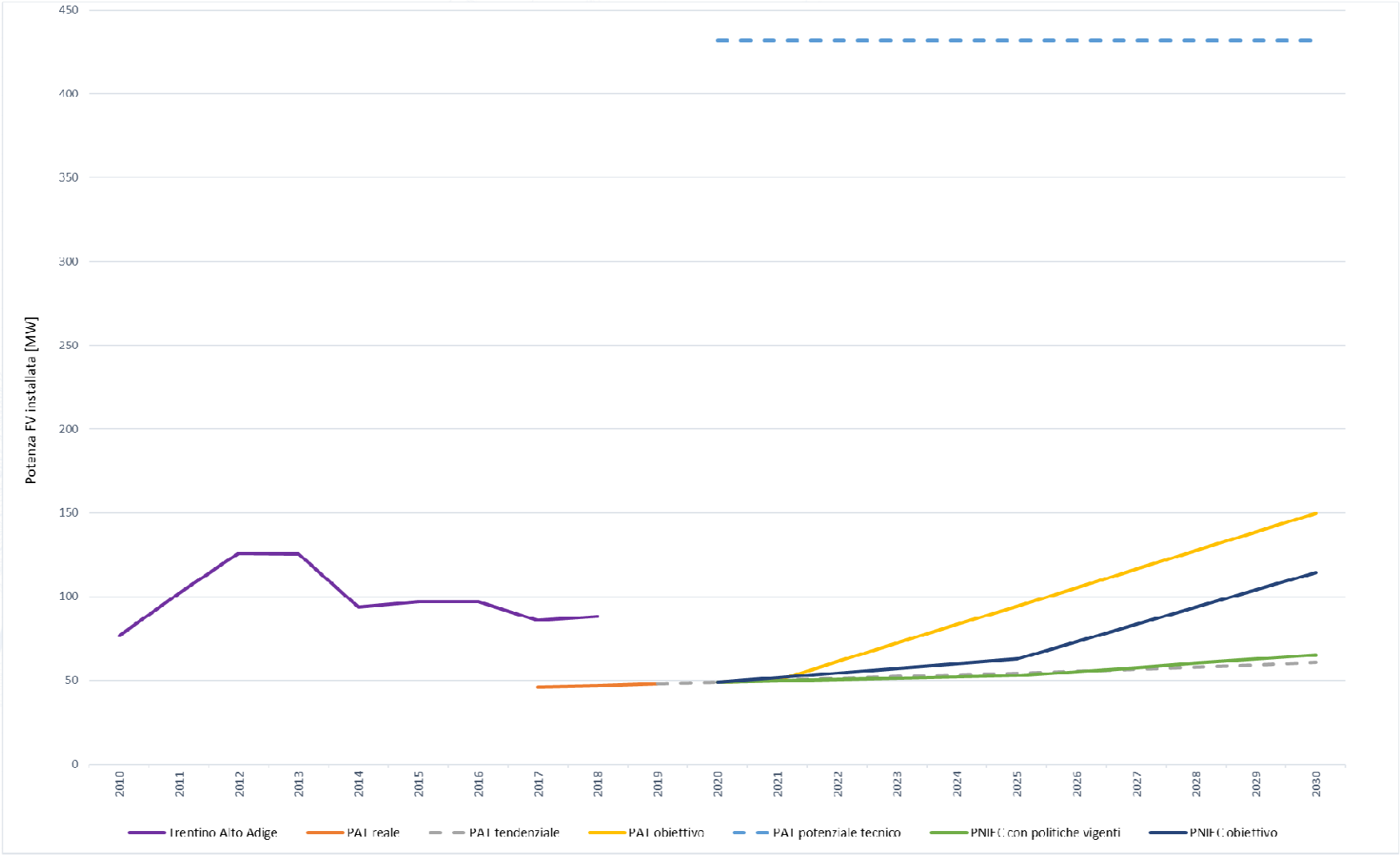
7.2 Diffusione del fotovoltaico

Delle fonti energetiche rinnovabile individuate nel capitolo 6.2. la buona parte sono state individuate come residuali, solo nel fotovoltaico è stato visto un potenziale ampliamento. In Figura 76vengono riportati gli scenari più plausibili di evoluzione della potenza fotovoltaica installata in **ambito industriale** fino al 2030 nel territorio della Provincia Autonoma di Trento. Si richiama inoltre quanto precedentemente introdotto nel capitolo 6.2. I diversi scenari considerano misure più o meno impattanti che potranno o meno essere applicate per stimolare lo sviluppo di tale tecnologia.I dati fino al 2019 sono stati estrapolati dai rapporti annuali sul fotovoltaico redatti dal GSE.

A seguire si descrivono i vari scenari riportati in Figura 76:

- Trentino Alto Adige (linea viola): potenza fotovoltaica installata in ambito industriale nel Trentino Alto Adige negli anni dal 2010 al 2018;
- PAT reale (linea arancione): potenza installata nella sola Provincia Autonoma di Trento negli anni dal 2016 al 2019. Da questi ultimi emerge che metà della potenza installata a livello regionale è da attribuirsi alla PAT;
- **PAT tendenziale** (linea grigia): evoluzione 2020÷2030 della potenza installata nella PAT considerando un incremento percentuale annuale pari alla media registrata dal 2016 al 2019 ovvero del 2,15% annuo;
- **PNIEC con politiche vigenti** (linea verde): evoluzione 2020÷2030 della potenza installata nella PAT considerando lo stesso incremento percentuale annuale medio considerato nel PNIEC a livello nazionale; si nota come lo scenario PAT tendenziale sia molto prossimo allo scenario PNIEC con politiche vigenti;
- **PNIEC obiettivo** (linea blu): evoluzione 2020÷2030 della potenza installata nella PAT considerando lo stesso incremento percentuale annuale medio considerato nel PNIEC obiettivo a livello nazionale;
- **PAT obiettivo** (linea gialla): evoluzione 2021÷2030, si pone l'obiettivo di raggiungere al 2030 una potenza installata di fotovoltaico industriale di 150 MWp. Come introdotto nel capitolo 6.2, tale obiettivo prevede di favorire lo sviluppo di comunità energetiche nelle principali zone industriali trentine ubicate nei pressi dei centri abitati;
- **PAT potenziale teorico** (linea celeste): potenziale massimo installabile ricoprendo tutte le coperture effettivamente sfruttabili dei capannoni industriali ubicati nel territorio della PAT.

Figura 76: scenari di evoluzione della potenza fotovoltaica installata



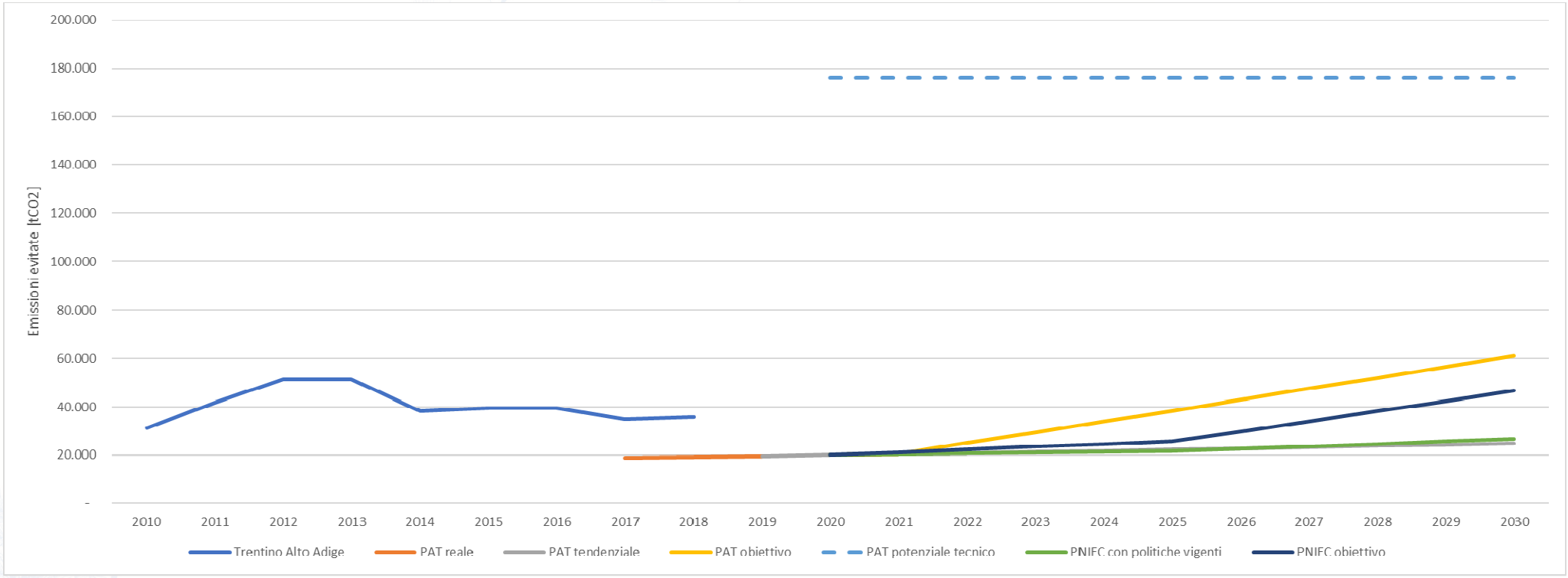
Dal "Rapporto statistico Solare Fotovoltaico – 2019" risulta che nell'ambito industriale della PAT erano installati impianti fotovoltaici per una potenza pari a 48 MW. Considerando l'incremento tendenziale degli ultimi 3 anni, nel 2021 ci si aspetta una potenza installata pari a 50 MW.

***Tabella 75**: Scenari con la potenza installata al 2030*

Scenario	Potenza installata		incremento
	2021	2030	
	MW	*MW*	*%*
PAT tendenziale	50	61	24%
PAT obiettivo	50	150	199%
Potenziale tecnico	432	432	-
PNIEC con politiche vigenti	50	65	33%
PNIEC obiettivo	50	114	121%

Il PAT obiettivo che prevede appunto una potenza installata al 2030 pari a 150 MW, e dunque un'installazione di 100MWp tra il 2021 e il 2030.Le ipotesi di partenza su cui si basa tale scenario assumono una produzione fotovoltaica media di energia elettrica pari a circa 1.000 kWh/kWp installato e un fattore di emissione per la tecnologia fotovoltaica pari a 0 gCO_2/kWh di energia elettrica prodotta. Si assume inoltre un fattore di emissione dell'energia elettrica prodotta dal sistema elettrico nazionale pari a 407,7tCO_2/GWh.

Figura 77:Evoluzione delle emissioni evitate [tCO_2]



In Figura 77 sono riportati i diversi scenari di evoluzione delle emissioni di CO_2 evitate per mezzo della produzione di energia elettrica da fotovoltaico.Come si può notare dal confronto con gli scenari di evoluzione della potenza fotovoltaica installabile, il trend delle emissioni evitate è del tutto analogo in quanto risultante dal prodotto tra potenza, producibilità e fattore di emissione, tutti termini costanti in un determinato anno.

Tabella 76: scenari di evoluzione delle emissioni evitate conseguenti la produzione fotovoltaica

Scenario	Emissioni evitate		incremento
	2020	2030	
	tCO2	*tCO2*	*%*
PAT tendenziale	20.420	24.731	21%
PAT obiettivo	20.420	61.000	199%
PAT potenziale tecnico	176.015	176.015	-
PNIEC con politiche vigenti	20.420	26.603	33%
PNIEC obiettivo	20.420	46.663	133%

Valgono quindi le stesse considerazioni fatte per gli scenari relativi alla potenza installabile al 2030. In particolare, il PAT obiettivo potrebbe raggiungere un livello di emissioni evitate, tra 2021 e 2030 pari a 40.580 tCO_2.

Aspetti economici

Nella tabella sottostante sono riassunti i costi di investimenti e risparmi connessi allo scenario PAT obiettivo 2021-2030 di generazione di energia in loco, che prevede l'installazione di 100 MWp su coperture industriali, ed i conseguenti risultati rispetto all'anno di baseline 2016.

***Tabella 77**: Riassunto dei dati relativi allo scenario PAT obiettivo 2016-2030 generazione di energia in loco*

	INTERVENTI - SCENARIO PAT OBIETTIVO GENERAZIONE DI ENERGIA IN LOCO
Tempo di ritorno medio [anni]	7,5
COSTI DI INTERVENTO [€]	**124.416.495**
Costi auto-sostenibili [€]	49.766.598
Surplus di investimento [€]	74.649.897
Risparmio di energia primaria connesso agli interventi [TEP]	**8.560**
Risparmio economico medio connesso agli interventi [€]	**14.929.979**
Riduzione media emissioni di CO_2 connessa agli interventi [tCO_2]	**40.580**
	SCENARIO PAT OBIETTIVO 2016-2030 GENERAZIONE DI ENERGIA IN LOCO
RISPARMIO DI ENERGIA PRIMARIA scenario 2016-2030 [TEP]	**8.944**
RISPARMIO ECONOMICO scenario 2016-2030 [€]	**14.929.979**
RIDUZIONE EMISSIONI di CO_2 scenario 2016-2030 [tCO_2]	**42.246**
Contributo percentuale alla riduzione delle emissioni rispetto al 2016	**3,8%**

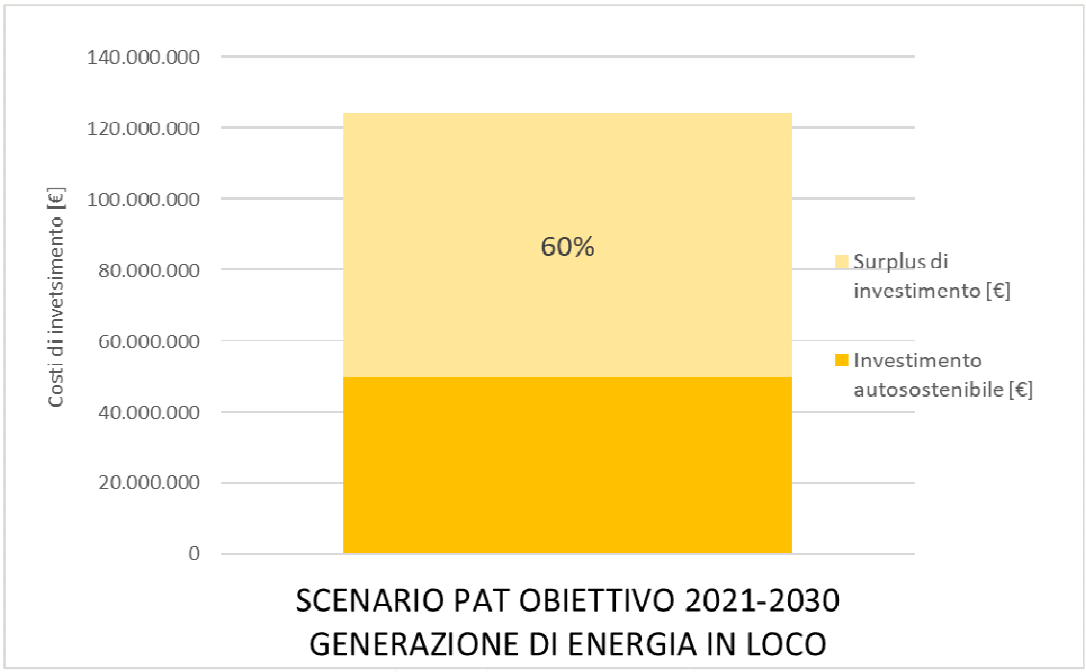


***Figura 78**: Rappresentazione del surplus di investimento per lo scenario PAT obiettivo 2021-2030 generazione di energia in loco (fotovoltaico)*

7.3 Sistemi di gestione e di monitoraggio

Per rispondere alle necessità introdotte dalla transizione energetica e dal miglioramento della sicurezza in ambito industriale, si renderà necessario introdurre e/o rafforzare le tecnologie, e sistemi e i modelli organizzativi e gestionali funzionali a tale cambiamento.

In particolare, per quanto riguarda la gestione dell'energia, come evidenziato nel capitolo "Potenziale di riduzione delle emissioni mediante misure e tecnologie innovative di gestione dell'energia",la sola implementazione di un **sistema di monitoraggio** non consente da solo, di migliorare l'efficienza del ciclo produttivo. È sempre necessario analizzare "manualmente" i dati forniti dal sistema di monitoraggio ed elaborare una strategia di **riduzione dei consumi** che, in questo caso, si può stimare mediamente **intorno al 5%**.

La tecnologia **Data Driven** invece, elabora i dati monitorati e implementa una logica di controllo automatico sul ciclo produttivo sulla base di una programmazione pregressa. In questo modo il sistema si auto regola per raggiungere la massima efficienza energetica. Il costo del sistema Data Driven è decisamente più elevato rispetto al semplice monitoraggio ma permette **risparmi energetici** di gran lunga superiori che possono raggiungere anche il **20%**.

Ad oggi la tecnologia è disponibile sul mercato e si sta diffondendo anche nella Provincia Autonoma di Trento. Tuttavia sono i sistemi di monitoraggio ad essere preferiti e tendenzialmente, sono le aziende di grande dimensione e più strutturate a farne uso.

A fronte della caratterizzazione dell'industria produttiva trentina è emerso che essa è composta da 3.227 imprese, prevalentemente piccole e medie, e risulta quindi auspicabile uno sforzo da parte della PAT per spingere questa tecnologia a favore delle PMI locali per stimolarne un salto di qualità nella riduzione dei consumi e nell'incremento della produttività.Nello specifico la distinzione tra tipologie di industrie, è stata precedentemente analizzata nel capitolo 3.1 in Tabella 7, è riassunta nella tabella sottostante.

Tabella 78: Dati delle industrie trentine distinte per classi di imprese (anno di baseline 2016)

	Micro e piccole industrie	***Medie industrie***	***Grandi industrie***	***Totale***
Numero industrie [-]	3.128	89	10	**3.227**
Incidenza sul totale [%]	96,9%	2,8%	0,3%	**100%**
Consumi medi specifici per classe di impresa [TEP/azienda]	56	1.000	8.000	-
Consumi di energia primaria della classe d'impresa [TEP]	175.121	89.000	80.000	**344.121**

Nella Tabella 78 inoltre è stato riassunto il consumo specifico medio della classe di industria di riferimento e il consumo totale di energia primaria misurato in TEP.

Lo scenario PAT obiettivo 2021-2030 gestione dell'energia, sottende le seguenti assunzioni:

- **Riduzione consumi con sistema di monitoraggio: 5%**
- **Riduzione consumi con sistema Data Driven: 15%**
- **Numero imprese con monitoraggio al 2030 (40% del totale): 1.276** composte da sole piccole e micro imprese.
- **Numero imprese con Sistemi di gestione dell'energia al 2030 (10% del totale): 335**, composte da tutte le medie industrie (85) e una parte di piccole industrie (250).

Nel complesso le medie imprese sarebbero 89, ma a fronte della presenza in provincia di 14 aziende aderenti alla certificazione ISO 50001, è plausibile pensare che 10 di esse siano le grandi industrie mentre le restanti quattro siano medie industrie.
Si prevede pertanto al 2030 di avere una penetrazione complessiva dei sistemi di gestione e di monitoraggio di circa il 50%. [44] Sulla base di tali considerazioni è stato stimato lo scenario PAT obiettivo 2021-2030 gestione dell'energia e sono stati stimati i risparmi di energia primaria, economici e di emissioni come riportato in**Tabella 79** e in Figura 79.

Tabella 79*: Produzione e risparmi stimati per lo scenario PAT obiettivo relativo alla diffusione dei sistemi di gestione e monitoraggio*

Tecnologia	**Riduzione dei consumi**	**Risparmio di energia [TEP]**	**Risparmio di emissioni [tCO_2]**
Sistema di monitoraggio	5%	3.571	15.250
Sistema di gestione	15%	14.849	56.417
Totale	-	**18.421**	**71.666**

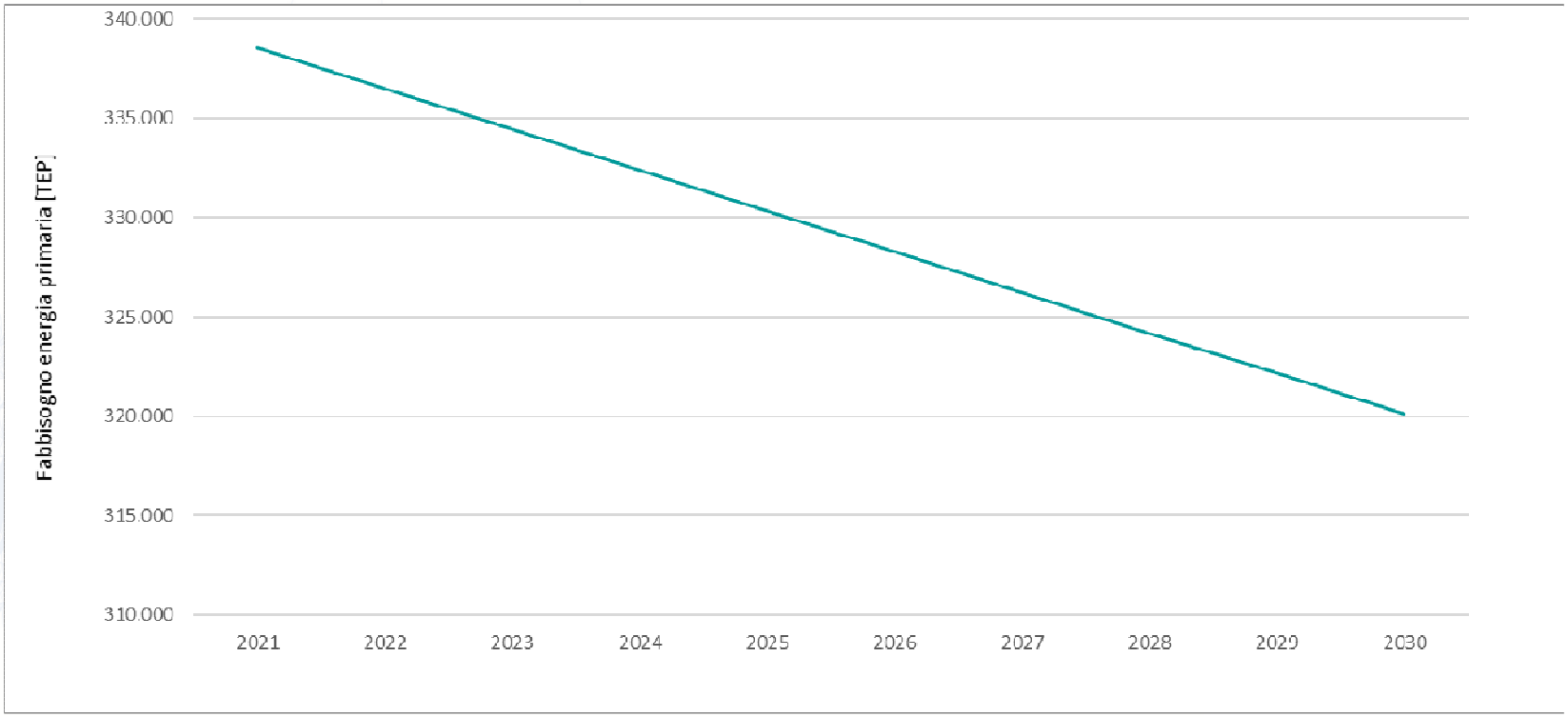


***Figura 79**: Riduzione dei fabbisogni di energia primaria previsti con lo scenario PAT obiettivo 2021-2030 gestione dell'energia*

Aspetti economici

Nella tabella sottostante sono riassunti i costi di investimenti e risparmi connessi allo scenario PAT obiettivo 2016-2030 di gestione dell'energia, che corrisponde al contributo dato dagli interventi precedentemente descritti.

***Tabella 80**: Riassunto dei dati relativi allo scenario PAT obiettivo 2016-2030 gestione dell'energia*

	MONITORAGGIO per micro-piccole industrie	**DATA DRIVEN per piccole-medie industrie**	**INTERVENTI - SCENARIO PAT OBIETTIVO GESTIONE DELL'ENERGIA**
N°imprese	**1.276**	**335**	**1.611**
Tempo di ritorno medio [anni]	2,0	2,0	2,0
COSTI DI INTERVENTO [€]	**12.758.537**	**13.400.000**	**26.158.537**
Costi auto-sostenibili [€]	12.758.537	13.400.000	26.158.537
Surplus di investimento [€]	-	-	-
Risparmio di energia primaria connesso agli interventi [TEP]	**3.571**	**14.849**	**18.421**
Risparmio economico medio connesso agli interventi [€]	**5.288.629**	**18.078.466**	**23.367.095**
Riduzione media emissioni di CO_2 connessa agli interventi [tCO_2]	**15.250**	**56.417**	**71.666**
	SCENARIO PAT OBIETTIVO 201-2030 MONITORAGGIO	**SCENARIO PAT OBIETTIVO 201-2030 DATA DRIVEN**	**SCENARIO PAT OBIETTIVO 2016-2030 GESTIONE DELL'ENERGIA**
RISPARMIO DI ENERGIA PRIMARIA scenario 2016-2030 [TEP]	**3.571**	**14.849**	**18.421**
RISPARMIO ECONOMICO scenario 2016-2030 [€]	**5.288.629**	**18.078.466**	**23.367.095**
RIDUZIONE EMISSIONI di CO_2 scenario 2016-2030 [tCO_2]	**15.250**	**56.417**	**71.666**
Contributo percentuale alla riduzione delle emissioni rispetto al 2016	**1,4%**	**5,1%**	**6,5%**
Nota: Per il calcolo dei risparmi economici e di emissioni si sono caratterizzati i consumi come composti circa dal 65% di energia elettrica e da circa 35% da consumi di metano			

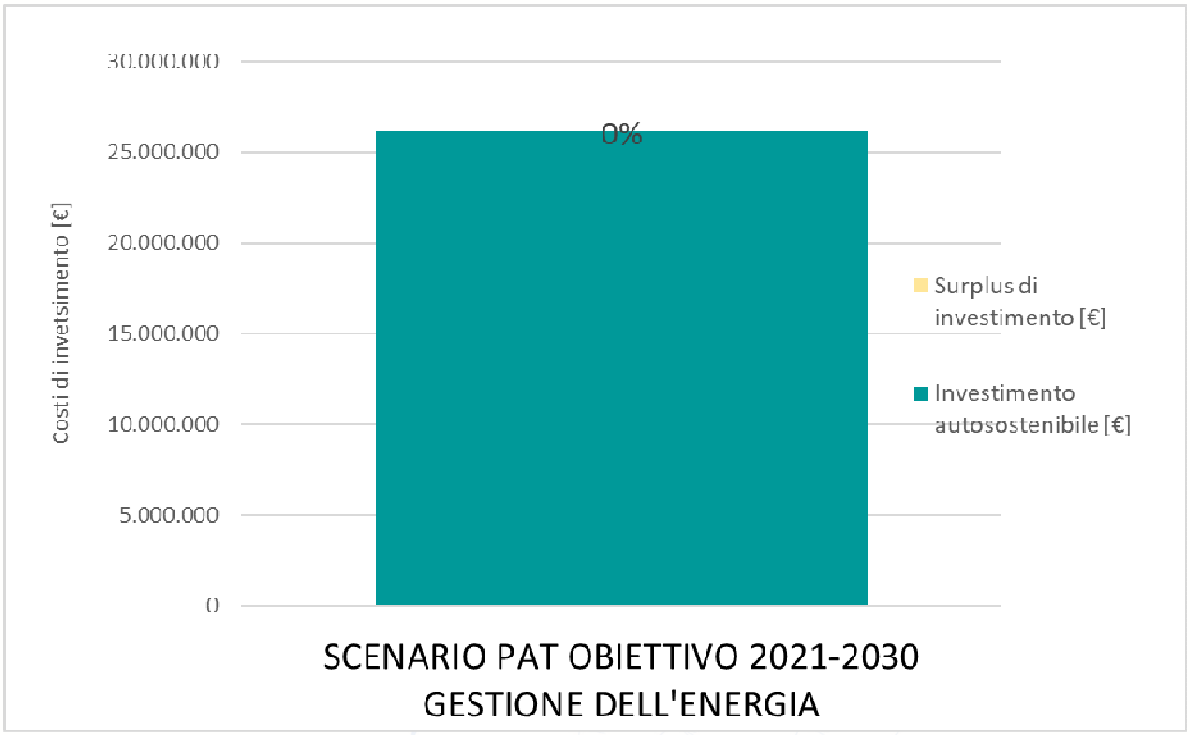


***Figura 80**: Rappresentazione del surplus di investimento per lo scenario PAT obiettivo 2021-2030 gestione dell'energia*

7.4 Sintesi delle misure per il raggiungimento degli obiettivi

A fronte della caratterizzazione dell'industria produttiva trentina è emerso che essa è composta prevalentemente da piccole e medie imprese. Risulta quindi auspicabile uno sforzo da parte della PAT per favorire e supportare il settore industriale trentino a fare un salto di qualità nella riduzione dei consumi e nell'incremento della produttività.

Le azioni identificate a tale scopo possono essere cosi riassunte:

- promuovere la **realizzazione di diagnosi energetiche** e di **azioni di monitoraggio** a livello regionale;
- **adozione di Sistemi di Gestione dell'Energia** da parte delle imprese in conformità alla norma ISO 50001;
- **incentivazione ed attuazione di interventi di efficienza energetica** negli impianti industriali;
- misure di **incentivazione** atte a stimolare l'**innovazione tecnologica** ed in particolare la digitalizzazione del settore energetico;
- favorire la **produzione di energia locale** da fonte rinnovabile e/o da cogenerazione;
- iniziare un processo di **sburocratizzazione** dei provvedimenti e delle procedure, anche per favorire la crescita di Start Up innovative altamente specializzate;
- favorire ed **incentivare il finanziamento alle imprese** con azioni mirate di sensibilizzazione e supporto per far dialogare fruttuosamente i soggetti coinvolti nelle transazioni di erogazione dei crediti;
- rafforzamento della **comunicazione e informazione** e programmi di formazione per figure professionali specializzate.

Considerando l'applicazione di tutte le azioni qui previste, si è costruito lo scenario "**PAT massimo risparmio**" al 2030, che ipotizza una riduzione dei consumi energetici di circa il 22% e delle emissioni di CO_2 di circa il 34% rispetto al 2016. Tuttavia tale scenario sembra non essere plausibile proprio per la presenza di vincoli e barriere di diversa natura.

Lo scenario al 2030 ritenuto invece più realistico sembra essere lo scenario "**PAT obiettivo**" caratterizzato da un obiettivo finale di risparmio energetico pari al 11% e di riduzione delle emissioni di CO_2 pari al 24% rispetto al 2016.

L'insieme delle azioni evidenziate potranno permettere alla PAT di raggiungere obiettivi virtuosi relativi all'innalzamento del livello di efficienza energetica e riduzione delle emissioni di CO_2 del settore industriale locale che, per certi versi, risulterà più performante rispetto agli obiettivi nazionali indicati nel PNIEC.

Appendici

Appendice 1: Simbologia e definizioni

Dicitura	Unità di misura	Definizione
i	[-]	Indice (solitamente in pedice) della classe o sottoclasse (dove tale livello di approfondimento è possibile)
j	[-]	Indice (solitamente in pedice) del gruppo d'acquisto delle associazioni di categoria o del gruppo delle industrie ETS
IT	[-]	Italia
PAT	[-]	Provincia Autonoma di Trento
TE	[GWh]	Fabbisogno di energia termica
EE	[GWh]	Fabbisogno di energia elettrica
EE_{autoc}	[GWh]	Consumo di energia elettrica per autoconsumo di energia elettrica generata in sito
EE_{rete}	[GWh]	Consumo di energia elettrica per prelievo da rete
e_i	[-]	Rapporto tra fabbisogno termico ed elettrico (misurati in GWh) della classe di riferimento i
PCI_{metano}	[MJ/Sm^3]	Potere calorifico inferiore del gas naturale
GN	[Sm^3]	Fabbisogno di gas naturale
IPI_{2015}	[-]	Indice di produzione industriale
VA	[€]	Valore aggiunto

Classi merceologiche = sono raggruppamenti di aziende con uno stesso codice ATECO

Comparto tecnologico = sono i reparti tecnologici costituenti il processo produttivo, e sono classificabili come:

- ***Attività principali*** = sono i macchinari che costituiscono il processo produttivo.
- ***Servizi ausiliari*** = comprendono i comparti tecnologici che "ausiliano" le attività principali, un esempio sono i compressori.
- ***Servizi generali*** = servizi marginali alla produzione, come il sistema di illuminazione, o i servizi agli uffici.

Costi di investimento = il costo di investimento è stato caratterizzato dalla somma di costi auto-sostenibili e surplus di intervento.

Costi auto-sostenibili = sono stati considerati costi auto-sostenibili la frazione dell'investimento che raggiunge i tre anni di tempo di ritorno;

Surplus di investimento = è invece la restante parte dell'investimento.

Appendice 2: Dati industrie produttive trentine in riferimento all'anno 2016

ATECO	Classi merceologiche ATECO	Numero imprese [-]	Addetti [-]	Valore aggiunto [€]	Produzione [€]	Fatturato [€]	Costi di produzione [€]	Unità locali [-]
08	**Altre attività di estrazione minerali da cava e miniere**	**71**	**392**	**15.073.811**	**40.786.532**	**38.661.573**	**23.461.629**	
08.1	Estrazione di pietra, sabbia e argilla	68	348	13.376.912	37.611.447	35.596.826	21.862.642	
08.9	Estrazione di minerali da cava e miniere n.c.a.	3	45	1.696.899	3.175.085	3.064.747	1.598.987	**90**
09	**Attività dei servizi di supporto all'estrazione**							
09.1	Attività di supporto all'estrazione di petrolio e di gas naturale							
09.9	Attività di supporto per l'estrazione da cave e miniere di altri minerali							
10	**Industrie alimentari**	**286**	**3.728**	**192.104.372**	**966.574.298**	**942.262.801**	**782.528.613**	
10.1	Lavorazione e conservazione di carne (escluso volatili)	43	603	33.682.710	228.680.848	221.938.257	189.077.654	
10.2	Lavorazione e conservazione di pesce, crostacei e molluschi	2	47					
10.3	Lavorazione e conservazione di frutta e ortaggi	14	811	48.704.237	260.377.362	254.569.960	223.897.731	
10.4	Produzione di oli e grassi vegetali animali							
10.5	Industria lattiero-casearia	41	808	44.858.883	278.491.279	270.582.034	231.091.243	
10.6	Lavorazione delle granaglie, produzione di amidi e di prodotti amidacei	2	6					**438**
10.7	Produzione di prodotti da forno	154	1.091	42.234.485	115.045.851	113.445.916	80.733.233	
10.8	Produzione di altri prodotti alimentari	29	358	20.284.253	71.498.376	69.639.613	47.921.179	
10.9	Produzione di prodotti per l'alimentazione degli animali	1	4					
11	**Industrie delle bevande**	**99**	**1.278**	**135.307.999**	**761.342.183**	**738.051.471**	**645.327.748**	
11.0	Industria delle bevande	99	1.278	135.307.999	761.342.183	738.051.471	645.327.748	
12	**Industria del tabacco**							
13	**Industrie tessili**	**55**	**597**	**35.525.387**	**204.574.244**	**203.435.555**	**170.275.675**	
13.1	Preparazione e filatura di fibre tessili	2	265					
13.2	Tessitura	4	13	577.729	3.249.990	3.146.966	2.656.909	
13.3	Finissaggio dei tessili	2	25					
13.9	Altre industrie tessili	47	294	18.947.604	62.338.617	61.794.378	43.676.178	
14	**Confezione di articoli di abbigliamento e di articoli in pelle e pelliccia**	**66**	**631**	**32.750.554**	**206.637.900**	**202.412.611**	**174.488.389**	
14.1	Confezione di articoli di abbigliamento (escluso abbigliamento in pelliccia)	60	407	19.417.815	134.448.953	131.794.913	113.482.290	**166**
14.2	Confezione di articoli in pelliccia	1	4					
14.3	Fabbricazione di articoli di maglieria	5	220	13.242.958	72.045.133	70.494.814	60.964.670	
15	**Fabbricazione di articoli in pelle e simili**	**23**	**405**	**27.321.241**	**95.256.836**	**94.158.591**	**68.533.170**	
15.1	Preparazione e concia del cuoio, fabbricazione di articoli da viaggio, borse, pelletteria e selleria, preparazione e tintura di pellicce	14	31	897.833	4.467.690	4.372.553	5.108.140	
15.2	Fabbricazione di calzature	9	374	26.423.408	90.789.146	89.786.038	63.425.030	

16	**Industria del legno e dei prodotti in legno e sughero (esclusi i mobili), fabbricazione di articoli in paglia e materiali da intreccio**	**612**	**2.676**	**108.750.412**	**385.211.432**	**373.752.011**	**276.434.567**	**821**
16.1	Taglio e piallatura del legno	93	493	22.937.022	91.103.192	88.378.394	67.943.869	
16.2	Fabbricazione di prodotti in legno, sughero, paglia e materiali da intreccio	519	2.183	85.813.390	294.108.240	285.373.617	208.490.698	
17	**Fabbricazione di carta e prodotti in carta**	**24**	**1.586**	**182.505.711**	**840.758.528**	**824.524.528**	**653.499.314**	
17.1	Fabbricazione di carta e di prodotti di carta	3	769	97.891.998	502.957.631	491.719.383	395.956.402	
17.2	Fabbricazione di articoli di carta e cartone	21	817	84.613.713	337.800.897	332.805.145	257.542.912	
18	**Stampa e riproduzione di supporti registrati**	**127**	**1.357**	**70.327.524**	**186.432.871**	**181.660.939**	**122.006.059**	
18.1	Stampa e servizi connessi alla stampa	125	1.353	70.301.710	186.382.318	181.610.386	121.981.290	
18.2	Riproduzione di supporti registrati	2	4					
19	**Fabbricazione di coke e prodotti derivanti dalla raffinazione del petrolio**	**3**	**71**	**7.706.237**	**40.967.768**	**38.933.170**	**31.973.036**	**7**
19.1	Fabbricazione di prodotti di cokeria							
19.2	Fabbricazione di prodotti derivati dalla raffinazione del petrolio	3	71	7.706.237	40.967.768	38.933.170	31.973.036	
20	**Fabbricazione di prodotti chimici**	**28**	**1.227**	**115.836.411**	**740.773.434**	**713.286.443**	**609.856.790**	**32**
20.1	Fabbricazione di prodotti chimici di base, di fertilizzanti e composti azotati, di materie plastiche e gomma sintetica in forme primarie	7	158	17.857.781	90.034.810	87.317.642	72.128.951	
20.2	Fabbricazione di agrofarmaci e di altri prodotti chimici per l'agricoltura	1	69					
20.3	Fabbricazione di pitture, vernici e smalti, inchiostri da stampa e adesivi sintetici (mastici)	3	72	5.123.462	22.229.606	22.084.834	17.681.628	
20.4	Fabbricazione di saponi e detergenti, di prodotti per la pulizia e la lucidatura, di profumi e cosmetici	13	360	31.426.909	106.752.855	87.852.498	75.660.895	
20.5	Fabbricazione di altri prodotti chimici	3	22	2.466.988	7.174.033	7.157.513	5.782.807	
20.6	Fabbricazione di fibre sintetiche ed artificiali	1	546					
21	**Fabbricazione di prodotti farmaceutici di base e di preparati farmaceutici**	**2**	**328**	**33.275.000**	**121.699.000**	**119.987.000**	**88.367.000**	**2**
21.1	Fabbricazione di prodotti farmaceutici di base	1	157					
21.2	Fabbricazione di medicinali e preparati farmaceutici	1	170					
22	**Fabbricazione di articoli in gomma e materie plastiche**	**68**	**1.976**	**121.662.878**	**425.317.258**	**410.538.950**	**274.937.065**	**435**
22.1	Fabbricazione di articoli in gomma e materie plastiche	9	510	28.311.875	112.552.463	108.504.481	55.217.895	
22.2	Fabbricazione di articoli in materie plastiche	59	1.466	93.351.003	312.764.795	302.034.469	219.719.170	
23	**Fabbricazione di altri prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi**	**261**	**2.102**	**121.091.755**	**303.717.162**	**291.690.915**	**214.058.840**	
23.1	Fabbricazione di vetro e di prodotti in vetro	23	582	49.687.708	85.875.722	83.275.337	67.885.294	
23.2	Fabbricazione di prodotti refrattari	5	143	8.912.812	29.376.597	28.134.597	20.019.696	
23.3	Fabbricazione di materiali da costruzione in terracotta							
23.4	Fabbricazione di altri prodotti in porcellana e in ceramica	11	40	3.079.219	7.186.444	7.078.890	4.099.601	
23.5	Produzione di cemento, calce e gesso							
23.6	Fabbricazione di prodotti in calcestruzzo, cemento e gesso	29	298	14.829.593	56.928.687	53.284.783	40.558.625	
23.7	Taglio, modellatura e finitura di pietre	189	993	41.882.452	115.781.047	111.616.872	76.360.740	
23.9	Fabbricazione di prodotti abrasivi e di prodotti in minerali non metalliferi n.c.a.	4	47	2.699.971	8.568.665	8.300.436	5.134.884	

24	**Metallurgia**	**20**	**622**	**54.023.143**	**220.595.597**	**206.687.765**	**174.011.928**	
24.1	Siderurgia	2	114					
24.2	Fabbricazione di tubi, condotti, profilati cavi e relativi accessori in acciaio (esclusi quelli in acciaio colato)	2	70					
24.3	Fabbricazione di altri prodotti della prima trasformazione dell'acciaio	11	307	24.986.348	110.205.574	108.750.622	90.459.100	
24.4	Produzione di metalli di base preziosi e altri metalli non ferrosi, trattamento dei combustibili non nucleari	1	48					
24.5	Fonderie	4	83	16.258.564	39.954.354	27.980.476	23.543.314	
25	**Fabbricazione di prodotti in metallo (esclusi macchinari e attrezzature)**	**499**	**4.293**	**263.674.169**	**771.085.610**	**748.608.068**	**510.236.417**	**577**
25.1	Fabbricazione di elementi da costruzione in metallo	271	1.757	94.537.201	262.106.558	250.216.793	160.669.794	
25.2	Fabbricazione di cisterne, serbatoi, radiatori e contenitori in metallo	6	111	4.138.149	18.248.440	17.904.183	15.300.210	
25.3	Fabbricazione di generatori di vapore (esclusi i contenitori in metallo per caldaie per il riscaldamento centrale ad acqua calda)							
25.4	Fabbricazione di armi e munizioni	2	119					
25.5	Fucinatura, imbutitura, stampaggio e profilatura dei metalli; metallurgia delle polveri	7	140	2.611.050	6.789.541	6.615.710	4.213.491	
25.6	Trattamento e rivestimento dei metalli; lavori di meccanica generale	105	1.304	101.558.304	328.089.961	321.130.623	236.746.397	
25.7	Fabbricazione di articoli di coltelleria, utensili e oggetti di ferramenta	25	320	20.720.842	48.384.833	47.012.008	27.028.343	
25.9	Fabbricazione di altri prodotti in metallo	83	544	32.700.943	90.362.538	88.697.105	56.914.983	
26	**Fabbricazione di computer e prodotti di elettronica e ottica; apparecchi elettromedicali, apparecchi di misurazione e di orologi**	**44**	**363**	**17.464.223**	**57.509.223**	**55.471.025**	**41.079.947**	**46**
26.1	Fabbricazione di componenti elettronici e schede elettroniche	18	176	8.526.080	30.426.267	29.847.326	21.623.058	
26.2	Fabbricazione di computer e unità periferiche	2	33					
26.3	Fabbricazione di apparecchiature per le telecomunicazioni	4	13	514.206	1.318.150	1.229.939	852.791	
26.4	Fabbricazione di prodotti di elettronica di consumo audio e video							
26.5	Fabbricazione di strumenti e apparecchiature di misurazione, prova e navigazione; orologi	12	66	2.432.144	4.570.431	4.284.207	2.927.465	
26.6	Fabbricazione di strumenti per irradiazione, apparecchiature elettromedicali ed elettro-terapeutiche	5	40	2.364.075	7.598.865	6.938.552	5.531.170	
26.7	Fabbricazione di strumenti ottici e attrezzature fotografiche	3	35	1.718.544	8.798.806	8.460.705	7.235.896	
27	**Fabbricazione di apparecchiature elettroniche ed apparecchiature per uso domestico non elettroniche**	**54**	**680**	**38.818.200**	**180.934.878**	**169.138.035**	**145.450.019**	**65**
27.1	Fabbricazione di motori, generatori e trasformatori elettrici e di apparecchiature per la distribuzione e il controllo dell'elettricità	13	395	21.401.925	121.553.850	111.018.563	102.367.944	
27.2	Fabbricazione di batterie di pile ed accumulatori elettrici							
27.3	Fabbricazione di cablaggi e apparecchiature di cablaggio	4	14	409.724	2.290.406	2.273.303	1.765.449	
27.4	Fabbricazione di apparecchiature per illuminazione	8	62	4.374.046	13.435.724	13.118.319	9.876.491	
27.5	Fabbricazione di apparecchiature per uso domestico	12	77	3.879.777	11.621.236	10.980.921	7.983.970	
27.9	Fabbricazione di altre apparecchiature elettriche	17	131	8.752.728	32.033.662	31.746.929	23.456.165	

28	**Fabbricazione di macchine ed apparecchiature n.c.a.**	**198**	**3.612**	**292.199.070**	**956.671.949**	**922.070.679**	**702.350.741**	
28.1	Fabbricazione di macchine di impiego generale	25	639	47.492.758	149.963.291	141.400.320	104.434.361	
28.2	Fabbricazione di altre macchine di impiego generale	62	1.290	91.795.209	304.124.148	297.147.564	221.050.310	**235**
28.3	Fabbricazione di macchine per l'agricoltura e la silvicoltura	17	164	14.186.097	51.502.890	50.413.377	38.765.122	
28.4	Fabbricazione di macchine per la formatura dei metalli di altre macchine utensili	22	684	82.954.855	258.535.932	247.284.806	187.818.374	
28.9	Fabbricazione di altre macchine per impieghi speciali	72	834	55.770.151	192.545.688	185.824.612	150.282.574	
29	**Fabbricazione di autoveicoli, rimorchi e semirimorchi**	**14**	**1.003**	**93.318.622**	**383.778.556**	**374.028.834**	**318.577.539**	
29.1	Fabbricazione di autoveicoli	3	3	94.142	300.214	224.962	385.935	
29.2	Fabbricazione di carrozzerie per autoveicoli, rimorchi e semirimorchi	4	16	430.223	1.147.135	1.128.505	702.517	
29.3	Fabbricazione di parti ed accessori per autoveicoli e loro motori	7	984	92.982.541	382.331.207	372.675.367	317.489.087	
30	**Fabbricazione di altri mezzi di trasporto**	**12**	**137**	**7.784.604**	**34.567.834**	**33.464.757**	**26.134.288**	**33**
30.1	Costruzioni di navi e imbarcazioni	3	3	23.560	280.994	265.705	223.498	
30.2	Costruzione di locomotive e di materiale rotabile ferro-tranviario							
30.3	Fabbricazione di aeromobili, di veicoli spaziali e dei relativi dispositivi	3	44	3.370.301	15.547.826	14.961.137	12.539.203	
30.4	Fabbricazione dei veicoli militari da combattimento							
30.9	Fabbricazione di mezzi di trasporto n.c.a.	6	91	4.390.743	18.739.014	18.237.915	13.371.587	
31	**Fabbricazione di mobili**	**174**	**683**	**22.929.799**	**69.746.989**	**68.533.351**	**46.911.913**	
31.0	Fabbricazione di mobili	174	683	22.929.799	69.746.989	68.533.351	46.911.913	
32	**Altre industrie manifatturiere**	**207**	**1.230**	**53.866.936**	**114.270.477**	**111.186.064**	**61.564.342**	
32.1	Fabbricazione di gioielleria, bigiotteria e articoli connessi; lavorazione delle pietre preziose	18	37	1.689.013	7.384.796	7.360.674	5.854.251	
32.2	Fabbricazione di strumenti musicali	12	53	2.230.052	2.983.409	2.912.651	1.951.709	
32.3	Fabbricazione	14	47	1.529.641	5.228.114	5.070.581	3.580.446	
32.4	Fabbricazione di giochi e giocattoli	1	1					**708**
32.5	Fabbricazione di strumenti e forniture	133	962	45.003.599	90.836.160	88.538.073	45.588.985	
32.9	Industrie manifatturiere n.c.a.	29	130	3.402.467	7.776.046	7.242.133	4.540.804	
33	**Riparazione, manutenzione ed installazione di macchine ed apparecchiature**	**280**	**930**	**41.439.075**	**103.313.222**	**99.078.305**	**61.139.986**	
33.1	Riparazione e manutenzione di prodotti in metallo, macchine ed apparecchiature	200	670	29.091.941	72.209.982	70.366.743	41.557.898	
33.2	Installazione di macchine ed apparecchiature industriali	80	260	12.347.134	31.103.240	28.711.562	19.582.088	

Nella tabella sono elencati i dati forniti da ISPAT, ordinati secondo classificazione ATECO, con un approfondimento fino ad ATECO a tre cifre. Dalla tabella è evidente la mancanza di alcuni dati, essi sono assenti per garantire il segreto statistico, i dati delle classi con meno di tre unità produttive sono infatti omessi. [2][19]

Le industrie appartenenti alle classi scritte in blu sono assenti sul suolo provinciale.

Appendice 3: Costi e risparmi medi conseguibili per interventi sui comparti tecnologici

***Tabella 81**: Analisi degli interventi di efficienza energetica proposti nelle diagnosi energetiche*

Comparto tecnologico	Tipologia di intervento	Risparmio energetico medio sul comparto	Risparmio energetico medio	Investimento medio	Tempo di ritorno medio	Costo specifico medio	Vita tecnica*
		[%]	*[TEP]*	*[€]*	*[anni]*	*[€/TEP]*	*[anni]*
ARIA COMPRESSA	Riqualificazione + recupero di calore	20%(elettrico)	12,5	40.000	4,0	3.200	20
GRUPPI FRIGO	Free-cooling	20% (elettrico)	20,0	80.000	5,0	4.000	20
MOTORI ELETTRICI	Riqualificazione	15% (elettrico)	6,2	20.000	4,0	3.226	20
CENTRALE TERMICA	Riqualificazione	18% (termico)	38,0	80.000	5,0	2.105	20
ILLUMINAZIONE	Riqualificazione	45% (elettrico)	12,5	30.000	3,0	2.400	15
CARICABATTERIE	Riqualificazione	10% (elettrico)	1,3	10.000	10,0	8.000	15
PRESSE A INIEZIONE	Riqualificazione	50% (elettrico)	25,0	120.000	6,0	4.800	20
FORNI	Recupero di calore	40% (termico)	42,0	80.000	4,5	1.905	20
GENERATORI DI VAPORE	Riqualificazione	18% (termico)	64,0	150.000	5,5	2.344	20
MONITORAGGIO E TECNOLOGIE DATA DRIVEN		10% (elettrico e termico)	20	25.000	2,0	1.250	10
Note: *Vita tecnica, valore tratto dal DM 20 luglio 2004, Allegato A [45]							

***Tabella 82**: Analisi degli interventi di installazione di sistemi di produzione di energia*

Impianto di produzione	Autoconsumo medio	Risparmio di emissioni medio	Investimento medio	Tempo di ritorno medio	Costo specifico medio	Vita tecnica*
	[%]	*[$kgCO_2$]*	*[€]*	*[anni]*	*[€/$kgCO_2$]*	*[anni]*
FOTOVOLTAICO	70%	40,77	125.000	7,5	3.066	20
Impianto di produzione	**Risparmio energetico medio**	**Risparmio energetico medio**	**Investimento medio**	**Tempo di ritorno medio**	**Costo specifico medio**	**Vita tecnica***
	[%]	*[TEP]*	*[€]*	*[anni]*	*[€/TEP]*	*[anni]*
COGENERAZIONE	15% (energia primaria)	250	600.000	4,5	2.400	20
Note: *Vita tecnica, valore tratto dal DM 20 luglio 2004, Allegato A [45]						

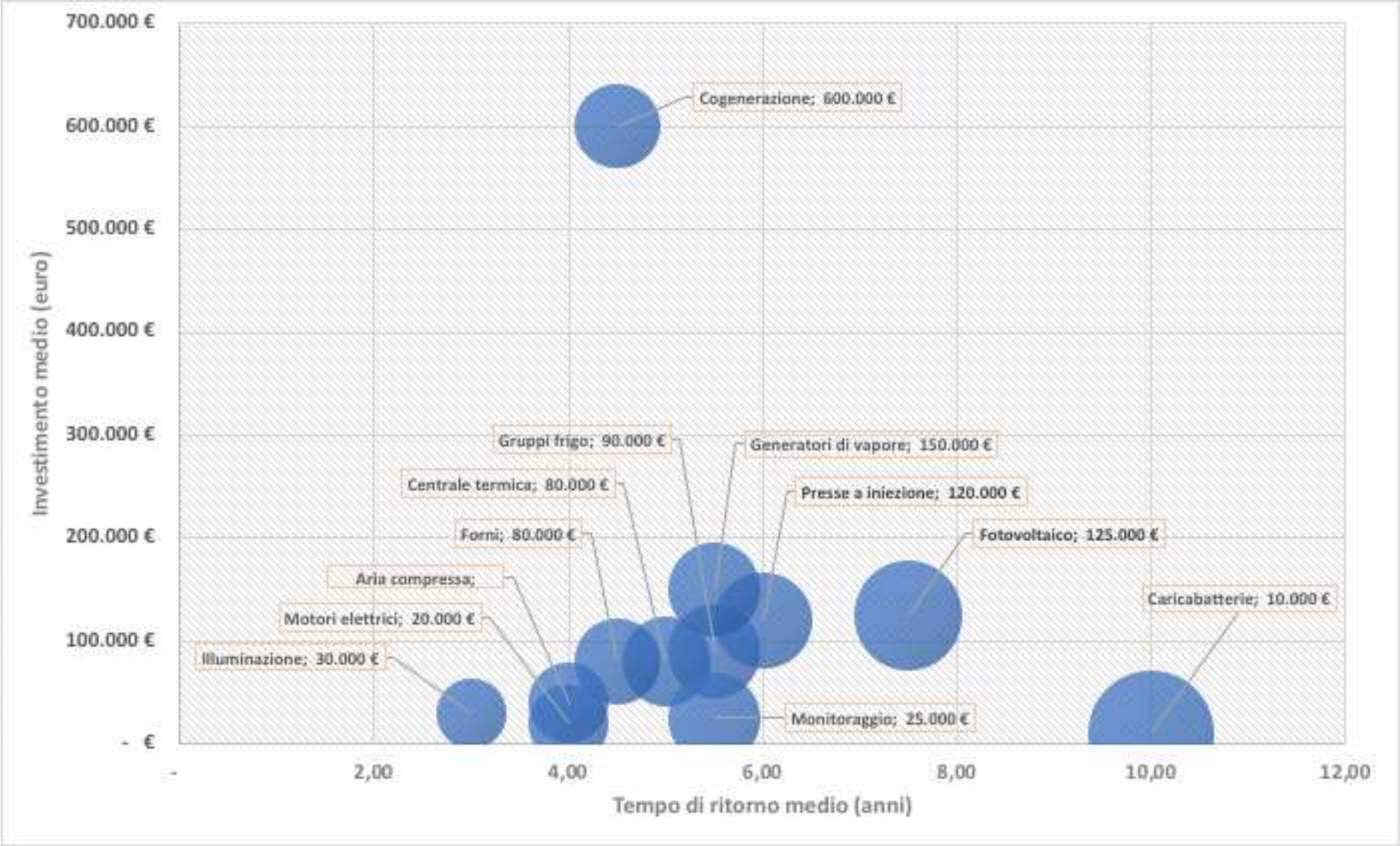


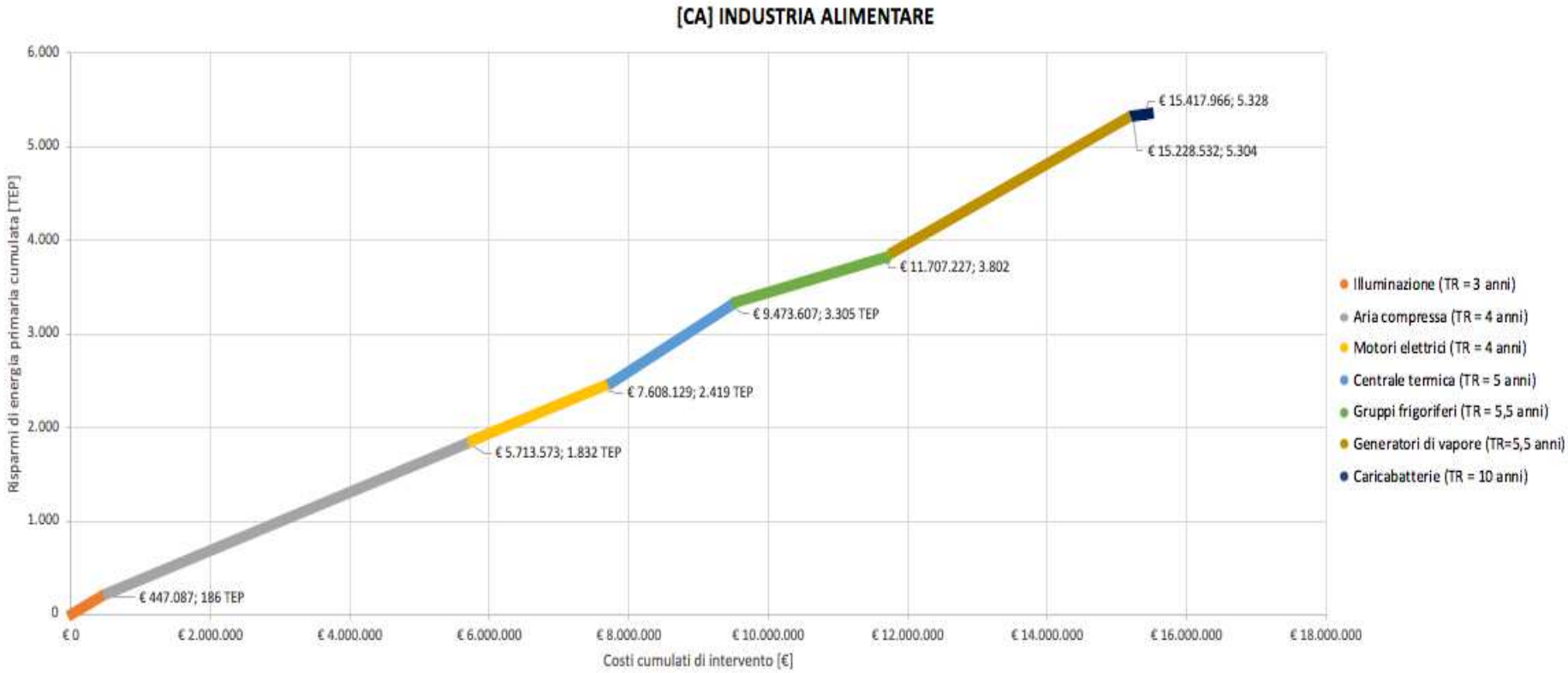
***Figura 81**: Raffigurazione del range tipico dei valori medi attesi di investimento e rientro economico degli interventi analizzati*

Appendice 4: Risparmio massimo conseguibile per ogni classe merceologica a seguito di interventi di efficienza energetica sui singoli comparti tecnologici

[CA] INDUSTRIA ALIMENTARE								
Totale consumi di energia (anno 2016)	**[TEP]**		**Totale risparmio massimo di energia primaria conseguito con gli interventi**			**[TEP]**	**[%]**
	25.961					**6.139**	**24%**
	[GWh]	[Sm^3]					
	124,0	18.677.249					
COMPARTO TECNOLOGICO	**Percentuale di incidenza del comparto**		**TIPOLOGIA DI INTERVENTO**	**Percentuale di risparmio sul vettore energetico**		**Risparmio intervento [TEP]**	**Percentuale di massimo risparmio dell'intervento [%]**
	Energia elettrica [%]	**Gas naturale [%]**		**Energia elettrica [%]**	**Gas naturale [%]**		
ARIA COMPRESSA	19%	-	riqualificazione + recupero termico	3,7%	8,2%	1.646	6,3%
GRUPPI FRIGO	23%	-	riqualificazione + free-cooling	4,7%	-	496	1,9%
MOTORI ELETTRICI	37%	-	riqualificazione	5,5%	-	587	2,3%
CENTRALE TERMICA	7%	32%	riqualificazione	-	5,8%	886	3,4%
ILLUMINAZIONE	4%	-	riqualificazione	1,7%	-	186	0,7%
CARICABATTERIE	2%	-	riqualificazione	0,2%	-	24	0,1%
PRESSE A INIEZIONE	-	-	riqualificazione	-	-	-	-
FORNI	2%	13%	recupero termico	-	5,3%	811	3,1%
GENERATORI DI VAPORE	5%	55%	riqualificazione	-	9,8%	1.502	5,8%
Altro	2%	-					
Totale percentuale	**100%**	**100%**					

[CA] INDUSTRIA ALIMENTARE		
Prezzo medio dei vettori energetici	[€/kWh]	[€/Sm^3]
	0,15	0,35

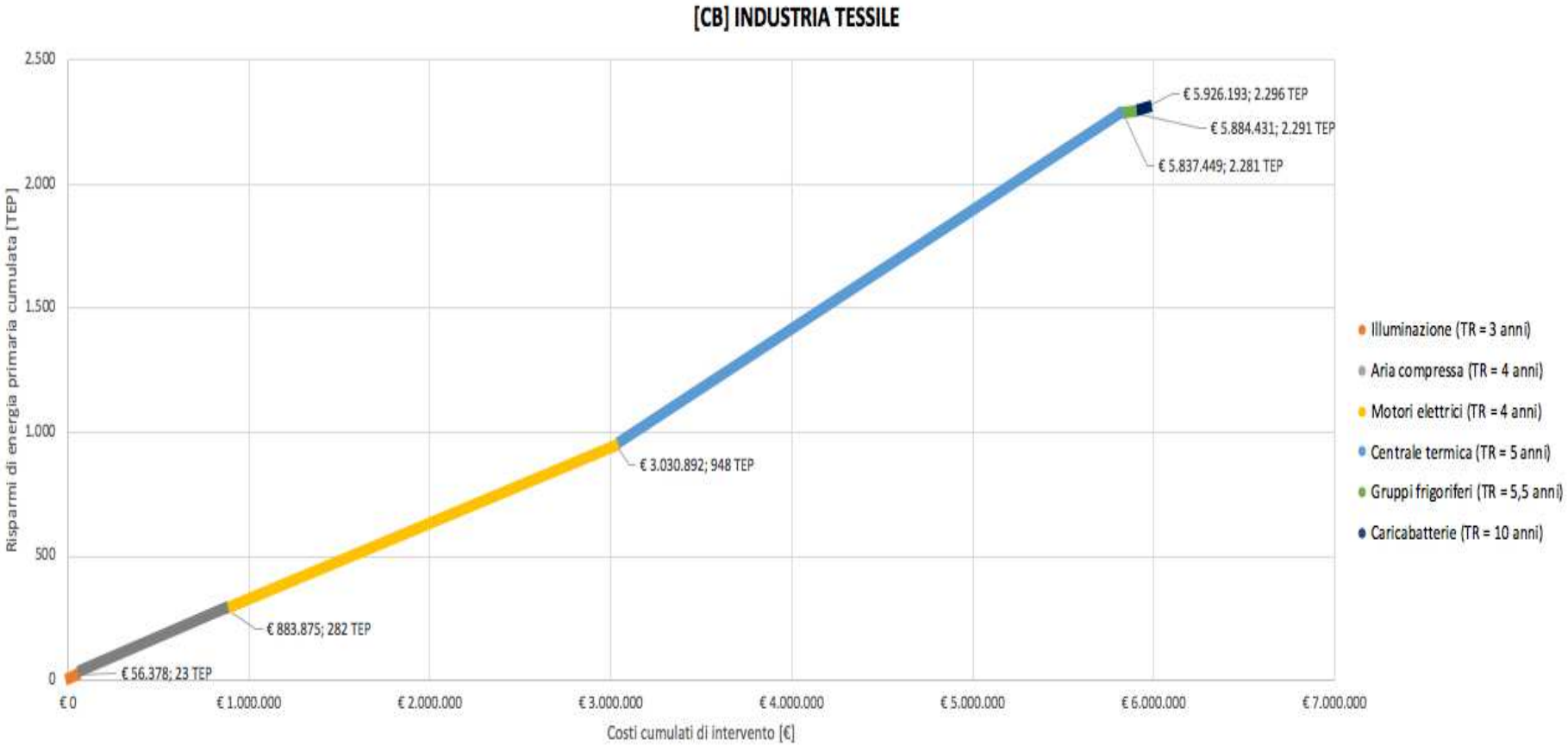
COMPARTO TECNOLOGICO	Risparmi economici connessi all'intervento sul comparto [€]	Tempo di ritorno medio dell'intervento [anni]
ARIA COMPRESSA	1.228.318	4,0
GRUPPI FRIGO	865.744	5,5
MOTORI ELETTRICI	1.024.382	4,0
CENTRALE TERMICA	378.676	5,0
ILLUMINAZIONE	324.918	3,0
CARICABATTERIE	41.301	10,0
PRESSE A INIEZIONE	-	6,0
FORNI	346.509	4,5
GENERATORI DI VAPORE	642.061	5,5
Risparmio totale	**4.851.910 [€]**	


[CA] INDUSTRIA ALIMENTARE
Risparmi di energia primaria cumulata [TEP]
6.000
5.000
4.000
3.000
2.000
1.000
0
€ 0
€ 2.000.000
€ 4.000.000
€ 6.000.000
€ 8.000.000
€ 10.000.000
€ 12.000.000
€ 14.000.000
€ 16.000.000
€ 18.000.000
Costi cumulati di intervento [€]
€ 447.087; 186 TEP
€ 5.713.573; 1.832 TEP
€ 7.608.129; 2.419 TEP
€ 9.473.607; 3.305 TEP
€ 11.707.227; 3.802
€ 15.228.532; 5.304
€ 15.417.966; 5.328
Illuminazione (TR = 3 anni)
Aria compressa (TR = 4 anni)
Motori elettrici (TR = 4 anni)
Centrale termica (TR = 5 anni)
Gruppi frigoriferi (TR = 5,5 anni)
Generatori di vapore (TR=5,5 anni)
Caricabatterie (TR = 10 anni)

[CB] INDUSTRIA TESSILE								
Totale consumi di energia (anno 2016)	**[TEP]**		**Totale risparmio massimo di energia primaria conseguito con gli interventi**			**[TEP]**	**[%]**
	12.626					**2.296**	**18%**
	[GWh]	[Sm^3]					
	60,7	9.042.970					
COMPARTO TECNOLOGICO	**Percentuale di incidenza del comparto**		**TIPOLOGIA DI INTERVENTO**	**Percentuale di risparmio sul vettore energetico**		**Risparmio intervento [TEP]**	**Percentuale di massimo risparmio dell'intervento [%]**
	Energia elettrica [%]	**Gas naturale [%]**		**Energia elettrica [%]**	**Gas naturale [%]**		
ARIA COMPRESSA	6%	-	riqualificazione + recupero termico	1,2%	2,6%	259	2,0%
GRUPPI FRIGO	1%	-	riqualificazione + free-cooling	0,2%	-	10	0,1%
MOTORI ELETTRICI	85%	-	riqualificazione	12,8%	-	666	5,3%
CENTRALE TERMICA	5%	100%	riqualificazione	-	18,0%	1.333	10,6%
ILLUMINAZIONE	1%	-	riqualificazione	0,5%	-	23	0,2%
CARICABATTERIE	1%	-	riqualificazione	0,1%	-	5	0,04%
PRESSE A INIEZIONE	-	-	riqualificazione	-	-	-	-
FORNI	-	-	recupero termico	-	-	-	-
GENERATORI DI VAPORE	-	-	riqualificazione	-	-	-	-
Altro	1%	-					
Totale percentuale	**100%**	**100%**					

[CB] INDUSTRIA TESSILE		
Prezzo medio dei vettori energetici	[€/kWh]	[€/Sm^3]
	0,15	0,35

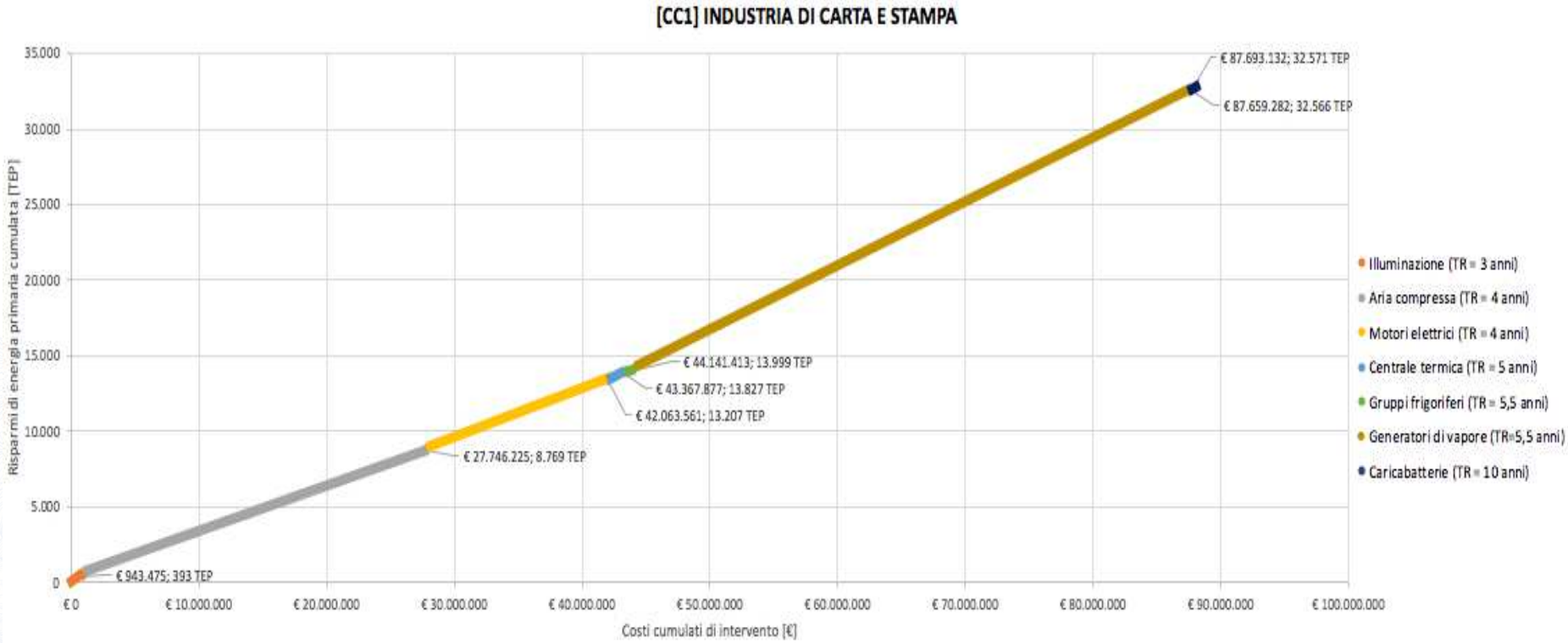
COMPARTO TECNOLOGICO	Risparmi economici connessi all'intervento sul comparto [€]	Tempo di ritorno medio dell'intervento [anni]
ARIA COMPRESSA	192.999	4,0
GRUPPI FRIGO	18.210	5,5
MOTORI ELETTRICI	1.160.888	4,0
CENTRALE TERMICA	569.707	5,0
ILLUMINAZIONE	40.973	3,0
CARICABATTERIE	9.105	10,0
PRESSE A INIEZIONE	-	6,0
FORNI	-	4,5
GENERATORI DI VAPORE	-	5,5
Risparmio totale	**1.991.882 [€]**	


[CB] INDUSTRIA TESSILE
Risparmi di energia primaria cumulata [TEP]
2.500
2.000
1.500
1.000
500
0
€ 0
€ 1.000.000
€ 2.000.000
€ 3.000.000
€ 4.000.000
€ 5.000.000
€ 6.000.000
€ 7.000.000
Costi cumulati di intervento [€]
€ 56.378; 23 TEP
€ 883.875; 282 TEP
€ 3.030.892; 948 TEP
€ 5.837.449; 2.281 TEP
€ 5.884.431; 2.291 TEP
€ 5.926.193; 2.296 TEP
Illuminazione (TR = 3 anni)
Aria compressa (TR = 4 anni)
Motori elettrici (TR = 4 anni)
Centrale termica (TR = 5 anni)
Gruppi frigoriferi (TR = 5,5 anni)
Caricabatterie (TR = 10 anni)

[CC1] INDUSTRIA DI CARTA E STAMPA								
Totale consumi di energia (anno 2016)	**[TEP]**		**Totale risparmio massimo di energia primaria conseguito con gli interventi**			**[TEP]**	**[%]**
	150.275					**32.571**	**22%**
	[GWh]	[Sm^3]					
	507,9	130.153.132					
COMPARTO TECNOLOGICO	**Percentuale di incidenza del comparto**		**TIPOLOGIA DI INTERVENTO**	**Percentuale di risparmio sul vettore energetico**		**Risparmio intervento [TEP]**	**Percentuale di massimo risparmio dell'intervento [%]**
	Energia elettrica [%]	**Gas naturale [%]**		**Energia elettrica [%]**	**Gas naturale [%]**		
ARIA COMPRESSA	23%	-	riqualificazione + recupero termico	4,6%	6,0%	8.376	5,6%
GRUPPI FRIGO	2%	-	riqualificazione + free-cooling	0,4%	-	172	0,1%
MOTORI ELETTRICI	68%	-	riqualificazione	10,2%	-	4.438	3,0%
CENTRALE TERMICA	-	3%	riqualificazione	-	0,6%	620	0,4%
ILLUMINAZIONE	2%	-	riqualificazione	0,9%	-	393	0,3%
CARICABATTERIE	-	-	riqualificazione	-	-	4	-
PRESSE A INIEZIONE	-	-	riqualificazione	-	-	-	-
FORNI	-	-	recupero termico	-	-	-	-
GENERATORI DI VAPORE	4%	97%	riqualificazione	-	17,4%	18.568	12,4%
Altro	1%	-					
Totale percentuale	**100%**	**100%**					

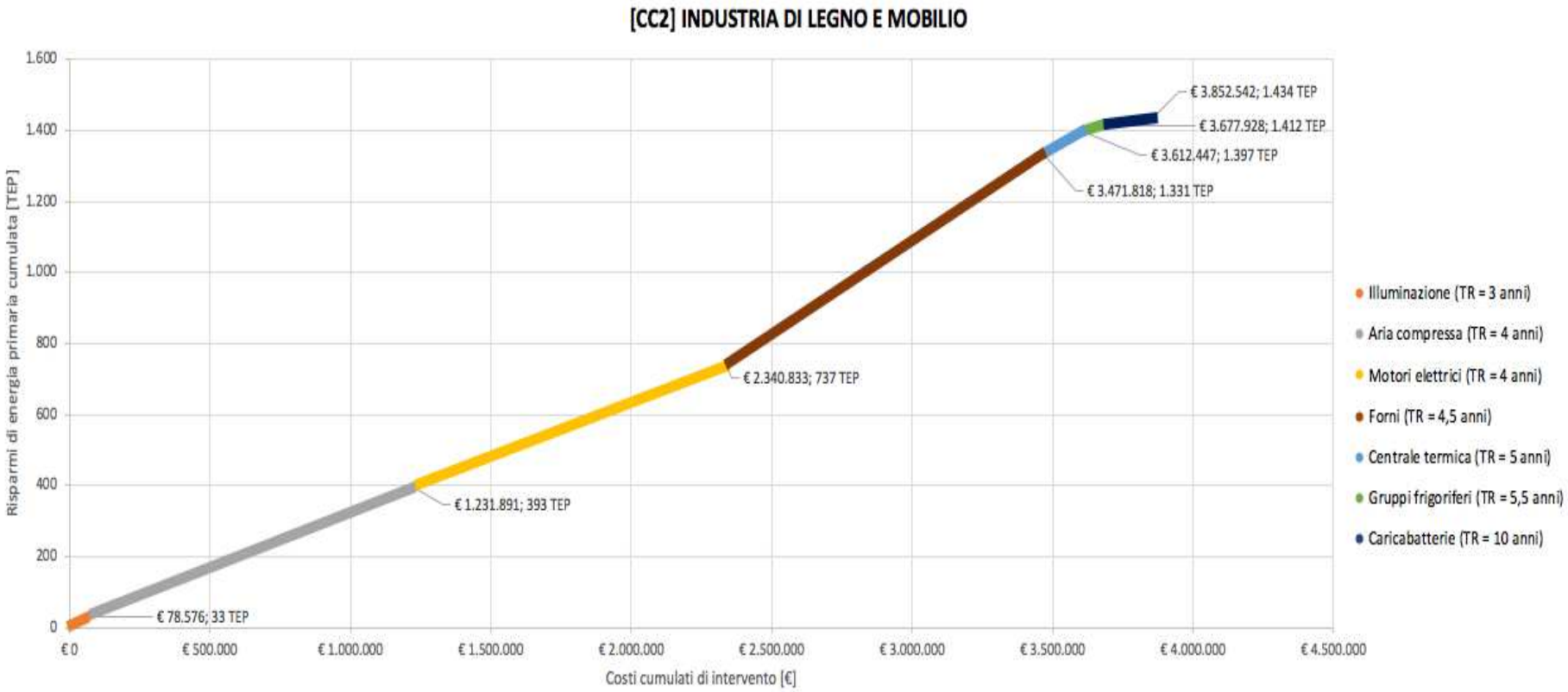
[CC1] INDUSTRIA DI CARTA E STAMPA		
Prezzo medio dei vettori energetici	[€/kWh]	[€/Sm^3]
	0,15	0,35

COMPARTO TECNOLOGICO	Risparmi economici connessi all'intervento sul comparto [€]	Tempo di ritorno medio dell'intervento [anni]
ARIA COMPRESSA	6.251.284	4,0
GRUPPI FRIGO	299.820	5,5
MOTORI ELETTRICI	7.741.350	4,0
CENTRALE TERMICA	264.765	5,0
ILLUMINAZIONE	685.665	3,0
CARICABATTERIE	7.380	10,0
PRESSE A INIEZIONE	-	6,0
FORNI	-	4,5
GENERATORI DI VAPORE	7.934.882	5,5
Risparmio totale	**23.185.146 [€]**	


[CC1] INDUSTRIA DI CARTA E STAMPA
Risparmi di energia primaria cumulata [TEP]
Costi cumulati di intervento [€]
35.000
30.000
25.000
20.000
15.000
10.000
5.000
0
€ 0
€ 10.000.000
€ 20.000.000
€ 30.000.000
€ 40.000.000
€ 50.000.000
€ 60.000.000
€ 70.000.000
€ 80.000.000
€ 90.000.000
€ 100.000.000
€ 943.475; 393 TEP
€ 27.746.225; 8.769 TEP
€ 42.063.561; 13.207 TEP
€ 43.367.877; 13.827 TEP
€ 44.141.413; 13.999 TEP
€ 87.659.282; 32.566 TEP
€ 87.693.132; 32.571 TEP
Illuminazione (TR = 3 anni)
Aria compressa (TR = 4 anni)
Motori elettrici (TR = 4 anni)
Centrale termica (TR = 5 anni)
Gruppi frigoriferi (TR = 5,5 anni)
Generatori di vapore (TR=5,5 anni)
Caricabatterie (TR = 10 anni)

[CC2] INDUSTRIA DI LEGNO E MOBILIO								
Totale consumi di energia (anno 2016)	**[TEP]**		**Totale risparmio massimo di energia primaria conseguito con gli interventi**			**[TEP]**	**[%]**
	5.493					**1.434**	**26%**
	[GWh]	[Sm^3]					
	42,3	2.265.595					
COMPARTO TECNOLOGICO	**Percentuale di incidenza del comparto**		**TIPOLOGIA DI INTERVENTO**	**Percentuale di risparmio sul vettore energetico**		**Risparmio intervento [TEP]**	**Percentuale di massimo risparmio dell'intervento [%]**
	Energia elettrica [%]	**Gas naturale [%]**		**Energia elettrica [%]**	**Gas naturale [%]**		
ARIA COMPRESSA	12%	-	riqualificazione + recupero termico	2,4%	14,7%	360	6,6%
GRUPPI FRIGO	2%	-	riqualificazione + free-cooling	0,4%	-	15	0,3%
MOTORI ELETTRICI	63%	-	riqualificazione	9,5%	-	344	6,3%
CENTRALE TERMICA	1%	20%	riqualificazione	-	3,6%	67	1,2%
ILLUMINAZIONE	2%	-	riqualificazione	0,9%	-	33	0,6%
CARICABATTERIE	6%	-	riqualificazione	0,7%	-	22	0,4%
PRESSE A INIEZIONE	-	-	riqualificazione	-	-	-	-
FORNI	12%	80%	recupero termico	-	32,0%	594	10,8%
GENERATORI DI VAPORE	-	-	riqualificazione	-	-	-	-
Altro	2%	-					
Totale percentuale	**100%**	**100%**					

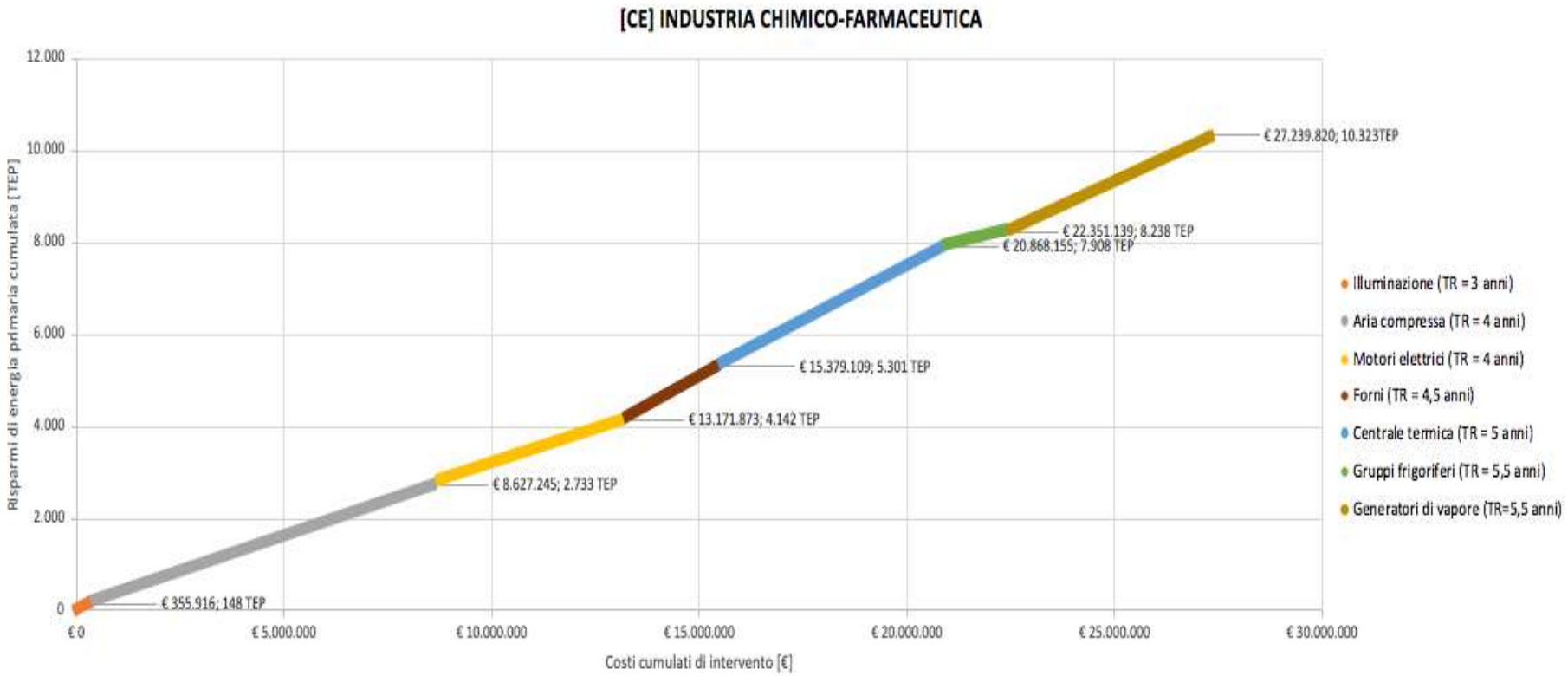
[CC2] INDUSTRIA DI LEGNO E MOBILIO			
Prezzo medio dei vettori energetici	[€/kWh]	[€/Sm^3]	
	0,15	0,35	
COMPARTO TECNOLOGICO	**Risparmi economici connessi all'intervento sul comparto [€]**		**Tempo di ritorno medio dell'intervento [anni]**
ARIA COMPRESSA	268.991		4,0
GRUPPI FRIGO	25.380		5,5
MOTORI ELETTRICI	599.603		4,0
CENTRALE TERMICA	28.546		5,0
ILLUMINAZIONE	57.105		3,0
CARICABATTERIE	38.070		10,0
PRESSE A INIEZIONE	-		6,0
FORNI	253.747		4,5
GENERATORI DI VAPORE	-		5,5
Risparmio totale	**1.271.442 [€]**		


[CC2] INDUSTRIA DI LEGNO E MOBILIO
Risparmi di energia primaria cumulata [TEP]
1.600
1.400
1.200
1.000
800
600
400
200
0
€ 0
€ 500.000
€ 1.000.000
€ 1.500.000
€ 2.000.000
€ 2.500.000
€ 3.000.000
€ 3.500.000
€ 4.000.000
€ 4.500.000
Costi cumulati di intervento [€]
€ 78.576; 33 TEP
€ 1.231.891; 393 TEP
€ 2.340.833; 737 TEP
€ 3.471.818; 1.331 TEP
€ 3.612.447; 1.397 TEP
€ 3.677.928; 1.412 TEP
€ 3.852.542; 1.434 TEP
Illuminazione (TR = 3 anni)
Aria compressa (TR = 4 anni)
Motori elettrici (TR = 4 anni)
Forni (TR = 4,5 anni)
Centrale termica (TR = 5 anni)
Gruppi frigoriferi (TR = 5,5 anni)
Caricabatterie (TR = 10 anni)

[CE] INDUSTRIA CHIMICO-FARMACEUTICA								
Totale consumi di energia (anno 2016)	**[TEP]**		**Totale risparmio massimo di energia primaria conseguito con gli interventi**			**[TEP]**	**[%]**
	45.448					**10.323**	**23%**
	[GWh]	[Sm^3]					
	191,6	35.372.362					
COMPARTO TECNOLOGICO	**Percentuale di incidenza del comparto**		**TIPOLOGIA DI INTERVENTO**	**Percentuale di risparmio sul vettore energetico**		**Risparmio intervento [TEP]**	**Percentuale di massimo risparmio dell'intervento [%]**
	Energia elettrica [%]	**Gas naturale [%]**		**Energia elettrica [%]**	**Gas naturale [%]**		
ARIA COMPRESSA	19%	-	riqualificazione + recupero termico	3,8%	6,8%	2.585	5,7%
GRUPPI FRIGO	10%	-	riqualificazione + free-cooling	2,0%	-	330	0,7%
MOTORI ELETTRICI	57%	-	riqualificazione	8,6%	-	1.409	3,1%
CENTRALE TERMICA	2%	50%	riqualificazione	-	9,0%	2.607	5,7%
ILLUMINAZIONE	2%	-	riqualificazione	0,9%	-	148	0,3%
CARICABATTERIE	-	-	riqualificazione	-	-	-	-
PRESSE A INIEZIONE	-	-	riqualificazione	-	-	-	-
FORNI	5%	10%	recupero termico	-	4,0%	1.159	2,5%
GENERATORI DI VAPORE	2%	40%	riqualificazione	-	7,2%	2.086	4,6%
Altro	3%	-					
Totale percentuale	**100%**	**100%**					

[CE] INDUSTRIA CHIMICO-FARMACEUTICO		
Prezzo medio dei vettori energetici	[€/kWh]	[€/Sm^3]
	0,15	0,35

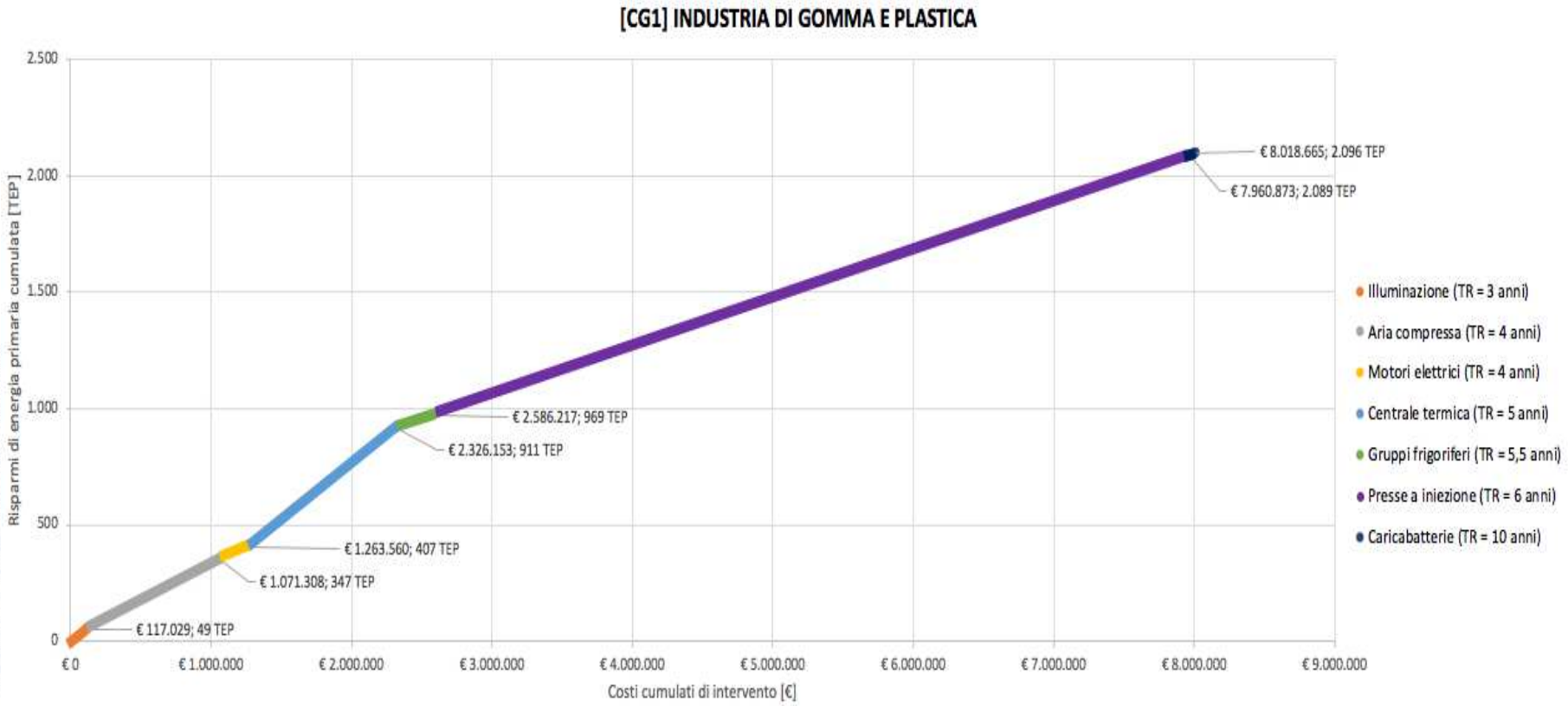
COMPARTO TECNOLOGICO	Risparmi economici connessi all'intervento sul comparto [€]	Tempo di ritorno medio dell'intervento [anni]
ARIA COMPRESSA	1.929.146	4,0
GRUPPI FRIGO	574.800	5,5
MOTORI ELETTRICI	2.457.270	4,0
CENTRALE TERMICA	1.114.229	5,0
ILLUMINAZIONE	258.660	3,0
CARICABATTERIE	-	10,0
PRESSE A INIEZIONE	-	6,0
FORNI	495.213	4,5
GENERATORI DI VAPORE	891.384	5,5
Risparmio totale	**7.720.702 [€]**	


[CE] INDUSTRIA CHIMICO-FARMACEUTICA
Risparmi di energia primaria cumulata [TEP]
12.000
10.000
8.000
6.000
4.000
2.000
0
€ 0
€ 5.000.000
€ 10.000.000
€ 15.000.000
€ 20.000.000
€ 25.000.000
€ 30.000.000
Costi cumulati di intervento [€]
€ 355.916; 148 TEP
€ 8.627.245; 2.733 TEP
€ 13.171.873; 4.142 TEP
€ 15.379.109; 5.301 TEP
€ 20.868.155; 7.908 TEP
€ 22.351.139; 8.238 TEP
€ 27.239.820; 10.323TEP
Illuminazione (TR = 3 anni)
Aria compressa (TR = 4 anni)
Motori elettrici (TR = 4 anni)
Forni (TR = 4,5 anni)
Centrale termica (TR = 5 anni)
Gruppi frigoriferi (TR = 5,5 anni)
Generatori di vapore (TR=5,5 anni)

[CG1] INDUSTRIA DI GOMMA E PLASTICA								
Totale consumi di energia (anno 2016)	**[TEP]**		**Totale risparmio massimo di energia primaria conseguito con gli interventi**			**[TEP]**	**[%]**
	6.416					**2.096**	**33%**
	[GWh]	[Sm^3]					
	42,0	3.423.767					
COMPARTO TECNOLOGICO	**Percentuale di incidenza del comparto**		**TIPOLOGIA DI INTERVENTO**	**Percentuale di risparmio sul vettore energetico**		**Risparmio intervento [TEP]**	**Percentuale di massimo risparmio dell'intervento [%]**
	Energia elettrica [%]	**Gas naturale [%]**		**Energia elettrica [%]**	**Gas naturale [%]**		
ARIA COMPRESSA	10%	-	riqualificazione + recupero termico	2,0%	8,1%	298	4,6%
GRUPPI FRIGO	8%	-	riqualificazione + free-cooling	1,6%	-	58	0,9%
MOTORI ELETTRICI	11%	-	riqualificazione	1,7%	-	60	0,9%
CENTRALE TERMICA	2%	100%	riqualificazione	0,0%	18,0%	505	7,9%
ILLUMINAZIONE	3%	-	riqualificazione	1,4%	-	49	0,8%
CARICABATTERIE	2%	-	riqualificazione	0,2%	-	7	0,1%
PRESSE A INIEZIONE	62%	-	riqualificazione	31,0%	-	1.120	17,5%
FORNI	-	-	recupero termico	-	-	-	-
GENERATORI DI VAPORE	-	-	riqualificazione	-	-	-	-
Altro	2%	-					
Totale percentuale	**100%**	**100%**					

[CG1] INDUSTRIA DI GOMMA E PLASTICA		
Prezzo medio dei vettori energetici	[€/kWh]	[€/Sm^3]
	0,15	0,35

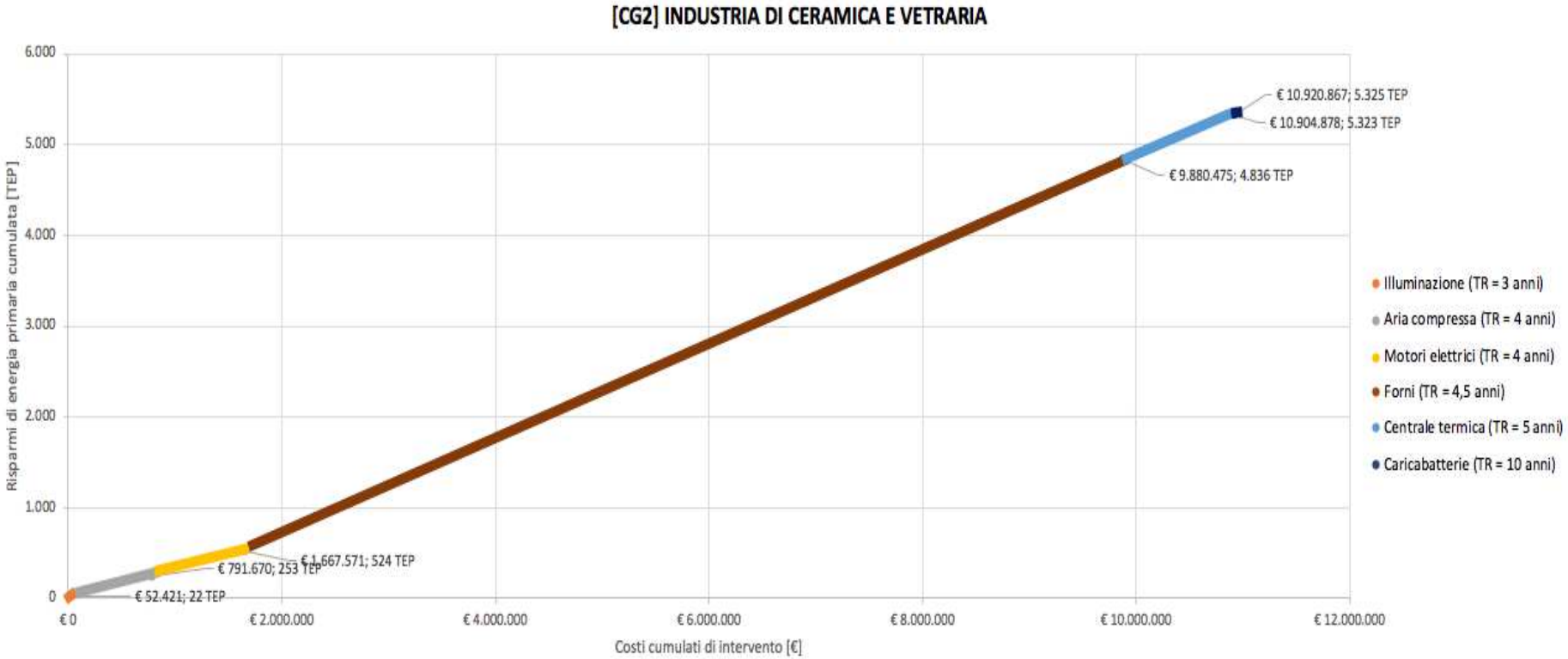
COMPARTO TECNOLOGICO	Risparmi economici connessi all'intervento sul comparto [€]	Tempo di ritorno medio dell'intervento [anni]
ARIA COMPRESSA	222.569	4,0
GRUPPI FRIGO	100.800	5,5
MOTORI ELETTRICI	103.950	4,0
CENTRALE TERMICA	215.697	5,0
ILLUMINAZIONE	85.050	3,0
CARICABATTERIE	12.600	10,0
PRESSE A INIEZIONE	1.953.000	6,0
FORNI	-	4,5
GENERATORI DI VAPORE	-	5,5
Risparmio totale	**2.693.667 [€]**	


[CG1] INDUSTRIA DI GOMMA E PLASTICA
Risparmi di energia primaria cumulata [TEP]
2.500
2.000
1.500
1.000
500
0
€ 0
€ 1.000.000
€ 2.000.000
€ 3.000.000
€ 4.000.000
€ 5.000.000
€ 6.000.000
€ 7.000.000
€ 8.000.000
€ 9.000.000
Costi cumulati di intervento [€]
€ 117.029; 49 TEP
€ 1.071.308; 347 TEP
€ 1.263.560; 407 TEP
€ 2.326.153; 911 TEP
€ 2.586.217; 969 TEP
€ 7.960.873; 2.089 TEP
€ 8.018.665; 2.096 TEP
Illuminazione (TR = 3 anni)
Aria compressa (TR = 4 anni)
Motori elettrici (TR = 4 anni)
Centrale termica (TR = 5 anni)
Gruppi frigoriferi (TR = 5,5 anni)
Presse a iniezione (TR = 6 anni)
Caricabatterie (TR = 10 anni)

[CG2] INDUSTRIA CERAMICA E VETRARIA								
Totale consumi di energia (anno 2016)	**[TEP]**		**Totale risparmio massimo di energia primaria conseguito con gli interventi**			**[TEP]**	**[%]**
	16.338					**5.325**	**33%**
	[GWh]	[Sm^3]					
	33,2	16.462.420					
COMPARTO TECNOLOGICO	**Percentuale di incidenza del comparto**		**TIPOLOGIA DI INTERVENTO**	**Percentuale di risparmio sul vettore energetico**		**Risparmio intervento [TEP]**	**Percentuale di massimo risparmio dell'intervento [%]**
	Energia elettrica [%]	**Gas naturale [%]**		**Energia elettrica [%]**	**Gas naturale [%]**		
ARIA COMPRESSA	10%	-	riqualificazione + recupero termico	2,0%	1,3%	231	1,4%
GRUPPI FRIGO	-	-	riqualificazione + free-cooling	-	-	-	-
MOTORI ELETTRICI	63%	-	riqualificazione	9,5%	0,0%	272	1,7%
CENTRALE TERMICA	4%	20%	riqualificazione	-	3,6%	487	3,0%
ILLUMINAZIONE	2%	-	riqualificazione	0,8%	-	22	0,1%
CARICABATTERIE	1%	-	riqualificazione	0,1%	-	2	0,01%
PRESSE A INIEZIONE	-	-	riqualificazione	-	-	-	-
FORNI	19%	80%	recupero termico	-	32,0%	4.312	26,4%
GENERATORI DI VAPORE	-	-	riqualificazione	-	-	-	-
Altro	2%	-					
Totale percentuale	**100%**	**100%**					

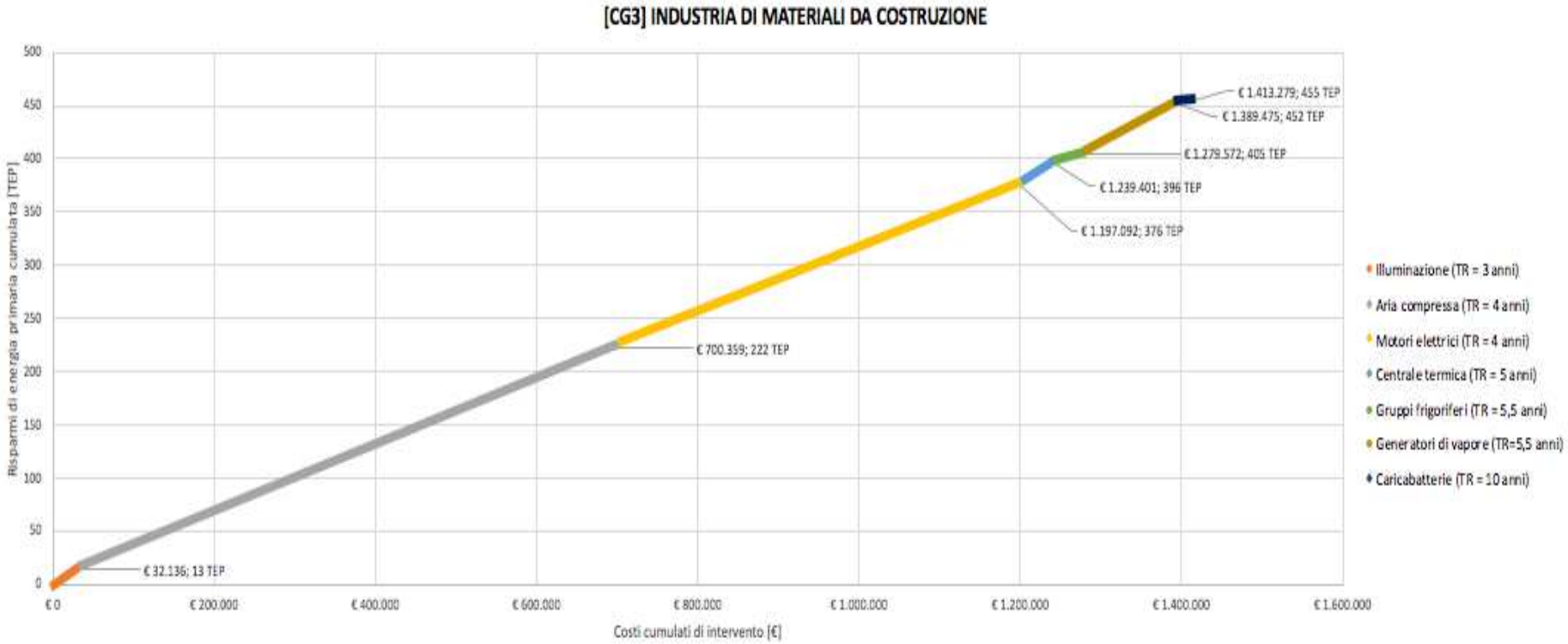
[CG2] INDUSTRIA DI CERAMICA E VETRARIA		
Prezzo medio dei vettori energetici	[€/kWh]	[€/Sm^3]
	0,15	0,35

COMPARTO TECNOLOGICO	Risparmi economici connessi all'intervento sul comparto [€]	Tempo di ritorno medio dell'intervento [anni]
ARIA COMPRESSA	172.417	4,0
GRUPPI FRIGO	-	5,5
MOTORI ELETTRICI	473.598	4,0
CENTRALE TERMICA	207.945	5,0
ILLUMINAZIONE	38.097	3,0
CARICABATTERIE	3.486	10,0
PRESSE A INIEZIONE	-	6,0
FORNI	1.842.639	4,5
GENERATORI DI VAPORE	-	5,5
Risparmio totale	**2.738.182 [€]**	


[CG2] INDUSTRIA DI CERAMICA E VETRARIA
Risparmi di energia primaria cumulata [TEP]
6.000
5.000
4.000
3.000
2.000
1.000
0
€ 0
€ 2.000.000
€ 4.000.000
€ 6.000.000
€ 8.000.000
€ 10.000.000
€ 12.000.000
Costi cumulati di intervento [€]
€ 52.421; 22 TEP
€ 791.670; 253 TEP
€ 1.667.571; 524 TEP
€ 9.880.475; 4.836 TEP
€ 10.904.878; 5.323 TEP
€ 10.920.867; 5.325 TEP
Illuminazione (TR = 3 anni)
Aria compressa (TR = 4 anni)
Motori elettrici (TR = 4 anni)
Forni (TR = 4,5 anni)
Centrale termica (TR = 5 anni)
Caricabatterie (TR = 10 anni)

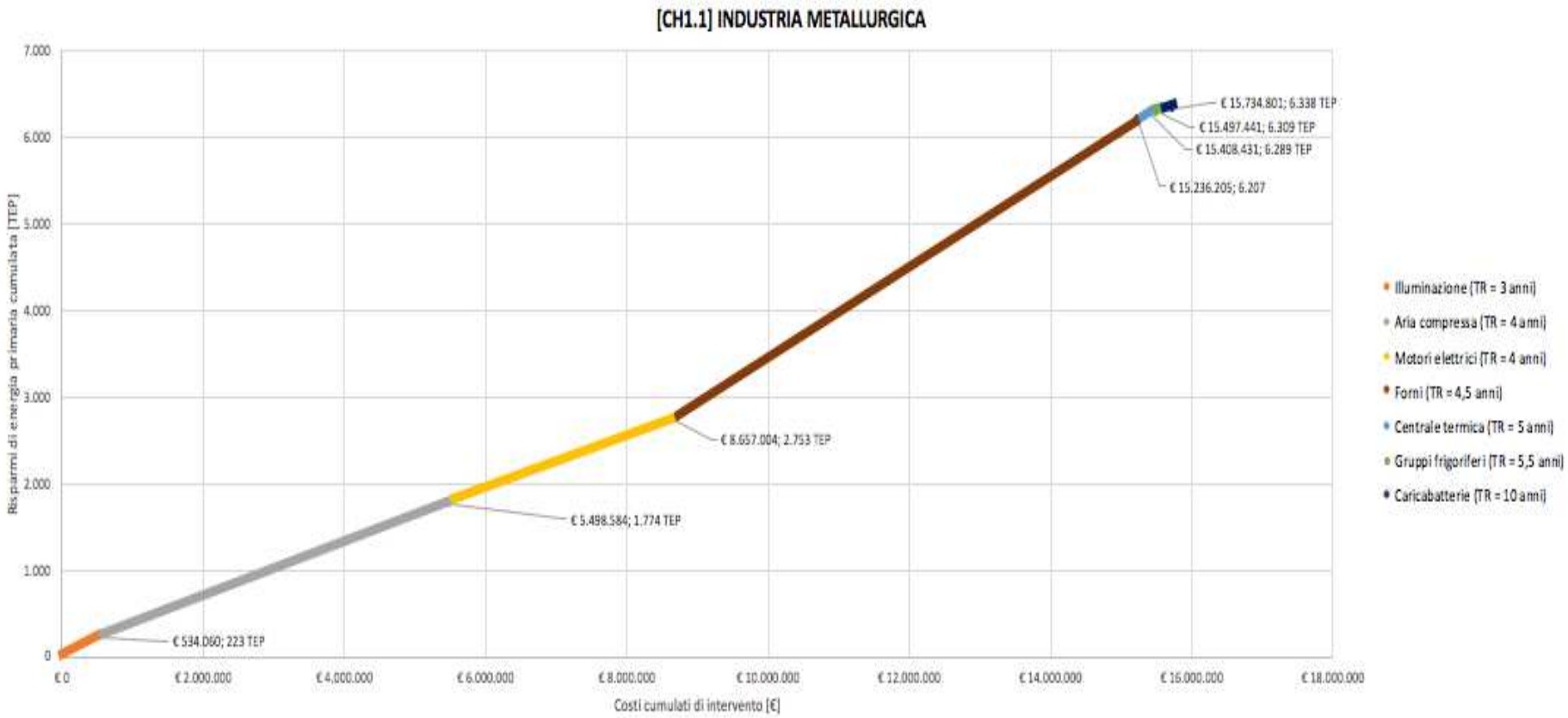
[CG3] INDUSTRIA DI MATERIALI DA COSTRUZIONE								
Totale consumi di energia (anno 2016)	**[TEP]**		**Totale risparmio massimo di energia primaria conseguito con gli interventi**			**[TEP]**	**[%]**
	1.860					**455**	**24%**
	[GWh]	[Sm^3]					
	17,3	454.406					
COMPARTO TECNOLOGICO	**Percentuale di incidenza del comparto**		**TIPOLOGIA DI INTERVENTO**	**Percentuale di risparmio sul vettore energetico**		**Risparmio intervento [TEP]**	**Percentuale di massimo risparmio dell'intervento [%]**
	Energia elettrica [%]	**Gas naturale [%]**		**Energia elettrica [%]**	**Gas naturale [%]**		
ARIA COMPRESSA	17%	-	riqualificazione + recupero termico	3,4%	42,5%	209	11,2%
GRUPPI FRIGORIFERI	3%	-	riqualificazione + free-cooling	0,6%	-	9	0,5%
MOTORI ELETTRICI	69%	-	riqualificazione	10,4%	-	154	8,3%
CENTRALE TERMICA	3%	30%	riqualificazione	-	5,4%	20	1,1%
ILLUMINAZIONE	2%	-	riqualificazione	0,9%	-	13	0,7%
CARICABATTERIE	2%	-	riqualificazione	0,2%	-	3	0,2%
PRESSE A INIEZIONE	-	-	riqualificazione	-	-	-	-
FORNI	-	-	recupero termico	-	-	-	-
GENERATORI DI VAPORE	3%	70%	riqualificazione	-	12,6%	47	2,5%
Altro	1%	-					
Totale percentuale	**100%**	**100%**					

[CG2] INDUSTRIA DI MATERIALI DA COSTRUZIONE			
Prezzo medio dei vettori energetici	[€/kWh]	[€/Sm^3]	
	0,15	0,35	
COMPARTO TECNOLOGICO	**Risparmi economici connessi all'intervento sul comparto [€]**		**Tempo di ritorno medio dell'intervento [anni]**
ARIA COMPRESSA	155.852		4,0
GRUPPI FRIGO	15.570		5,5
MOTORI ELETTRICI	268.583		4,0
CENTRALE TERMICA	8.588		4,5
ILLUMINAZIONE	23.355		3,0
CARICABATTERIE	5.190		10,0
PRESSE A INIEZIONE	-		6,0
FORNI	-		4,5
GENERATORI DI VAPORE	20.039		5,5
Risparmio totale	**497.177**		
	[€]		


[CG3] INDUSTRIA DI MATERIALI DA COSTRUZIONE
Risparmi di energia primaria cumulata [TEP]
Costi cumulati di intervento [€]
€ 32.136; 13 TEP
€ 700.359; 222 TEP
€ 1.197.092; 376 TEP
€ 1.239.401; 396 TEP
€ 1.279.572; 405 TEP
€ 1.389.475; 452 TEP
€ 1.413.279; 455 TEP
Illuminazione (TR = 3 anni)
Aria compressa (TR = 4 anni)
Motori elettrici (TR = 4 anni)
Centrale termica (TR = 5 anni)
Gruppi frigoriferi (TR = 5,5 anni)
Generatori di vapore (TR=5,5 anni)
Caricabatterie (TR = 10 anni)

[CH1.1] INDUSTRIA METALLURGICA								
Totale consumi di energia (anno 2016)	**[TEP]**		**Totale risparmio massimo di energia primaria conseguito con gli interventi**			**[TEP]**	**[%]**
	18.980					**6.338**	**33%**
	[GWh]	[Sm^3]					
	115,0	11.098.518					
COMPARTO TECNOLOGICO	**Percentuale di incidenza del comparto**		**TIPOLOGIA DI INTERVENTO**	**Percentuale di risparmio sul vettore energetico**		**Risparmio intervento [TEP]**	**Percentuale di massimo risparmio dell'intervento [%]**
	Energia elettrica [%]	**Gas naturale [%]**		**Energia elettrica [%]**	**Gas naturale [%]**		
ARIA COMPRESSA	19%	-	riqualificazione + recupero termico	3,8%	12,9%	1.551	8,2%
GRUPPI FRIGO	1%	-	riqualificazione + free-cooling	0,2%	-	20	0,1%
MOTORI ELETTRICI	66%	-	riqualificazione	9,9%	-	979	5,2%
CENTRALE TERMICA	1%	5%	riqualificazione	-	0,9%	82	0,4%
ILLUMINAZIONE	5%	-	riqualificazione	2,3%	-	223	1,2%
CARICABATTERIE	3%	-	riqualificazione	0,3%	-	30	0,2%
PRESSE A INIEZIONE	-	-	riqualificazione	-	-	-	-
FORNI	3%	95%	recupero termico	-	38,0%	3.454	18,2%
GENERATORI DI VAPORE	-	-	riqualificazione	-	-	-	-
Altro	2%	-					
Totale percentuale	**100%**	**100%**					

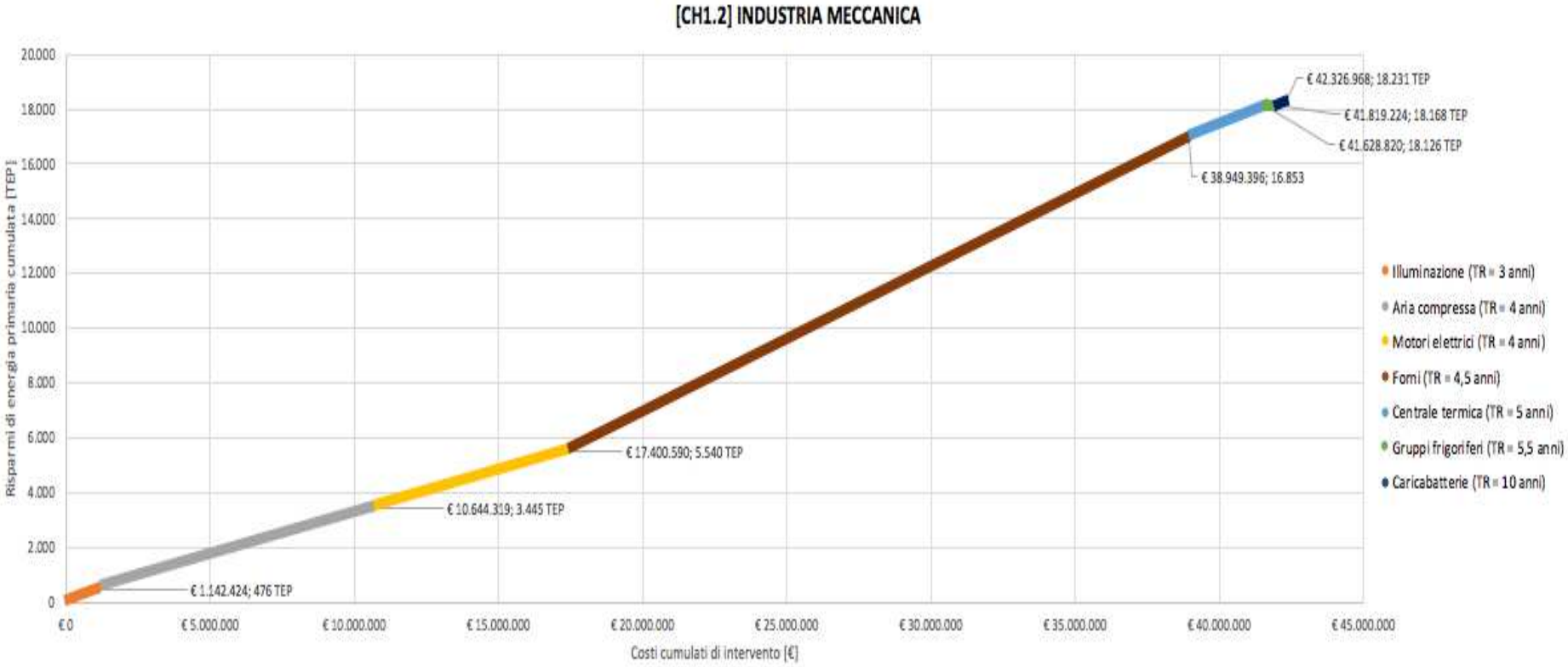
[CH1.1] INDUSTRIA METALLURGICA			
Prezzo medio dei vettori energetici	[€/kWh]	[€/Sm^3]	
	0,15	0,35	
COMPARTO TECNOLOGICO	**Risparmi economici connessi all'intervento sul comparto [€]**		**Tempo di ritorno medio dell'intervento [anni]**
ARIA COMPRESSA	1.157.891		3,0
GRUPPI FRIGO	34.500		5,5
MOTORI ELETTRICI	1.707.750		4,0
CENTRALE TERMICA	34.960		5,0
ILLUMINAZIONE	388.125		3,0
CARICABATTERIE	51.750		10,0
PRESSE A INIEZIONE	-		6,0
FORNI	1.476.103		4,5
GENERATORI DI VAPORE	-		5,5
Risparmio totale	**4.851.079 [€]**		


[CH1.1] INDUSTRIA METALLURGICA
Risparmi di energia primaria cumulata [TEP]
7.000
6.000
5.000
4.000
3.000
2.000
1.000
0
€ 0
€ 2.000.000
€ 4.000.000
€ 6.000.000
€ 8.000.000
€ 10.000.000
€ 12.000.000
€ 14.000.000
€ 16.000.000
€ 18.000.000
Costi cumulati di intervento [€]
€ 534.060; 223 TEP
€ 5.498.584; 1.774 TEP
€ 8.657.004; 2.753 TEP
€ 15.236.205; 6.207
€ 15.408.431; 6.289 TEP
€ 15.497.441; 6.309 TEP
€ 15.734.801; 6.338 TEP
Illuminazione (TR = 3 anni)
Aria compressa (TR = 4 anni)
Motori elettrici (TR = 4 anni)
Forni (TR = 4,5 anni)
Centrale termica (TR = 5 anni)
Gruppi frigoriferi (TR = 5,5 anni)
Caricabatterie (TR = 10 anni)

[CH1.2] INDUSTRIA MECCANICA								
Totale consumi di energia (anno 2016)	**[TEP]**		**Totale risparmio massimo di energia primaria conseguito con gli interventi**			**[TEP]**	**[%]**
	56.510					**18.231**	**32%**
	[GWh]	[Sm^3]					
	246,0	43.166.679					
COMPARTO TECNOLOGICO	**Percentuale di incidenza del comparto**		**TIPOLOGIA DI INTERVENTO**	**Percentuale di risparmio sul vettore energetico**		**Risparmio intervento [TEP]**	**Percentuale di massimo risparmio dell'intervento [%]**
	Energia elettrica [%]	**Gas naturale [%]**		**Energia elettrica [%]**	**Gas naturale [%]**		
ARIA COMPRESSA	17%	-	riqualificazione + recupero termico	3,4%	6,4%	2.969	5,3%
GRUPPI FRIGO	1%	-	riqualificazione + free-cooling	0,2%	-	42	0,1%
MOTORI ELETTRICI	66%	-	riqualificazione	9,9%	-	2.094	3,7%
CENTRALE TERMICA	3%	20%	riqualificazione	-	3,6%	1.273	2,3%
ILLUMINAZIONE	5%	-	riqualificazione	2,3%	-	476	0,8%
CARICABATTERIE	3%	-	riqualificazione	0,3%	-	63	0,1%
PRESSE A INIEZIONE	-	-	riqualificazione	-	-	-	-
FORNI	3%	80%	recupero termico	-	32,0%	11.313	20,0%
GENERATORI DI VAPORE	-	-	riqualificazione	-	-	-	-
Altro	2%	-					
Totale percentuale	**100%**	**100%**					

[CH1.2] INDUSTRIA MECCANICA		
Prezzo medio dei vettori energetici	[€/kWh]	[€/Sm^3]
	0,15	0,35

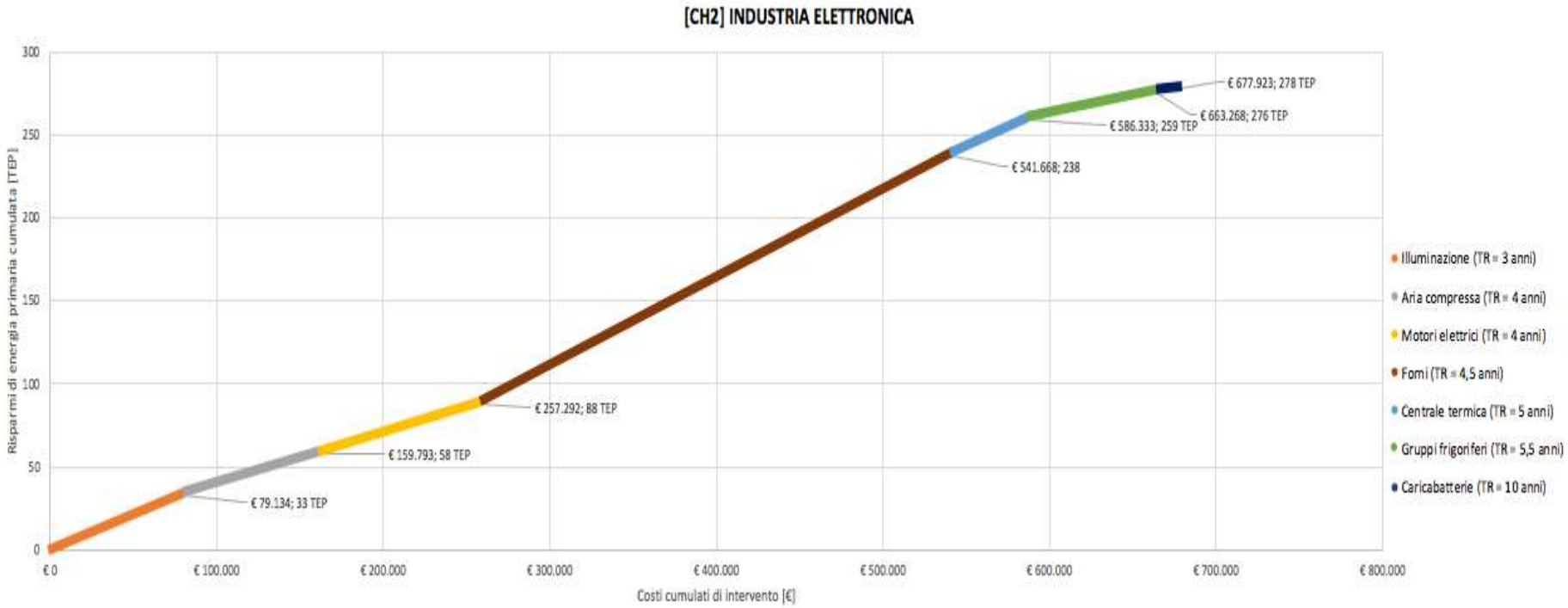
COMPARTO TECNOLOGICO	Risparmi economici connessi all'intervento sul comparto [€]	Tempo di ritorno medio dell'intervento [anni]
ARIA COMPRESSA	2.216.155	3,0
GRUPPI FRIGO	73.800	5,5
MOTORI ELETTRICI	3.653.100	4,0
CENTRALE TERMICA	543.900	5,0
ILLUMINAZIONE	830.250	3,0
CARICABATTERIE	110.700	10,0
PRESSE A INIEZIONE	-	6,0
FORNI	4.834.668	4,5
GENERATORI DI VAPORE	-	5,5
Risparmio totale	**12.262.573 [€]**	


[CH1.2] INDUSTRIA MECCANICA
Risparmi di energia primaria cumulata [TEP]
Costi cumulati di intervento [€]
20.000
18.000
16.000
14.000
12.000
10.000
8.000
6.000
4.000
2.000
0
€ 0
€ 5.000.000
€ 10.000.000
€ 15.000.000
€ 20.000.000
€ 25.000.000
€ 30.000.000
€ 35.000.000
€ 40.000.000
€ 45.000.000
€ 1.142.424; 476 TEP
€ 10.644.319; 3.445 TEP
€ 17.400.590; 5.540 TEP
€ 38.949.396; 16.853
€ 42.326.968; 18.231 TEP
€ 41.819.224; 18.168 TEP
€ 41.628.820; 18.126 TEP
Illuminazione (TR = 3 anni)
Aria compressa (TR = 4 anni)
Motori elettrici (TR = 4 anni)
Forni (TR = 4,5 anni)
Centrale termica (TR = 5 anni)
Gruppi frigoriferi (TR = 5,5 anni)
Caricabatterie (TR = 10 anni)

[CH2] INDUSTRIA ELETTRONICA								
Totale consumi di energia (anno 2016)	**[TEP]**		**Totale risparmio massimo di energia primaria conseguito con gli interventi**			**[TEP]**	**[%]**
	1.102					**278**	**25%**
	[GWh]	[Sm^3]					
	7,1	599.645					
COMPARTO TECNOLOGICO	**Percentuale di incidenza del comparto**		**TIPOLOGIA DI INTERVENTO**	**Percentuale di risparmio sul vettore energetico**		**Risparmio intervento [TEP]**	**Percentuale di massimo risparmio dell'intervento [%]**
	Energia elettrica [%]	**Gas naturale [%]**		**Energia elettrica [%]**	**Gas naturale [%]**		
ARIA COMPRESSA	5%	-	riqualificazione + recupero termico	1,0%	3,9%	25	2,3%
GRUPPI FRIGO	14%	-	riqualificazione + free-cooling	2,8%	-	17	1,6%
MOTORI ELETTRICI	33%	-	riqualificazione	5,0%	-	30	2,7%
CENTRALE TERMICA	16%	24%	riqualificazione	-	4,3%	21	1,9%
ILLUMINAZIONE	12%	-	riqualificazione	5,4%	--	33	3,0%
CARICABATTERIE	3%	-	riqualificazione	0,3%	-	2	0,2%
PRESSE A INIEZIONE	-	-	riqualificazione	-	-	-	-
FORNI	15%	76%	recupero termico	-	30,4%	149	13,6%
GENERATORI DI VAPORE	-	-	riqualificazione	-	-	-	-
Altro	2%	-					
Totale percentuale	**100%**	**100%**					

[CH2] INDUSTRIA ELETTRONICA		
Prezzo medio dei vettori energetici	[€/kWh]	[€/Sm^3]
	0,15	0,35

COMPARTO TECNOLOGICO	Risparmi economici connessi all'intervento sul comparto [€]	Tempo di ritorno medio dell'intervento [anni]
ARIA COMPRESSA	18.812	3,0
GRUPPI FRIGO	29.820	5,5
MOTORI ELETTRICI	52.718	4,0
CENTRALE TERMICA	9.067	5,0
ILLUMINAZIONE	57.510	3,0
CARICABATTERIE	3.195	10,0
PRESSE A INIEZIONE	-	6,0
FORNI	63.802	4,5
GENERATORI DI VAPORE	-	5,5
Risparmio totale	**234.924 [€]**	


[CH2] INDUSTRIA ELETTRONICA
Risparmi di energia primaria cumulata [TEP]
Costi cumulati di intervento [€]
300
250
200
150
100
50
0
€ 0
€ 100.000
€ 200.000
€ 300.000
€ 400.000
€ 500.000
€ 600.000
€ 700.000
€ 800.000
€ 79.134; 33 TEP
€ 159.793; 58 TEP
€ 257.292; 88 TEP
€ 541.668; 238
€ 586.333; 259 TEP
€ 663.268; 276 TEP
€ 677.923; 278 TEP
Illuminazione (TR = 3 anni)
Aria compressa (TR = 4 anni)
Motori elettrici (TR = 4 anni)
Forni (TR = 4,5 anni)
Centrale termica (TR = 5 anni)
Gruppi frigoriferi (TR = 5,5 anni)
Caricabatterie (TR = 10 anni)

Appendice 5: Benchmark di riferimento

Nella presente sezione sono riportate delle indicazioni dei range di consumi ideali per classe merceologica e tipologia di processo produttivo. A fronte della direttiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo, del 24 novembre 2010 relativa alle emissioni industriali, sono state individuate le BAT (Best Availabile Technologies), con lo scopo di indicare le tecnologie più competitive nella riduzione dei consumi a parità di prodotto. Non di tutte le classi merceologiche è stato possibile individuare un valore di energia specifica per tonnellate di prodotto. Le tabelle riportate di seguito vengono da elaborati prodotti nell'ambito del progetto EU MERCI, che ha lo scopo di individuare le "buone pratiche", diversificando per i diversi processi industriali.

Industria alimentare e delle bevande[46]

Prodotti	En. Elettrica [kWh/t]	En. Termica [tep/t]
Latte e derivati (panna, yogurt, burro)	125,8 +- 48,9	0,019 +- 0,010
Formaggi (fresco, stagionato, a pasta filata)	406,9 +- 207,5	0,072 +- 0,045
Formaggi molli (gorgonzola, taleggio, caprini)	1.625,1 +- 661,1	0,23 +- 0,09

Industria di carta, stampa, legno e mobilio[47][46]

Carta e legno

TIPO DI CARTIERA	LIVELLO INDICATIVO DI CONSUMO ENERGIA PER IL CALORE DI PROCESSO (kWh/t)	LIVELLO INDICATIVO DI CONSUMO DI ENERGIA ELETTRICA (kWh/t)
Carta grafica – (patinata e non patinata) (non integrata con produzione di cellulosa)	**1300 ÷ 1700** (il livello superiore dell'intervallo si riferisce ai tipi di carta più patinata)	**550 ÷ 800** (il livello superiore dell'intervallo include la patinatura e la raffinazione)
Tissue (non integrata con produzione di cellulosa)	**1800 ÷ 2100**	**900 ÷ 1100**
Carta speciale	Non applicabile (**) (**) A causa della grande diversità di prodotti, variando le composizioni delle materie prime ed i processi di fabbricazione, i valori di consumo energetico variano ampiamente tra le cartiere	

Tipo di cartiera RCF (carta riciclata)	Livello di consumo energetico indicativo per il calore di processo (kWh/t)	Livello di consumo energetico indicativo per l'energia elettrica (kWh/t)
RCF senza disinchiostrazione (carta per imballaggi, es. testliner e/o carta da onda)	**1100 ÷1500**	**350 ÷ 450**
RCF senza disinchiostrazione (cartone o cartoncino per astucci, patinato o non patinato)	**1200 ÷1600**	**400 ÷500**
RCF con disinchiostrazione (carta grafica, es. carta da giornale)	**1000 ÷ 1800**	**900 ÷ 1300**
RCF con disinchiostrazione (cartoncino per astucci)	**1000 ÷ 1100**	**450 ÷ 550**

Tipologia di produzione	Indicatore	Valore	Campo di variazione della produzione [t]		Campo di variazione dell'indicatore	
			Min	Max	Min	Max
Tissue	IPEg	0,317 +- 0,034 [tep/t]	10.000	121.000	0,283	0,351
	IPEter	0,159 +- 0,02 [tep/t]	10.000	121.000	0,138	0,179
	IPEel	842,96 +-138,76 [kWh/t]	10.000	121.000	704,200	981,720
Carta da imballaggio tipo ondulato e cartoncino	IPEg	0,176 +- 0,032 [tep/t]	12.000	235.000	0,144	0,208
	IPEter	0,102 +- 0,019 [tep/t]	12.000	235.000	0,083	0,121
	IPEel	388,896 +- 90,318 [kWh/t]	12.000	235.000	298,500	479,200
Carta da imballaggio tipo carta leggera	IPEg	0,253 +- 0,033 [tep/t]	5.500	80.000	0,220	0,286
	IPEter	0,141 +- 0,021 [tep/t]	5.500	80.000	0,120	0,162
	IPEel	590,098 +- 147,397 [kWh/t]	5.500	80.000	442,701	737,495
Carta grafica	IPEg	0,294 +- 0,100 [tep/t]	10.000	540.000	0,194	0,394
	IPEter	0,141 +- 0,053 [tep/t]	10.000	540.000	0,088	0,194
	IPEel	819,404 +- 342,864 [kWh/t]	10.000	540.000	476,540	1.162,268

Industria di gomma, plastica e minerali non metallici[48][46]

Plastica

Lavorazione/Tipologia di produzione	IPE_{Sito} (TEP/t)	IPE_{AP} (kWh/kg)
Produzione di buste, laminati e stampati	0,2101	0,8125
Granuli	0,1230	0,5870
Produzione "diretta"	0,1682	0,5165
Produzione per "semilavorato"	0,2654	0,9772

Lavorazione	Numerosità	IPE_{Sito} (TEP/t)	EE/Etot	EE_{AP}/EE	IPE_{AP} (kWh/kg)
Stampaggio a iniezione	85	0,3920 ± 20%	94,55% ± 2%	68,91% ± 4%	1,2417 ± 12%
Granulazione	15	0,1301 ± 25%	98,90% ± 2%	80,27% ± 7%	0,5379 ± 15%
Film bolla	22	0,1476 ± 13%	93,83% ± 3%	75,79% ± 5%	0,5398 ± 15%
Film cast	30	0,2013 ± 3%	91,98% ± 4%	72,16% ± 7%	0,5986 ± 8%
Tubi/lastre/profilat	33	0,1987 ± 2%	92,32% ±3%%	73,13% ± 5%	0,5962 ± 15%
Termoformatura	27	0,2983 ± 33%	94,05% ± 6%	64,35% ± 9%	0.7869 ± 14%
Soffiaggio	17	0,3300 ± 13%	98,35% ± 1%	55,73% ± 9%	0,9850 ± 19%

Codice Ateco	IPE_G (TEP/t)	EE/Etot	EE_{AP}/EE	IPE_{AP} (kWh/kg)
22.21.00	0,2000 ± 21%	87,33% ± 4%	69,04% ± 6%	0,6617 ± 16%
22.22.00	0,3095 ± 20%	92,78% ± 2%	69,65% ± 3%	0,8659 ± 10%
22.23.02	0,1111	99,75%	82,93%	0,4963
22.23.09	0,3110	73,10%	48,43%	0,4856
22.29.02	0,3624	81,95%	70,52%	0,9378
22.29.09	0,4234 ± 22%	90,75 ± 3%	67,57% ± 5%	1,3824 ± 15%

Ceramica[46]

Tipologia processo CERAMICA	Indicatore	Valore	Campo di variazione della produzione [t]		Campo di variazione dell'indicatore	
			Min	Max	Min	Max
Processo Produttivo a Ciclo Completo	IPEg [tep/t]	0,1257+-1857,6/produzione	11.000	135.000	0,140	0,295
	IPEter [tep/t]	0,0933+-865,15/produzione	11.000	135.000	0,100	0,172
	IPEel [kWh/t]	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Processo Produttivo a Ciclo Parziale	IPEg [tep/t]	0,0775+1085,8/produzione	11.000	135.000	0,086	0,159
	IPEter [tep/t]	*0,0639+490/produzione*	11.000	135.000	0,067	0,100
	IPEel [kWh/t]	102,3+2*10^6/produzione	11.000	135.000	116,5	247,9

Vetro[49]

Tipologia di forno	Bottiglie [GJ/t]	Flaconeria [GJ/t]	Casalingo [GJ/t]	Piano [GJ/t]
Elettrico				
< 50 t/g		8,6	8,6	
50-100 t/g		7,9	7,8	
End port				
50-100 t/g	5,6	5,8	6,4	
100-250 t/g	5	5,4	4,6	
250-400 t/g	4,4			
>400 t/g	4,2			
Unit melter				
50-100 t/g	5,3			
100-300 t/g	5,1	6		
300-400 t/g	4,9			
Side port				
250-400 t/g	4,9			
400-600 t/g	4,7			6,7
≥600 t/g				6,2

Valori tipici di consumo specifico di energia raggiunti applicando misure / tecniche di efficienza energetica disponibili [1] .

Settore	Tipo / capacità del forno	Consumo energetico del forno (GJ / tonnellata di vetro fuso)	Consumo energetico globale (GJ / tonnellata di prodotto finito)
Contenitore di vetro			
Bottiglie e vasetti	<100 t / d	5,5 - 7	<7.7
	> 100 t / d	3.3 - 4.6	
	Forni elettrici	2.9 - 3.6	
Flacconage	<100 t / d	7 - 9	<16
	> 100 t / d	4.8 - 6	
Vetro piano			
	Tutte le capacità	5 - 7	<8
Fibra di vetro a filamento continuo			
	Tutte le capacità	7 –14	<20
Vetro domestico			
	Forni convenzionali		<24 per portate <100 t / d [a]
	<100 t / d [a]	6.7 - 9.5	<18 per portate> 100 t / d
	> 100 t / d	5 - 6	
	Forni elettrici [b]	3.4 - 4.3	
Vetro speciale			
Tutti i prodotti	Forni elettrici [b]	3.9 - 4.5	20 <
Bicchieri di soda-lime	Forni convenzionali	5 - 10	
Vetro borosilicato		10-15	
Minerale woo l			
Lana di vetro	Tutte le capacità	2.7 - 5.5	<14
Lana di roccia	Tutte le capacità	4.2 - 10	<12
Lana isolante per alte temperature			
	Tutte le capacità	6.5 - 16.5	<20
Frits			
	Forni a ossitaglio	≤ 9	
	Forni ad aria / carburante e aria arricchita / carburante	≤ 13	

Cemento[46]

Electricity demand [kWh/ton cement]	
90 - 150	
Fonte: BAT 2013	

Fuel energy use in cement manufacturing in the EU-27

Thermal energy demand [MJ/ton clinker]	Process
3.000 – < 4.000	For the dry process, multistage (three to six stages) cyclone preheaters and precalcining kilns
3.100 – 4.200	For the dry process rotary kilns equipped with cyclone preheaters
3.300 – 5.400	For the semi-dry/semi-wet processes (Lepol kiln)
> 5.000	For the dry process long kilns
5.000 – 6.400	For the wet process long kilns
3.100 – 6.500 and higher	For shaft kilns and for the production of special cements

Source: BAT 2013; [75, Estonia, 2006] [76, Germany, 2006] [84, CEMBUREAU, 2006], [92, Austria, 2006], [120, Spain, 2007], [168, TWG CLM, 2007]

Fonderie[50]

Settore	Tipologia stabilimento	Indicatore	Valore	Campo di variazione della produzione [t]		Campo di variazione dell'indicatore*	
				Min	Max	Min	Max
Fonderie	1	IPEg	$0,316 \mp 0,115 \left[\frac{tep}{t_{netta}}\right]$	3800	34000	0,201	0,431
		IPEel	$1514,46 \mp 538,35 \left[\frac{kWh}{t_{netta}}\right]$	3800	34000	976,11	2052,81
	2	IPEg	$0,368 + \frac{85}{t_netta}$	1500	26000	0,424	0,371
		IPEel	$1918,82 \mp 401,76 \left[\frac{kWh}{t_{netta}}\right]$	1500	26000	1517,16	2052,81
	3	IPEg	$0,271 + \frac{241}{t_netta} \left[\frac{tep}{t_{netta}}\right]$	3200	86000	0,238	0,514
		IPEel	$472,83 + \frac{1947753,34}{t_netta} \left[\frac{kWh}{t_{netta}}\right]$	3200	86000	495,48	1081,50
		IPEcoke	$0,162 + \frac{398,94}{t_netta} \left[\frac{t_{coke}}{t_{netta}}\right]$	3200	86000	0,166	0,286
	4	IPEg	$0,266 \mp 0075 \left[\frac{tep}{t_{netta}}\right]I$	4900	11700	0,191	341
		IPEter	$26,20 \mp 39 \left[\frac{Sm^3}{t_{netta}}\right]$	4900	11700	87,2	165,2
Fonderie acciaio		IPEg	$0,646 \mp 0,164 \left[\frac{tep}{t_{netta}}\right]$	850	3100	0,482	0,81
		IPEel	$2455,50 \mp 791,55 \left[\frac{kWh}{t_{netta}}\right]$	850	3100	1663,95	3247,05
		IPEter	$18,77 \mp 57,60 \left[\frac{Sm^3}{t_{netta}}\right]$	850	3100	161,17	276,37
Fonderie alluminio		IPEg	$0,536 \mp 0,202 \left[\frac{tep}{t_{netta}}\right]$	500	23400	0,334	0,738

Valori di intensità energetica finale e primaria delle migliori pratiche mondiali per ferro e acciaio (valori in GJ / tonnellata metrica di acciaio) [1]

Fase di produzione	Processi	Forno a ossigeno basico per altoforno		Riduzione degli odori - fornace di ossigeno di base		Ferro ridotto diretto - forno ad arco elettrico		Forno ad arco elettrico	
		Finale	Primaria [2]	Finale	Primaria [2]	Finale	Primaria [2]	Finale	Primaria [2]
Preparazione del materiale	sinterizzazione	1.9	2.2			1.9	2.2		
	pellettizzazione			0.6	0.8	0.6	0.8		
	coking	0.8	1.1						
Fabbricazione del ferro	Altoforno	12.2	12.4						
	Riduzione degli odori			17,3	17,9				
	Ferro ridotto diretto					11.7	9.2		
siderurgia	Forno a ossigeno basico	-0.4	-0.3	-0.4	-0.3				
	Forno ad arco elettrico					2.5	5.9	2.4	5.5
	raffinazione	0.1	0.4	0.1	0.4				
Casting & rolling	Colata continua	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	Laminazione a caldo [3]	1.8	2.4	1.8	2.4	1.8	2.4	1.8	2.4
Totale parziale		16,5	18.2	19.5	21.2	18,6	20,6	4.3	8.0
Laminazione e finitura a freddo	Laminazione a freddo	0.4	0.9	0.4	0.9				
	Finitura	1.1	1.4	1.1	1.4				
Totale		18,0	20,6	21,0	23.6	18,6	20,6	4.3	8.0
Alternativa: fusione e laminazione		0.2	0.5	0.2	0.5	0.2	0.5	0.2	0.5
Totale alternativo:		14.8	16.3	17.8	19.2	16.9	18,6	2.6	6.0

Bibliografia

[1] http://www.appa.provincia.tn.it/Prepair/. [Online].

[2] ISTAT, «Classificazione delle attività economiche Ateco 2007,» [Online]. Available: https://www.istat.it/it/files/2011/03/metenorme09_40classificazione_attivita_economiche_2007.pdf.

[3] ISTAT, «Note di metodologia,» [Online]. Available: https://www.istat.it/it/files//2012/08/Nota-metodologica.pdf.

[4] ISPAT, «Imprese dell'industria in senso stretto per classe dimensionale e settore,» 2016. [Online]. Available: http://www.statweb.provincia.tn.it/annuario/.

[5] TERNA, «Statistiche Regionali,» 2016. [Online]. Available: https://www.terna.it/it/sistema-elettrico/statistiche/pubblicazioni-statistiche.

[6] https://www.arera.it/it/dati/elenco_dati.htm. [Online].

[7] CISMA, «Inventario delle emissioni delle Provincia di Trento - anno 2013,» 2015.

[8] E. S. Group, «Energy Efficiency Report - Le sfide dello Smart Manufacturing per ESCo e Utilities».

[9] RSE, «L'effcienza energetica nell'industria: potenzialità di risparmio energetico e impatto sulle perfromance e sulla competitività delle imprese».

[10] Viessmann, «Guida all'efficienza energetica nelle aziende vinicole,» [Online]. Available: https://industriale.viessmann.it/guide/guida-efficienza-energetica-aziende-vinicole.

[11] C. s. i. tessile. [Online]. Available: http://www.ui.prato.it/UnioneDigitale/duplicatinovita/IMAGINE/Settoriale%20prato_180112.pdf.

[12] LECTA, «Dichiarazione Ambientale di Cartiere dle Garda S.p.A.,» 2017-2020.

[13] c. s. legno e mobilio, «Ispra ambiente,» [Online]. Available: http://www.isprambiente.gov.it/public_files/cicli_produttivi/Falegnamerie/Falegnamerie.pdf.

[14] «Plastic Energy Saving Guide».

[15] IperCER, «Efficienza energetica e industria ceramica 4.0,» [Online]. Available: https://docplayer.it/53051172-Efficienza-energetica-e-industria-ceramica-4-0.html.

[16] [Online]. Available: http://www.lovatotechnology.com/index.php/it/.

[17] [Online]. Available: http://www.pratoartestoria.it/id190.htm.

[18] C. E. P. co, «Strategia territoriale italiana del progetto CEEM "CentralEnvironmental and Energy Management as a kit for survival",» 2007-2013.

[19] ISPAT, «Numero delle imprese attive e addetti per settore di attività economica,» 2016. [Online]. Available: http://www.statweb.provincia.tn.it/annuario/.

[20] ISTAT, «Prodotto interno lordo regionale,» [Online]. Available: http://dati.istat.it/Index.

[21] ISPAT-annuari, «Andamento PIL provinciale,» [Online]. Available: http://www.statweb.provincia.tn.it/PubblicazioniHTML/Annuari.

[22] ISTAT, «Valore aggiunto,» [Online]. Available: http://dati.istat.it/Index.

[23] http://dati.istat.it/Index.aspx?DataSetCode=DICA_ASIAUE1P. [Online].

[24] ISTATmetadati. [Online]. Available: http://siqual.istat.it/SIQual/visualizza.do?id=0026000&refresh=true&language=IT.

[25] A. B. P. Baggio, «Bozza PEAP - Analisi dei flussi energetici nella Provincia Autonoma di Trento».

[26] TERNA, «Statistiche regionali 2017».

[27] TERNA, «Codice di Rete - Glossario dei termini».

[28] GSE, «Rapporto Statistico 2016 - Solare fotovoltaico».

[29] U. i. Varese, «L'efficienza energetica: casi ed esperienze».

[30] ASSOCARTA, «L'industria cartaria nel 2016,» 2017.

[31] C. d. Fornace. [Online]. Available: https://www.comune.fornace.tn.it/Territorio/Informazioni-utili/Porfido.

[32] ISPRA, «Scenari di consumi elettrici al 2050».

[33] GSE, «Valutazione del potenziale nazionale e regionale della cogenerazione ad alto rendimento e del teleriscaldamento efficiente,» 2016.

[34] BIOENAREA. [Online]. Available: http://www.energia.provincia.tn.it/binary/pat_agenzia_energia//Bioenarea_Final%20publication_PAT_0.pdf.

[35] R. M. a. J. Norman, «Spatial modelling of industrial heat loads and recovery potential in the UK,» 2010.

[36] ENEA, «Micro-cogenerazione: scenari di sviluppo alla luce delle normative e sviluppo di un modello di simulazione,» 2016.

[37] S. SNAM. [Online]. Available: https://www.snam.it/it/hydrogen_challenge/report_iea/.

[38] E. s. R. IEA. [Online].

[39] C. europea. [Online]. Available: https://cor.europa.eu/IT/our-work/Pages/OpinionTimeline.aspx?opId=CDR-549-2020.

[40] P.-P. E. e. Clima, «MISE,» 2020. [Online]. Available: https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/PNIEC_finale_17012020.pdf.

[41] A. Passalacqua, «Strategie data driven per migliorare l'efficienza produttiva,» 2017.

[42] Y. Bing Song, «Data driven approach for discovery of energy saving potentials in manufacturing factory. 25th CIRP Life Cycel Engineering (LCE) Conference,» Copenhagen, 2018.

[43] MISE, «Transizione 4.0,» 2020. [Online]. Available: https://www.mise.gov.it/index.php/it/transizione40.

[44] bigdata4innovation. [Online]. Available: https://www.bigdata4innovation.it/big-data/big-data-analytics-data-science-e-data-scientist-soluzioni-e-skill-della-data-driven-economy/.

[45] «DM 20 luglio 2014».

[46] FIRE, «Power Point corso FIRE luglio 2019,» 2019.

[47] ENEA1. [Online]. Available: http://www.efficienzaenergetica.enea.it/per-le-imprese/documenti-1/diagnosi-energetica/lg-de-assocarta-final.pdf.

[48] ENEA2. [Online]. Available: http://www.efficienzaenergetica.enea.it/allegati/Studio%20ENEA.pdf.

[49] IETD. [Online]. Available: http://ietd.iipnetwork.org/content/glass#benchmarks.

[50] ENEA4. [Online]. Available: http://www.efficienzaenergetica.enea.it/per-le-imprese/diagnosi-energetiche/allegati/valutazione-di-indici-di-prestazioni-energetiche-per-i-settori-fonderie-ceramica-e-produzione-della-carta.

[51] http://www.statistica.provincia.tn.it/dati_online/. [Online].

[52] ISTAT, «Classificazione delle attività economiche Ateco 2007,» 2009.

[53] D. d. d. d. s. 2019, «TERNA,» 2019. [Online]. Available: https://download.terna.it/terna/DDS%20libro%2009%2030%2017h15_8d745ced8696c60.pdf.

[54] MISE, «2020-2030, PNIEC - Piano Nazionale Energia e Clima».

[55] ISPRA, «Fattori di emissione atmosferica di gas a effetto setta nel settore elettrico nazionale e nei principali Paesi Europei,» 2020. [Online]. Available: https://www.isprambiente.gov.it/files2020/pubblicazioni/rapporti/Rapporto317_2020.pdf.

[56] ARERA, «Tabella parametri standard nazionali,» 2016. [Online]. Available: https://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/emission_trading/tabella_coefficienti_

standard_nazionali_2013_2015_v2.pdf.

[57] A. d. r. s. e. t. d. T. -. A. Costesi, «Tecnologie di abbattimento dei composto organici volatili nella produzione di materiali plastici rinforzati».

[58] ENEA, «RAEE - Relazione Annuale dell'Efficienza Energetica 2019,» 2019.

[59] TERNA, «Rapporto mensile marzo,» [Online]. Available: https://download.terna.it/terna/Rapporto_Mensile_Marzo%202020_8d7e2e8daf6c65c.pdf.

[60] TERNA, «Relazione mensile aprile,» [Online]. Available: https://download.terna.it/terna/Rapporto_Mensile_Aprile%202020_8d7fda6a96bc659.pdf.

[61] Governo, «DL Rilancio 19/05/2020,» [Online]. Available: http://www.governo.it/it/dl-rilancio.

[62] Governo, «Piano Colao - Iniziativa per il rilancio "Italia 2020-2022",» [Online]. Available: http://www.governo.it/it/articolo/iniziative-il-rilancio-italia-2020-2022/14726.

[63] Governo, «Industria 4.0,» [Online]. Available: https://www.camera.it/temiap/documentazione/temi/pdf/1183233.pdf?_1582131056011.

[64] MiSE, «Credito d'imposta per inestimenti in beni strumentali,» [Online]. Available: https://www.mise.gov.it/index.php/it/incentivi/impresa/credito-d-imposta-beni-strumentali.

[65] MiSE, «Bollettino prezzi carburanti,» [Online]. Available: https://dgsaie.mise.gov.it/prezzi_carburanti_settimanali.php.

[66] C. d. Rumo, «Relazione valutazione offerta».

[67] Frigor, «Relazione tecnica dell'intervento».

[68] Confindustria, «LIBRO BIANCO per uno sviluppo efficiente delle fonti rinnovabili al 2030».

[69] E. S. Group, «Report 2019».

[70] FIRE. [Online].

[71] ENEA. [Online].

With the contribution of the LIFE Programme of the European Union

LIFE 15 IPE IT 013

prepAIR Po Regions Engaged to Policies of Air

IL PROGETTO PREPAIR

Il Bacino del Po rappresenta un'area di criticità per la qualità dell'aria, con superamenti dei valori limite fissati dall'Unione Europea per polveri fini, ossidi di azoto ed ozono. Questa zona interessa il territorio delle regioni del nord Italia ed include città metropolitane quali Milano, Bologna e Torino.

L'area è densamente popolata ed intensamente industrializzata. Tonnellate di ossidi di azoto, polveri e ammoniaca sono emesse ogni anno in atmosfera da un'ampia varietà di sorgenti inquinanti legate soprattutto al traffico, al riscaldamento domestico, all'industria, alla produzione di energia ed all'agricoltura. L'ammoniaca, principalmente emessa dalle attività agricole e zootecniche, contribuisce in modo sostanziale alla formazione di polveri secondarie, che costituiscono una frazione molto significativa delle polveri totali in atmosfera.

A causa delle condizioni meteo climatiche e delle caratteristiche morfologiche del Bacino, che impediscono il rimescolamento dell'atmosfera, le concentrazioni di fondo del particolato, nel periodo invernale, sono spesso elevate.

Per migliorare la qualità dell'aria nel Bacino padano, dal 2005, le Regioni hanno sottoscritto Accordi di programma in cui si individuano azioni coordinate e omogenee per limitare le emissioni derivanti dalle attività più emissive.

Il progetto PREPAIR mira ad implementare le misure, previste dai piani regionali e dall'Accordo di Bacino padano del 2013, su scala più ampia ed a rafforzarne la sostenibilità e la durabilità dei risultati: il progetto coinvolge infatti non solo le Regioni della valle del Po e le sue principali città, ma anche la Slovenia, per la sua contiguità territoriale lungo il bacino nord adriatico e per le sue caratteristiche simili a livello emissivo e meteoclimatico.

Le azioni di progetto riguardano i settori più emissivi: agricoltura, combustione di biomasse per uso domestico, trasporto di merci e persone, consumi energetici e lo sviluppo di strumenti comuni per il monitoraggio delle emissioni e per la valutazione della qualità dell'aria su tutta l'area di progetto.

DURATA

Dall'1 febbraio 2017 al 31 gennaio 2024.

BUDGET COMPLESSIVO

A disposizione 17 milioni di euro da investire nell'arco di 7 anni: 10 quelli in arrivo dall'Europa.

With the contribution
of the LIFE Programme
of the European Union

LIFE 15 IPE IT 013

prepAIR
Po Regions Engaged to Policies of Air

FONDI COMPLEMENTARI

PREPAIR è un progetto LIFE integrato: oltre 850 milioni di euro provenienti dai fondi strutturali (risorse regionali e nazionali dei diversi partner) per azioni complementari che hanno ricadute sulla qualità dell'aria.

PARTNER

Il progetto coinvolge 17 partner ed è coordinato dalla Regione Emilia Romagna - Direzione Generale Cura del Territorio e dell'Ambiente.

www.lifeprepair.eu – info@lifeprepair.eu

Regione Emilia-Romagna

Regione del Veneto

Regione Lombardia

Regione Piemonte

Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia

Provincia Autonoma di Trento

arpae agenzia prevenzione ambiente energia emilia-romagna

arpav Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto

Arpa Piemonte Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale

ARPA Lombardia Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente

ARPA Valle d'Aosta

ARPA FVG agenzia regionale per la protezione dell'ambiente del Friuli Venezia Giulia

ARSO ENVIRONMENT Slovenian Environment Agency

Comune di Bologna

Comune di Milano

Città di Torino

ART-ER Attrattività Ricerca Territorio

Fondazione Lombardia per l'Ambiente