



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,  
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile



MINISTERO DELLA TRANSIZIONE ECOLOGICA



## Ricerca di Sistema elettrico

Dicembre 2019 il secondo ciclo di diagnosi obbligatorie.

L'analisi delle diagnosi energetiche del settore manifatturiero: elaborazione degli Indici di Prestazione Energetica di I e II livello e studio degli interventi di efficientamento energetico effettuati ed individuati - Parte 1/2

G. Bruni, A. De Santis, C. Herce, L. Leto, C. Martini, F. Martini,  
M. Salvio, F. A. Tocchetti, C. Toro.  
Report RdS/PTR2020/090

DICEMBRE 2019 IL SECONDO CICLO DI DIAGNOSI OBBLIGATORIE.  
L'ANALISI DELLE DIAGNOSI ENERGETICHE DEL SETTORE MANIFATTURIERO:  
ELABORAZIONE DEGLI INDICI DI PRESTAZIONE ENERGETICA DI I E II LIVELLO  
E STUDIO DEGLI INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO  
EFFETTUATI ED INDIVIDUATI –  
PARTE 1/2

Autori: Bruni G., De Santis A., Herce C, Leto L., Martini C., Martini F, Salvio M., Tocchetti F.A., Toro C.  
(ENEA)

Hanno collaborato all'analisi dei dati: Biele E., D'Eugenio R., Ferrari S., Fornarini L., Luciani S., Maci P.,  
Manduzio L., Mione A., Monari S., Ranieri D., Silvestro R., Zingarini S.  
(ENEA)

Aprile 2021

## Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico (oggi Ministero della Transizione Ecologica) - ENEA  
Piano Triennale di Realizzazione 2019-2021 - II annualità  
Obiettivo : N.1 - Tecnologie  
Progetto: 1.6 – Efficienza energetica dei prodotti e dei processi industriali  
Work package: – Definizione di best practices e di indicatori di performance per interventi di efficienza energetica  
Linea di attività:LA4.2 - Indici di prestazione energetica di primo livello su dati 2019, focus su due settori e valutazione  
energetica degli interventi di efficientamento  
Responsabile del Progetto: Miriam Benedetti  
Responsabile del Work package: Fabrizio Martini

Si ringraziano le associazioni di categoria che hanno partecipato ai tavoli di lavoro ENEA, in particolare relativamente all'attività riportata  
in questa pubblicazione: ASSOVETRO, FEDERBETON e CONFINDUSTRIA CERAMICA

## Indice

INDICE.....	1
INDICE DELLE FIGURE .....	5
INDICE DELLE TABELLE.....	7
SOMMARIO.....	9
1 INTRODUZIONE.....	10
2 GLOSSARIO .....	14
3 IL PORTALE ENEA AUDIT102.....	17
3.1 IL PORTALE ENEA AUDIT102: LATO UTENTE.....	17
3.1.1 <i>Gestione siti</i> .....	18
3.1.1.1 Gestione siti - Produzione.....	18
3.1.1.2 Gestione siti - Vettori energetici “acquistati”.....	19
3.1.1.3 Gestione siti - Vettori energetici “consumati”.....	19
3.1.1.4 Gestione siti – Interventi di efficientamento realizzati .....	20
3.1.1.5 Gestione siti – Interventi di efficientamento individuati.....	21
3.2 IL PORTALE ENEA AUDIT102: LATO AMMINISTRATORE .....	21
3.3 IL PORTALE PER LA MATURITÀ ENERGETICA .....	23
4 NOTA METODOLOGICA SULLA DETERMINAZIONE DEGLI INDICI DI PRESTAZIONE ENERGETICA (IPE).....	25
4.1 PREMESSA.....	25
4.2 INTRODUZIONE .....	25
4.3 METODOLOGIA.....	27
5 INDICI DI PRESTAZIONE ENERGETICA DI I LIVELLO.....	34
5.1 SCHEDE SETTORIALI DIVISIONI ATECO.....	34
5.1.1 <i>Ateco 01: coltivazioni agricole e produzione di prodotti animali, caccia e servizi connessi</i> .....	34
5.1.1.1 Descrizione .....	34
5.1.1.2 Criticità .....	34
5.1.1.3 Risultati .....	34
5.1.2 <i>Ateco 05: estrazione di carbone (esclusa torba)</i> .....	35
5.1.2.1 Descrizione .....	35
5.1.2.2 Criticità .....	35
5.1.2.3 Risultati .....	35
5.1.3 <i>Ateco 06: estrazione di petrolio greggio e di gas naturale</i> .....	35
5.1.3.1 Descrizione .....	35
5.1.3.2 Criticità .....	36
5.1.3.3 Risultati .....	36
5.1.4 <i>Ateco 07: estrazione di minerali metalliferi</i> .....	36
5.1.4.1 Descrizione .....	36
5.1.4.2 Criticità .....	36
5.1.4.3 Risultati .....	36
5.1.5 <i>Ateco 08: altre attività di estrazione di minerali da cave e miniere</i> .....	37
5.1.5.1 Descrizione .....	37
5.1.5.2 Criticità .....	37
5.1.5.3 Risultati .....	37
5.1.6 <i>Ateco 10: lavorazione e conservazione di carne e produzione di prodotti a base di carne</i> .....	38
5.1.6.1 Descrizione .....	38
5.1.6.2 Criticità .....	40
5.1.6.3 Risultati .....	40
5.1.7 <i>Ateco 11: industria delle bevande</i> .....	41
5.1.7.1 Descrizione .....	41
5.1.7.2 Criticità .....	41

5.1.7.3	Risultati .....	42
5.1.8	<i>Ateco 12: industria del tabacco</i> .....	42
5.1.8.1	Descrizione .....	42
5.1.8.2	Criticità .....	42
5.1.8.3	Risultati .....	42
5.1.9	<i>Ateco 16: fabbricazione di prodotti in legno, sughero, paglia e materiali da intreccio</i> .....	43
5.1.9.1	Descrizione .....	43
5.1.9.2	Criticità .....	43
5.1.9.3	Risultati .....	43
5.1.10	<i>Ateco 17: fabbricazione di carta e di prodotti di carta</i> .....	44
5.1.10.1	Descrizione .....	44
5.1.10.2	Criticità .....	44
5.1.10.3	Risultati .....	45
5.1.11	<i>Ateco 18: stampa e riproduzione di supporti registrati</i> .....	45
5.1.11.1	Descrizione .....	45
5.1.11.2	Criticità .....	45
5.1.11.3	Risultati .....	46
5.1.12	<i>Ateco 19: fabbricazione di coke e prodotti derivanti dalla raffinazione del petrolio</i> .....	46
5.1.12.1	Descrizione .....	46
5.1.12.2	Criticità .....	47
5.1.12.3	Risultati .....	47
5.1.13	<i>Ateco 20: fabbricazione di prodotti chimici</i> .....	48
5.1.13.1	Descrizione .....	48
5.1.13.2	Criticità .....	49
5.1.13.3	Risultati .....	49
5.1.14	<i>Ateco 21: fabbricazione di prodotti farmaceutici di base e di preparati farmaceutici</i> .....	50
5.1.14.1	Descrizione .....	50
5.1.14.2	Criticità .....	50
5.1.14.3	Risultati .....	50
5.1.15	<i>Ateco 23: fabbricazione di altri prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi</i> .....	50
5.1.15.1	Descrizione .....	51
5.1.15.2	Criticità .....	51
5.1.15.3	Risultati .....	52
5.1.16	<i>Ateco 24: metallurgia</i> .....	53
5.1.16.1	Descrizione .....	53
5.1.16.2	Criticità .....	54
5.1.16.3	Risultati .....	55
5.1.17	<i>Ateco 26: fabbricazione di computer e prodotti di elettronica e ottica; apparecchi elettromedicali, apparecchi di misurazione e di orologi</i> .....	55
5.1.17.1	Descrizione .....	55
5.1.17.2	Criticità .....	56
5.1.17.3	Risultati .....	56
5.1.18	<i>Ateco 27: fabbricazione di apparecchiature elettriche ed apparecchiature per uso domestico non elettriche</i> 57	
5.1.18.1	Descrizione .....	57
5.1.18.2	Criticità .....	58
5.1.18.3	Risultati .....	58
5.1.19	<i>Ateco 28: fabbricazione di macchinari ed apparecchiature nca</i> .....	59
5.1.19.1	Descrizione .....	59
5.1.19.2	Criticità .....	60
5.1.19.3	Risultati .....	60
5.1.20	<i>Ateco 29: fabbricazione di autoveicoli, rimorchi e semirimorchi</i> .....	62
5.1.20.1	Descrizione .....	62
5.1.20.2	Criticità .....	62
5.1.20.3	Risultati .....	63
5.1.21	<i>Ateco 38: attività' di raccolta, trattamento e smaltimento dei rifiuti; recupero dei materiali</i> .....	63
5.1.21.1	Descrizione .....	63
5.1.21.2	Criticità .....	63
5.1.21.3	Risultati .....	64
6	INDICI DI PRESTAZIONE ENERGETICA DI II LIVELLO.....	65

6.1	INTRO .....	65
6.2	IL SETTORE DEL VETRO .....	65
6.2.1	<i>Metodologia di Analisi dei dati</i> .....	67
6.2.2	<i>Ateco 23.11.00 e 23.12.00: Vetro Piano o vetro Float</i> .....	69
6.2.2.1	Struttura Energetica vetro piano.....	70
6.2.2.2	Analisi dei consumi energetici.....	72
6.2.2.3	Indici di prestazione energetica .....	73
6.2.2.4	Ateco 23.11.00: fabbricazione del vetro piano.....	73
6.2.2.5	Ateco 23.12.00: lavorazione e trasformazione del vetro piano.....	76
6.2.3	<i>Ateco 23.13.00: Vetro Cavo per la produzione di imballaggi alimentari -</i> .....	79
6.2.3.1	Struttura Energetica vetro cavo .....	79
6.2.3.2	I vettori energetici.....	80
6.2.3.3	Analisi dei consumi energetici.....	80
6.2.3.4	Ateco 23.13.00: Fabbricazione di vetro cavo - Indici di I livello .....	81
6.2.3.5	Ateco 23.13.00: Fabbricazione di vetro cavo- Indici di II livello.....	84
6.2.3.6	Attività principali – la fusione .....	84
6.2.3.7	Servizi Ausiliari – Aria compressa .....	87
6.2.4	<i>Conclusioni</i> .....	89
6.3	IL SETTORE CEMENTO .....	91
6.3.1	<i>Il Ciclo di produzione del cemento</i> .....	93
6.3.2	<i>Le diagnosi presentate per il settore cemento</i> .....	93
6.3.3	<i>Indici di prestazione energetica di I livello</i> .....	94
6.3.4	<i>Indici di prestazione energetica di II livello - Attività principali</i> .....	94
6.3.4.1	Indici Elettrici .....	94
	Reparto Cava: fase di Escavazione e Frantumazione delle materie prime .....	95
	Reparto materie prime: fase di Frantumazione delle materie prime in stabilimento.....	96
	Reparto crudo: fase di Macinazione delle materie prime e Omogeneizzazione farina.....	98
	Reparto forno: fase di Trasporto e Trattamento combustibili .....	100
	Reparto forno: fase di cottura delle materie prime.....	101
	Reparto cotto: fase di Macinazione del clinker .....	104
	Reparto Cotto: trasporto cemento ai silo di deposito .....	105
	Reparto spedizione .....	107
6.3.4.2	Indici Termici.....	107
	Reparto materie prime: fase di Essiccazione delle materie prime.....	107
	Reparto forno: fase di cottura delle materie prime.....	108
6.3.5	<i>Indici di prestazione energetica di II livello- Servizi Ausiliari</i> .....	112
6.3.5.1	Produzione di aria compressa.....	112
6.3.5.2	Pompaggio acqua di processo.....	113
6.3.5.3	Macinazione coke.....	114
6.3.6	<i>Indici di prestazione energetica di II livello- Servizi Generali</i> .....	116
6.3.7	<i>Il cemento bianco</i> .....	116
7	ANALISI DEGLI INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO .....	117
7.1	INTRODUZIONE .....	117
7.2	DESCRIZIONE DELLA METODOLOGIA .....	117
7.3	RISULTATI COMPLESSIVI .....	119
7.4	ANALISI DELLA DIVISIONE ATECO 23.....	121
8	LE LINEE GUIDA SETTORIALI .....	131
9	IL TOOL PER LA RENDICONTAZIONE ENERGETICA .....	133
10	ATTIVITÀ DI COORDINAMENTO.....	134
11	ATTIVITÀ DI DISSEMINAZIONE.....	135
11.1	EVENTI 2020.....	135
11.2	EVENTI 2021 .....	136
11.3	ARTICOLI SCIENTIFICI E PUBBLICAZIONI .....	137
12	CONCLUSIONI .....	138

13	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI .....	139
	Allegato A Schede Indici di Prestazione Energetica di I livello	
	Allegato B Schede settoriali degli interventi effettuati e individuati	
	Allegato C Specifiche per lo sviluppo di un tool per la rendicontazione energetica	
	Allegato D Report portale maturità energetica	

## Indice delle figure

Figura 1 Distribuzione geografica delle diagnosi pervenute al dicembre 2019 (fonte RAEE ENEA 2020) .....	13
Figura 2 - Portale Audit102: Finestra iniziale lato utente .....	17
Figura 3 - Portale Audit102: Gestione siti .....	18
Figura 4 - Portale Audit102: Gestione siti - Produzione.....	18
Figura 5 - Portale Audit102: Gestione siti – Vettori energetici acquistati .....	19
Figura 6 - Portale Audit102: Gestione siti – consumi energetici suddivisi per vettore energetico e area funzionale.....	20
Figura 7 - Portale Audit102: Gestione siti – interventi efficientamento realizzati .....	20
Figura 8 - Portale Audit102: Gestione siti – Interventi efficientamento individuati .....	21
Figura 9 - Portale Audit102: Amministratore .....	21
Figura 10 - Portale Audit102: Filtri.....	22
Figura 11 - Portale Audit102: Il questionario per la maturità energetica .....	23
Figura 12 - Portale Audit102: Il questionario per la maturità energetica – domande a risposta multipla.....	24
Figura 13 - Schematizzazione della struttura energetica aziendale e caratterizzazione del livello degli IPE...	26
Figura 14 – Rappresentazione grafica delle Fase 1 (selezione del campione statistico) e Fase 2 (ricerca della correlazione consumo vs. produzione) .....	29
Figura 15 -Esempio di modello IPE teorico vs. IPE singoli casi reali.....	31
Figura 16 - Intervallo di errore del IPE Teorico.....	32
Figura 17 - Schematizzazione della struttura energetica aziendale e caratterizzazione del livello degli IPE...	65
Figura 18 – schematizzazione della classificazione Ateco del “settore vetro” .....	66
Figura 19 – Ripartizione delle diagnosi sui differenti sottogruppi ATECO afferenti al settore del Vetro .....	67
Figura 20 – Diagramma di flusso nel processo di produzione del vetro piano .....	71
Figura 21 – Ripartizione dei vettori energetici nella produzione di vetro piano .....	72
Figura 22 –Ateco 23.11.00: Incidenza dei vettori energetici .....	74
Figura 23 - Ateco 23.11.00: Ripartizione dei consumi energetici tra le aree funzionali .....	74
Figura 24 - Ateco 23.11.00: Incidenza dei vettori energetici nelle attività principali e sui servizi ausiliari.....	75
Figura 25 – Incidenza dei vettori energetici sul processo di lavorazione del vetro.....	77
Figura 26 – Ripartizione dei consumi elettrici e termici sulle differenti aree funzionali .....	77
Figura 27 - Diagramma di Flusso nel processo di produzione del vetro cavo .....	79
Figura 28 – Ateco 23.13.00: Incidenza dei vettori energetici.....	82
Figura 29 – Ateco 23.13.00: Ripartizione dei consumi energetici totali tra le aree funzionali .....	82
Figura 30 – Ateco 23.13.00: Ripartizione dei consumi energetici termici ed elettrici tra le aree funzionali...	83
Figura 31 – Ateco 23.13.00 – Attività principale: ripartizione dei consumi energetici.....	85
Figura 32 – Ateco 23.13.00 – Forni fusori: densità di distribuzione dei punti (consumo energetico normalizzato vs produzione) relativi ai forni fusori end-port presenti negli stabilimenti produttivi.....	86
Figura 33- Ateco 23.13.00 – Forni fusori: curva di regressione lineare per forni fusori end-port .....	86
Figura 34 -Ateco 23.13.00 – Ripartizione dei consumi dei Servizi Ausiliari.....	88
Figura 35 -Ateco 23.13.00 – Aria compressa, analisi dati per i due differenti livelli di pressione.....	89
Figura 36 Mappa dei cementifici italiani anno 2020 (Fonte AITEC) .....	92
Figura 37 Schema del processo completo di produzione del cemento (Fonte: CEMBUREAU, 2006) .....	93
Figura 38 Ateco 23.51.00: Consumo EE vs Produzione per Escavazione e Frantumazione materie prime .....	96
Figura 39 Ateco 23.51.00: Consumo EE vs Produzione per Frantumazione materie prime in stabilimento .....	97
Figura 40 Ateco 23.51.00: Consumo EE vs Produzione per Macinazione e Omogeneizzazione .....	99
Figura 41 Ateco 23.51.00: Consumo EE vs Produzione per trasporto e trattamento combustibili .....	100
Figura 42 Ateco 23.51.00: Consumo EE vs Produzione clinker per cottura materie prime .....	102
Figura 43 Ateco 23.51.00: Consumo EE vs Produzione cemento per cottura materie prime.....	103
Figura 44 Ateco 23.51.00: Consumo EE vs Produzione cemento per fase macinazione clinker .....	105
Figura 45 Ateco 23.51.00: Consumo EE vs Produzione cemento per trasporto cemento ai sili .....	106

Figura 46 Ateco 23.51.00: Consumo Eth vs tonnellate di materie prime per fase essiccazione materie prime .....	107
Figura 47 Ateco 23.51.00: Consumo Eth vs tonnellate di clinker per fase cottura del clinker .....	110
Figura 48 Ateco 23.51.00: Consumo EE vs Nm3 aria compressa .....	112
Figura 49 Ateco 23.51.00: Consumo EE vs tonnellate polverino.....	114
Figura 50 - Quote di risparmio annuo di energia finale, tempi di ritorno e numero di interventi individuati .....	120
Figura 51 – Sezioni della scheda interventi.....	122
Figura 52 – Costo efficacia degli interventi effettuati e individuati nella categoria Aria compressa .....	129
Figura 53 – Costo efficacia degli interventi individuati nell’area Generale/Gestionale .....	130
Figura 54 – Costo efficacia degli interventi individuati nell’area Produzione da fonti rinnovabili.....	130
Figura 55 I quaderni dell’efficienza energetica: Vetro e Cemento.....	131
Figura 56 Il logo della collana di quaderni tecnici .....	132



## Indice delle tabelle

Tabella 1 Le risultanze dell'obbligo di diagnosi al dicembre 2019*	12
Tabella 2 Suddivisione diagnosi pervenute ad ENEA nel dicembre 2019 per codice ATECO	12
Tabella 3 –Ateco 01: sottogruppi analizzati per la determinazione degli IPE di I livello	35
Tabella 4 –Ateco 05: sottogruppi analizzati per la determinazione degli IPE di I livello	35
Tabella 5 –Ateco 06: sottogruppi analizzati per la determinazione degli IPE di I livello	36
Tabella 6 –Ateco 07: sottogruppi analizzati per la determinazione degli IPE di I livello	37
Tabella 7 –Ateco 08: sottogruppi analizzati per la determinazione degli IPE di I livello	38
Tabella 8 –Ateco 10: sottogruppi analizzati per la determinazione degli IPE di I livello	40
Tabella 9 –Ateco 11: sottogruppi analizzati per la determinazione degli IPE di I livello	42
Tabella 10 –Ateco 12: sottogruppi analizzati per la determinazione degli IPE di I livello	42
Tabella 11 – Sottogruppi Ateco 16 analizzati ai fini della determinazione degli Indici di Prestazione Energetica di primo livello	44
Tabella 12 –Ateco 17: sottogruppi analizzati per la determinazione degli IPE di I livello	45
Tabella 13 –Ateco 18: sottogruppi analizzati per la determinazione degli IPE di I livello	46
Tabella 14 –Ateco 19: sottogruppi analizzati per la determinazione degli IPE di I livello	47
Tabella 15 –Ateco 20: sottogruppi analizzati per la determinazione degli IPE di primo livello	49
Tabella 16 –Ateco 21: Sottogruppi analizzati per la determinazione degli IPE di I livello	50
Tabella 17 –Ateco 23: sottogruppi analizzati per la determinazione degli IPE di I livello	53
Tabella 18 –Ateco 24: sottogruppi analizzati per la determinazione degli IPE di I livello	55
Tabella 19 – Ateco 26: Sottogruppi analizzati per la determinazione degli IPE di I livello	57
Tabella 20 – Ateco 27: sottogruppi analizzati ai fini della determinazione degli IPE di I livello	58
Tabella 21 – Sottogruppi Ateco 29 analizzati ai fini della determinazione degli Indici di Prestazione Energetica di primo livello	61
Tabella 22 – Sottogruppi Ateco 29 analizzati ai fini della determinazione degli Indici di Prestazione Energetica di primo livello	63
Tabella 23 –Ateco 38: sottogruppi analizzati per la determinazione degli IPE di I livello	64
Tabella 24 –Ateco 23.11.00 – IPE di I livello: globale, elettrico e termico	76
Tabella 25 - Ateco 23.11.00 – IPE di II livello: fase di fusione - forni side-port	76
Tabella 26 - Ateco 23.12.00 – IPE di I livello per produzioni espresse in tonnellate: globale, elettrico e termico	78
Tabella 27 - Ateco 23.12.00 – IPE di I livello per produzioni espresse in metri quadri: globale ed elettrico	79
Tabella 28 - Ateco 23.13.00 – IPE di I livello: globale, elettrico e termico	84
Tabella 29 - Ateco 23.13.00 – Forni fusori end-port IPE di II livello	87
Tabella 30 - Ateco 23.13.00 – Servizi Ausiliari: IPE centrali aria compressa alta e bassa pressione	89
Tabella 31 Distribuzione degli stabilimenti di produzione sul territorio nazionale (fonte AITEC)	91
Tabella 32 Ateco 23.51.00: IPE di I livello: Globale, elettrico e termico	94
Tabella 33 Ateco 23.51.00: Parametri ed equazione retta di regressione consumo vs produzione per attività di escavazione e frantumazione materie prime	96
Tabella 34 Ateco 23.51.00: IPE di II livello elettrici per escavazione e frantumazione materie prime	96
Tabella 35 Ateco 23.51.00: Parametri ed equazione retta di regressione consumo EE vs produzione per attività di frantumazione materie prime on stabilimento	97
Tabella 36 Ateco 23.51.00: IPE di II livello elettrici per frantumazione materie prime in stabilimento	98
Tabella 37 Ateco 23.51.00: Parametri ed equazione retta di regressione consumo EE vs produzione per attività di Macinazione e Omogeneizzazione	99
Tabella 38 Ateco 23.51.00: IPE di II livello elettrici per attività di Macinazione e Omogeneizzazione	99
Tabella 39 Ateco 23.51.00: Parametri ed equazione retta di regressione consumo EE vs produzione per attività di Trasporto e Trattamento combustibili	100
Tabella 40 Ateco 23.51.00: IPE di II livello elettrici per attività di Trasporto e Trattamento combustibili	101

Tabella 41 Ateco 23.51.00: Parametri ed equazione retta di regressione consumo EE vs produzione clinker per cottura materie prime .....	102
Tabella 42 Ateco 23.51.00: IPE di II livello elettrici per cottura materie prime riferiti a tonnellate di clinker .....	102
Tabella 43 Ateco 23.51.00: Parametri ed equazione retta di regressione consumo EE vs produzione cemento per cottura materie prime .....	103
Tabella 44 Ateco 23.51.00: IPE di II livello elettrici per cottura materie prime riferiti a tonnellate di cemento .....	104
Tabella 45 Ateco 23.51.00: Parametri ed equazione retta di regressione consumo EE vs produzione cemento fase macinazione clinker .....	105
Tabella 46 Ateco 23.51.00: IPE di II livello elettrici per fase macinazione clinker .....	105
Tabella 47 Ateco 23.51.00: Parametri ed equazione retta di regressione consumo EE vs produzione cemento per trasporto cemento ai sili .....	106
Tabella 48 Ateco 23.51.00: IPE di II livello elettrici per trasporto cemento ai sili .....	106
Tabella 49 Ateco 23.51.00: Parametri ed equazione retta di regressione consumo ET vs tonnellate di materie prime per fase essiccazione materie prime .....	108
Tabella 50 Ateco 23.51.00: IPE di II livello ETh vs tonnellate di materie prime per la fase di essiccazione ..	108
Tabella 51 Ateco 23.51.00: Parametri ed equazione retta di regressione consumo termico vs tonnellate di clinker per fase cottura del clinker .....	110
Tabella 52 Ateco 23.51.00: IPE di II livello ETh vs tonnellate di clinker per la fase di cottura delle materie prime .....	110
Tabella 53 Ateco 23.51.00: IPE di II livello ETh vs tonnellate di clinker per la fase di cottura delle materie prime in funzione del numero di cicloni .....	111
Tabella 54 Ateco 23.51.00: Parametri ed equazione retta di regressione consumo EE vs Nm3 aria compressa .....	112
Tabella 55 Ateco 23.51.00: IPE di II livello EE per produzione aria compressa .....	113
Tabella 56 Ateco 23.51.00: IPE di II livello EE per pompaggio acqua di processo .....	113
Tabella 57 Ateco 23.51.00: Parametri ed equazione retta di regressione consumo EE vs tonnellate di polverino per macinazione coke .....	114
Tabella 58 Ateco 23.51.00: IPE di II livello EE per macinazione coke .....	115
Tabella 59 – Aree di classificazione degli interventi e relativa descrizione .....	118
Tabella 60 - Numero di interventi, risparmio annuo e investimenti cumulati per classe di tempo di ritorno .....	121
Tabella 61 – Quadro di sintesi del numero interventi effettuati ed individuati.....	123
Tabella 62 – Quadro di sintesi dei risparmi da interventi effettuati .....	123
Tabella 63 – Risparmi elettrici da interventi effettuati (tep e %) .....	124
Tabella 64 – Risparmi termici da interventi effettuati (tep e %) .....	125
Tabella 65 - Quadro di sintesi dei risparmi da interventi individuati .....	126
Tabella 66 – Risparmi elettrici da interventi individuati (tep e %) .....	127
Tabella 67 – Risparmi termici da interventi individuati (tep e %) .....	128

## Sommario

L'attività svolta nella seconda annualità si è concentrata sull'analisi e lo studio delle diagnosi energetiche pervenute ad ENEA nell'ambito dell'implementazione dell'Art.8 del D.Lgs. 102/2014. Il lavoro svolto ha avuto, infatti, come obiettivo quello di analizzare i vari settori produttivi, andando ad individuare, laddove possibile, indici di prestazione di primo e secondo livello.

Nella prima parte del documento vi è descrizione del funzionamento e delle caratteristiche del portale ENEA Audit102 (dove le imprese caricano le diagnosi), con una analisi delle varie funzionalità presenti.

Successivamente è dato ampio risalto alla metodologia sviluppata da ENEA per analizzare tutti i dati a disposizione. Vengono riportate le considerazioni statistiche alla base dell'analisi settoriale e viene descritta la metodologia statistica alla base dello studio.

A valle della nota metodologica sono poi riportate tutte le schede inerenti gli Indici di Prestazione Energetica (IPE) di primo livello calcolati. Ogni codice Ateco analizzato è codificato da una scheda riepilogativa, che riporta la descrizione dell'attività, le criticità riscontrate nell'analisi e i risultati ottenuti. Le schede sono interamente riportate nell'Allegato A del documento.

Il capitolo 6, invece, riporta gli IPE di secondo livello per due settori specifici (il cemento ed il vetro), su cui si è focalizzata maggiormente l'attenzione dell'ENEA. Per questi due settori sono state descritte ed analizzate le varie fasi di processo, le tecnologie impiegate ed i consumi energetici relativi, con l'individuazione di IPE di secondo livello, ovvero di singola fase di processo.

A valle dell'individuazione degli IPE l'attenzione si è concentrata sull'analisi degli interventi effettuati e individuati riportati nelle diagnosi, elaborando un approccio metodologico replicabile per ogni Ateco e aggiornabile nel tempo. Tale approccio è diretto a monitorare i risparmi conseguiti e potenziali e a fornire informazioni utili agli operatori del settore e ai policy makers. L'analisi ha avuto come punto di partenza il database di informazioni relative agli interventi caricate sul portale Audit 102 (a maggio 2020 risultavano caricati 7.265 interventi effettuati e 30.953 interventi individuati). L'analisi degli interventi è riportata interamente nell'Allegato B.

Contestualmente all'analisi dei consumi energetici settoriali e all'identificazione degli IPE, l'attività svolta ha riguardato anche la creazione di strumenti idonei per le imprese ed utili a supportare gli stakeholders di settore per l'implementazione e lo sviluppo dell'efficienza energetica nei contesti produttivi. In tal senso, come riportato anche nei cap. 8 e 9, l'ENEA ha redatto le Linee guida settoriali per la realizzazione di una corretta diagnosi energetica nei settori del vetro e del cemento, con l'intento appunto di fornire alle imprese del settore uno strumento per ottenere diagnosi energetiche di qualità e mirate all'incremento dell'efficienza energetica. Anche lo strumento del tool per la rendicontazione energetica risponde a questa esigenza e durante la seconda annualità ENEA si è occupata di individuare le specifiche del tool, che verrà realizzato nel corso della terza annualità, come descritto nell'Allegato C.

Infine, nell'Allegato D, è possibile trovare il report sulla maturità energetica.

Il lavoro svolto ha previsto un'intensa attività di coordinamento come descritto nel capitolo 10 e numerose attività di disseminazione descritte nel capitolo 11 del documento.

## 1 Introduzione

L'incremento dell'efficienza energetica nei comparti produttivi risulta essere uno dei capisaldi del nuovo Green Deal Europeo, introdotto dall'Unione Europea per raggiungere lo sfidante obiettivo di una quasi totale decarbonizzazione dell'economia al 2050. Ancora oggi, difatti, l'industria è ancora responsabile del 20% delle emissioni di gas a effetto serra dell'Unione Europea (UE). Per raggiungere tale obiettivo al 2050 è necessario, quindi, un forte cambio di paradigma nella gestione dei processi produttivi (da un modello di tipo lineare ad uno circolare) e nella produzione, distribuzione ed uso dell'energia, con particolare attenzione all'uso efficiente della stessa. In questo contesto l'efficienza energetica continua, e lo farà sempre di più, a ricoprire un ruolo chiave e trasversale in tutti i processi produttivi, sia in ambito industriale che in ambito terziario.

Il quadro per le politiche dell'energia e del clima all'orizzonte 2030 adottato dal Consiglio europeo, prevede come obiettivi chiave una riduzione almeno del 40% delle emissioni di gas a effetto serra (rispetto ai livelli del 1990), una quota almeno del 32% di energia rinnovabile e un miglioramento almeno del 32,5% dell'efficienza energetica.

In questo percorso di efficientamento, un adempimento fondamentale per raggiungere gli obiettivi prefissati è rappresentato dall'obbligo di diagnosi energetica previsto per alcune tipologie di imprese dalla Direttiva Europea 2012/27/UE e s.m.i (Direttiva Europea sull'Efficienza Energetica).

Il Decreto Legislativo 102/14 (recepimento della Direttiva Europea 2012/27/UE e delle successive modifiche introdotte dalla Direttiva 2012/2008) prevede, difatti, all'Art. 8 che le Grandi Imprese (art. 8 comma 1) e le Imprese a forte consumo di energia (art. 8 comma 3) abbiano l'obbligo entro il 5 dicembre 2015 (e poi successivamente ogni 4 anni) di svolgere un audit energetico nei propri siti produttivi per valutare e quantificare i vettori energetici (energia elettrica e gas essenzialmente) coinvolti nei vari processi industriali e per individuare interventi di razionalizzazione e di efficienza energetica da implementare per ridurre i costi energetici ed ambientali delle proprie attività produttive. L'audit energetico deve essere inviato dalle imprese ad ENEA entro il dicembre di ogni anno di obbligo, a partire dal 2015, così come previsto dai Chiarimenti MISE in materia di diagnosi energetiche del Novembre 2016, caricando la documentazione richiesta sull'apposito portale predisposto da ENEA (<https://audit102.enea.it/>).

Per Audit Energetico si intende, secondo la definizione della Direttiva Europea Efficienza Energetica, una procedura sistematica finalizzata a ottenere un'adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico di un edificio o gruppo di edifici, di una attività o impianto industriale o commerciale o di servizi pubblici o privati, a individuare e quantificare le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo costi-benefici e a riferire in merito ai risultati.

In Italia, ai soli fini dell'applicazione dell'Art. 8 del D.Lgs. 102/2014, per Grande Impresa s'intende un'impresa con più di 250 addetti e contestualmente con fatturato maggiore di 50 mln di Euro e/o con bilancio maggiore di 43 mln Euro.

Sempre per la sola applicazione dell'Art. 8 per Impresa a forte consumo di energia, ai sensi del DM del 27 dicembre 2017, s'intende un'impresa che, per l'annualità di riferimento, è caratterizzata da un consumo di energia elettrica maggiore di 1GWh, è appartenente ad uno dei settori merceologici compresi negli allegati 3 e 5 delle Linee Guida UE ed è contestualmente iscritta agli elenchi definitivi pubblicati ogni anno della Cassa Servizi Energetici ed Ambientali (CSEA).

Al dicembre 2019, prima scadenza per il secondo ciclo d'obbligo, risultano essere state caricate sul portale Audit102 (<https://audit102.enea.it/>) 11.172 diagnosi energetiche da parte di 6.434 imprese (con un totale di 7.984 imprese registrate). Se a queste ultime si aggiungono tutte quelle imprese comprese nelle clusterizzazione (metodologia proposta da ENEA attraverso cui si può effettuare un campionamento

significativo dei siti da sottoporre ad audit energetico) si arriva a 9.195 imprese che hanno ottemperato l'obbligo previsto, o direttamente, tramite il caricamento di almeno una diagnosi energetica sul portale, o indirettamente, tramite l'appartenenza ad almeno una clusterizzazione caricata sul portale ENEA dalle imprese capogruppo.

Delle 6.434 imprese, ben 3.695 si sono dichiarate Grandi Imprese, mentre 3.109 si sono dichiarate Imprese Energivore (Imprese a forte consumo di Energia iscritte agli elenchi definitivi della CSEA per il 2018). Di queste 3.109 ben 2.314 si sono dichiarate esclusivamente imprese a forte consumo di energia, mentre 795 risultano essere sia Grandi Imprese che Imprese Energivore. Rispetto alle 9.195 partite IVA totali, invece, includendo quindi anche le clusterizzazioni, il numero totale delle Imprese Energivore si attesta a 3.956. Tutte le informazioni relative all'adempimento della scadenza del dicembre 2019 da parte delle imprese sono disponibili nel Rapporto Annuale Efficienza Energetica 2020 dell'ENEA.

Delle 11.172 diagnosi energetiche, infine, ben 7.818 risultano afferenti a siti caratterizzati dalla presenza di Piani di Monitoraggio dei consumi, come indicato e prescritto dalle Linee Guida ENEA per il Monitoraggio per tutte le imprese che erano alla seconda tornata di diagnosi energetiche.

Quest'ultimo aspetto è fondamentale per la caratterizzazione del set di dati che sono stati analizzati nella presente attività di ricerca. I dati analizzati risultano, infatti, frutto di piani di monitoraggio implementati e sono dunque dati reali di consumo, non stimati o calcolati. L'analisi, quindi, fornisce un quadro prestazionale nei vari comparti produttivi molto vicino a quello reale.

Nelle tabelle 1 e 2 e nella figura 1 sono riportati i dati complessivi al dicembre 2019, suddivisi per codice ATECO e per regione di riferimento dei siti produttivi oggetto di diagnosi. L'analisi delle diagnosi energetiche pervenute ad ENEA nell'ambito della implementazione dell'art.8 del D.Lgs. 102/2014 ha dunque permesso di individuare i parametri di prestazione energetica per i vari settori che verranno analizzati (arrivando alla determinazione degli indici per i settori merceologici Ateco a 6 cifre) e ha reso possibile analizzare i consumi energetici relativi a particolari processi produttivi caratterizzanti le attività industriali più energivore. Gli Indici di Prestazione Energetica individuati sono stati calcolati in termini di usi finali dell'energia.

Contemporaneamente si è focalizzata l'attenzione anche sull'analisi degli interventi riportati nelle diagnosi energetiche analizzate, sia in termini di risparmi conseguibili (in termini di energia finale per tutti gli interventi analizzati, tranne che per la cogenerazione/trigenerazione e per la produzione da fonti rinnovabili, dove il calcolo dei risparmi è espresso in energia primaria) sia in termini di analisi del costo efficacia e dei tempi di ritorno degli interventi.

Il lavoro ha avuto come obiettivo ulteriore anche quello di fornire degli strumenti utili agli stakeholder per efficientare i processi produttivi, riducendo quindi l'emissione di gas serra e migliorando le prestazioni energetiche dei processi produttivi, con un incremento globale dell'efficienza energetica.

**Tabella 1 Le risultanze dell'obbligo di diagnosi al dicembre 2019\***

Diagnosi energetiche totali caricate sul portale	11.172
Totale delle partite IVA che si sono registrate al portale	7.984
Totale delle partite IVA che hanno ottemperato l'obbligo registrandosi al portale e caricando almeno una diagnosi energetica	6.434
Partite IVA a forte consumo di energia totali (sia Grandi imprese che PMI) per cui è stata presentata almeno una diagnosi energetica	3.109
Partite IVA esclusivamente imprese a forte consumo di energia (non Grandi Imprese)	2.314
Partite IVA contemporaneamente Grandi Imprese ed imprese a forte consumo di energia	795
Partite IVA Grandi imprese per cui è stata presentata almeno una diagnosi energetica	3.695
Numero soggetti incaricati (EGE, ESCO, tecnici ISPRA) registrati sul portale	1.147
Numero imprese certificate ISO 50001 registrate sul portale	405
Numero imprese certificate ISO 14001 registrate sul portale	1.584
Numero imprese dotate di sistema EMAS registrate sul portale	117

**Tabella 2 Suddivisione diagnosi pervenute ad ENEA nel dicembre 2019 per codice ATECO**

	<b>Settore ATECO</b>	<b>ATECO 2</b>	<b>ATECO 6</b>	<b>Diagnosi</b>	<b>P.IVA</b>	<b>Diagnosi per P.IVA (%)</b>
<b>A</b>	AGRICOLTURA, SILVICOLTURA E PESCA	01-03	53	75	39	1,92
<b>B</b>	ESTRAZIONE DI MINERALI DA CAVE E MINIERE	05-09	17	53	31	1,71
<b>C</b>	ATTIVITÀ MANIFATTURIERE	10-33	417	5.916	4.453	1,33
<b>D</b>	FORNITURA DI ENERGIA ELETTRICA, GAS, VAPORE E ARIA CONDIZIONATA	35	8	318	106	3,00
<b>E</b>	FORNITURA DI ACQUA; RETI FOGNARIE, ATTIVITÀ DI GESTIONE DEI RIFIUTI E RISANAMENTO	36-39	14	576	243	2,37
<b>F</b>	Costruzioni	41-43	35	176	89	1,98
<b>G</b>	COMMERCIO ALL'INGROSSO E AL DETTAGLIO; RIPARAZIONE DI AUTOVEICOLI E MOTOCICLI	45-47	290	1.561	466	3,35
<b>H</b>	TRASPORTO E MAGAZZINAGGIO	49-53	40	687	267	2,57
<b>I</b>	ATTIVITÀ DEI SERVIZI DI ALLOGGIO E DI RISTORAZIONE	55-56	21	214	70	3,06
<b>J</b>	SERVIZI DI INFORMAZIONE E COMUNICAZIONE	58-63	36	383	96	3,99
<b>K</b>	ATTIVITÀ FINANZIARIE E ASSICURATIVE	64-66	39	368	109	3,38
<b>L</b>	ATTIVITÀ IMMOBILIARI	68	5	78	38	2,05
<b>M</b>	ATTIVITÀ PROFESSIONALI, SCIENTIFICHE E TECNICHE	69-75	50	133	81	1,64
<b>N</b>	NOLEGGIO, AGENZIE DI VIAGGIO, SERVIZI DI SUPPORTO ALLE IMPRESE	77-82	55	150	81	1,85
<b>O</b>	AMMINISTRAZIONE PUBBLICA E DIFESA; ASSICURAZIONE SOCIALE OBBLIGATORIA	84	22	2	1	2,00
<b>P</b>	ISTRUZIONE	85	20	3	3	1,00
<b>Q</b>	SANITÀ E ASSISTENZA SOCIALE	86-88	28	226	115	1,97
<b>R</b>	ATTIVITÀ ARTISTICHE, SPORTIVE, DI INTRATTENIMENTO E DIVERTIMENTO	90-93	31	70	33	2,12
<b>S</b>	ALTRE ATTIVITÀ DI SERVIZI	94-96	42	36	16	2,25
<b>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	3	0	0	0,00
<b>U</b>	ORGANIZZAZIONI ED ORGANISMI EXTRATERRITORIALI	99	1	0	0	0,00
	NON ASSEGNATE			147	97	1,52
	<b>TOTALE</b>		<b>1.227</b>	<b>11.172</b>	<b>6.434</b>	<b>1,74</b>

**Figura 1 Distribuzione geografica delle diagnosi pervenute al dicembre 2019 (fonte RAEE ENEA 2020)**



\*L'analisi completa delle diagnosi pervenute ad ENEA al Dicembre 2019 è riportata nel Rapporto Annuale Efficienza Energetica 2020 (RAEE 2020) disponibile sul sito dell'ENEA [25].

## 2 Glossario

**Attività principali:** in questa area funzionale confluiscono le attività strettamente correlate alla destinazione d'uso generale dell'azienda, in pratica le attività che rappresentano il "core business" aziendale.

**Destinazione d'uso generale:** produzione complessiva dell'impresa nel sito considerato.

**Destinazione d'uso specifica:** produzione della specifica area funzionale considerata.

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

**Efficienza energetica:** Rapporto tra quanto ottenuto in termini di prodotti e servizi e l'energia impiegata allo scopo. Servizi energetici possono includere usi finali nel settore civile, come illuminazione, refrigerazione, riscaldamento; processi industriali e trasporti. A differenza del risparmio energetico, che implica qualche riduzione del livello dei servizi, l'efficienza energetica fornisce risparmio di energia senza riduzione della qualità/quantità dei servizi. Maggior efficienza energetica può essere conseguita mediante tecnologie, componenti e sistemi più o meno complessi.

**Energia (usi finali):** Impieghi ai quali è destinata l'energia consegnata agli utilizzatori dopo le trasformazioni operate dal settore energetico. Nell'ambito di questa classificazione la domanda di energia può essere distinta in relazione agli usi finali (calore, illuminazione, movimento meccanico, elettrochimica, ecc.) o per forma energetica (energia meccanica, energia elettrica, energia termica).

**Energia primaria:** una fonte di energia viene definita primaria quando è presente in natura e quindi non deriva dalla trasformazione di nessun'altra forma di energia. Rientrano in questa classificazione sia fonti rinnovabili (quali ad esempio l'energia solare, eolica, energia idraulica, geotermica, l'energia delle biomasse) che fonti esauribili, come i combustibili direttamente utilizzabili (petrolio grezzo, gas naturale, carbone) o l'energia nucleare.

**Energy Manager:** è il tecnico responsabile per la conservazione e l'uso razionale dell'energia. Dal punto di vista del profilo culturale-professionale il tecnico responsabile per la conservazione e l'uso razionale dell'energia si configura idealmente come un soggetto con un bagaglio di conoscenze acquisibili mediante laurea in ingegneria, pluriennale attività tecnica professionale successiva alla laurea nel settore in cui l'Organizzazione opera, esperienza nel campo degli studi di fattibilità e della progettazione di massima di sistemi per la produzione e l'utilizzo dell'energia, buona conoscenza delle tecnologie più avanzate nel settore. Sussiste l'obbligo di nomina per le imprese industriali che superano il consumo di 10.000 tep/anno e per gli altri settori previsti dalla Legge 10/91 che superano i 1.000 tep/anno.

**Energy Service Company (ESCO):** persona fisica o giuridica che fornisce servizi energetici ovvero altre misure di miglioramento dell'efficienza energetica nelle installazioni o nei locali dell'utente e, ciò facendo, accetta un certo margine di rischio finanziario. Il pagamento dei servizi forniti si basa, totalmente o parzialmente, sul miglioramento dell'efficienza energetica conseguito e sul raggiungimento degli altri criteri di rendimento stabiliti. La certificazione delle ESCO è codificata dalla norma UNI CEI 11352.

**Esperto in Gestione dell'Energia (EGE):** soggetto che ha le conoscenze, l'esperienza e la capacità necessarie per gestire l'uso dell'energia in modo efficiente. L'EGE è figura professionale che possiede le conoscenze, l'esperienza e le capacità necessarie per gestire l'uso dell'energia in modo efficiente. L'EGE si occupa principalmente di diagnosi energetica, gestione di una contabilità energetica analitica e conseguente



valutazione dei risparmi ottenuti, analisi tecnico-economica e di fattibilità degli interventi e della valutazione dei rischi, gestione e controllo dei sistemi energetici mediante l'ottimizzazione degli impianti, individuazione e attuazione di programmi di sensibilizzazione e di promozione dell'uso efficiente dell'energia. La certificazione dell'EGE è codificata dalla norma tecnica UNI CEI 11339.

**Fattore di aggiustamento (o di normalizzazione):** grandezza quantificabile che influenza il consumo energetico utilizzato per normalizzare e confrontare in modo omogeneo i consumi periodo per periodo.

**Indice di Prestazione del Gas Naturale:** I.P.E. relativo ai consumi di gas naturale nelle attività principali del processo produttivo. Sono esclusi i consumi di gas naturale specifici dei processi di trasformazione negli impianti di cogenerazione o trigenerazione.

**Indice di Prestazione Elettrico:** I.P.E. relativo ai soli consumi elettrici dei processi produttivi del sito (da rete e/o da impianti di autoproduzione - principalmente da fonti rinnovabili e da cogenerazione).

**Indice di Prestazione Energetica (I.P.E.):** il consumo finale di energia necessario per la produzione della singola unità di prodotto (o per il conseguimento della specifica attività) finale. I consumi di energia finale sono derivanti dalla trasformazione dell'energia primaria in altra forma di energia o da successive lavorazioni delle fonti secondarie. Nel caso dei consumi finali di energia elettrica questi sono pari alla somma dell'energia elettrica fatturata dagli operatori dal settore energetico e di quella autoconsumata dagli autoproduttori.

**Indice di Prestazione Energetica di I livello:** il rapporto tra il consumo energetico globale di sito e per singolo vettore (energia elettrica, energia termica, gas naturale), di tutti i processi produttivi facenti parte del sito analizzato, e la quantità di servizio reso, in termini di unità di produzione (U.P.), ove per ogni sottogruppo è stata definita una specifica U.P. (generalmente: t – tonnellata, m<sup>2</sup> – metri quadrati, m<sup>3</sup> – metri cubi, ecc.).

**Indice di Prestazione Energetica di II livello:** il rapporto tra il consumo energetico finale complessivo e per singolo vettore (energia elettrica, energia termica, gas naturale), determinati a livello di reparto produttivo del sito, per tecnologie caratteristiche e per attività (attività principali, servizi ausiliari o servizi generali).

**Indice di prestazione globale:** I.P.E. relativo a tutti i consumi energetici del sito (come somma dei rispettivi elettrici e termici nelle forme esistenti).

**Indice di Prestazione Termico:** I.P.E. relativo ai soli consumi termici (da gas naturale, calore, freddo, biomasse, olio combustibile, coke ed altri vettori in uso nel processo produttivo (sono esclusi tanto i consumi di autotrazione - gasolio, benzina e GPL - quanto i consumi specifici dei processi di trasformazione negli impianti di cogenerazione, fondamentalmente gas naturale).

**Intervento di miglioramento dell'efficienza energetica:** azione sia di natura tecnologica che gestionale che produce un miglioramento dell'efficienza energetica nel sistema di domanda e consumo del cliente, verificabile e misurabile.

**Oggetto della diagnosi:** Edificio, apparecchiatura, sistema, processo, veicolo o servizio che è soggetto alla diagnosi energetica.

**Prestazione energetica:** Risultato misurabile collegato all'efficienza energetica, all'uso dell'energia e al consumo energetico.

**Servizi Ausiliari:** in questa area funzionale confluiscono le attività caratterizzate dalla trasformazione del vettore energetico in ingresso in altrettanti vettori energetici diversi e che sono utilizzati nell'ambito delle aree funzionali delle attività principali. Esempio classico è la centrale di aria compressa che utilizza energia

elettrica (vettore energetico in ingresso) per produrre aria compressa che viene utilizzata dagli azionamenti presenti nel processo aziendale.

**Servizi Generali:** in tale area funzionale confluiscono tutte le attività che sono in qualche modo legate alle attività principali i cui fabbisogni però non sono ad essi strettamente correlati. In questo contesto entrano in gioco l'illuminazione, il riscaldamento, la climatizzazione in generale, gli uffici, la mensa, gli spogliatoi, etc.

**Sito produttivo:** località geograficamente definita in cui viene prodotto un bene e/o fornito un servizio, entro la quale l'uso dell'energia è sotto il controllo dell'impresa.

**Tep (Tonnellata Equivalente di petrolio):** Il tep rappresenta la quantità di energia rilasciata dalla combustione di una tonnellata di petrolio grezzo e vale circa 42 GJ. Il valore è fissato convenzionalmente, dato che diverse varietà di petrolio posseggono diverso potere calorifico e le convenzioni attualmente in uso sono più di uno.

### 3 Il portale ENEA Audit102

Nel corso del 2019, ENEA in accordo con il MISE ha proceduto ad aggiornare il portale per la sottomissione delle diagnosi energetiche obbligatorie ai sensi del D.Lgs. 102/2014.

Il nuovo portale, chiamato AUDIT102, introduce importanti miglioramenti rispetto alla versione precedente sia lato utilizzatore finale che lato amministratore.

Ai fini del presente lavoro è interessante sottolineare le novità che hanno semplificato la consultazione dei dati inseriti dalle imprese relative sia ai consumi energetici dei propri siti che agli interventi realizzati nel quadriennio precedente che quelli proposti per il successivo quadriennio.

#### 3.1 Il portale ENEA Audit102: lato utente

Il portale guida l'utente nell'inserimento dei dati sia amministrativi che relativi all'ottemperamento dell'obbligo imposto dal D.Lgs.102/2014 separando in maniera chiara queste due tipologie di informazione (Figura 2). I dati amministrativi rimangono di completo controllo dell'impresa, i dati relativi alle diagnosi energetiche invece possono essere demandati, attraverso invito a eventuali consulenti.

Nel menù di sinistra queste parti sono ben definite:

- Scheda impresa: dove è possibile inserire tutte le informazioni amministrative dell'impresa;
- Gestioni Siti: qui vanno inserite le informazioni specifiche dei siti sottoposti a diagnosi energetica come dalla categoria merceologica alla localizzazione a tutte le informazioni principali relative a consumi, agli interventi effettuati a quelli individuati e ovviamente il rapporto di diagnosi ed il relativo file di rendicontazione dei consumi energetici

Il portale presenta ulteriori funzionalità in quanto permette:

- l'invio dei risparmi conseguiti nell'anno precedente, come previsto dal dall'art.7 del D.Lgs. 102/2014;
- la compilazione di un questionario di autovalutazione della maturità energetica, che è stato uno degli output dell'annualità 2020 e sarà ampiamente illustrato in un paragrafo dedicato.

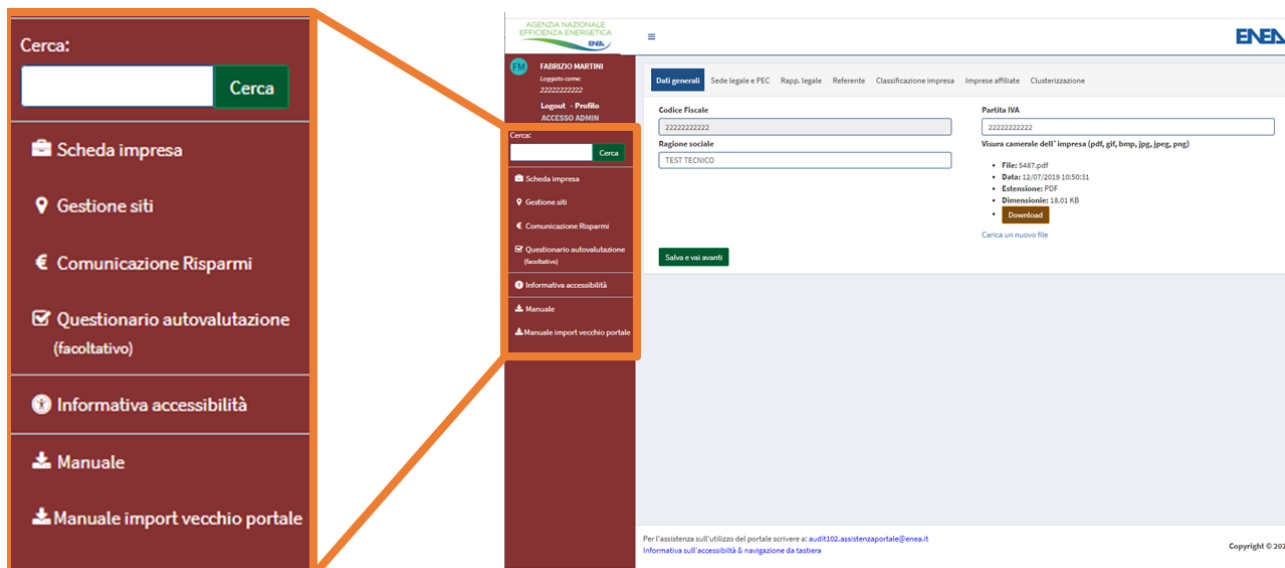


Figura 2 - Portale Audit102: Finestra iniziale lato utente

### 3.1.1 Gestione siti

Aspetto principale del nuovo portale Audit102 è la gestione dei siti, in quanto permette di inserire oltre le informazioni principali del sito, il rapporto di diagnosi energetica ed il file di rendicontazione energetica anche tutte le principali informazioni riportate nel report di diagnosi (Figura 3), quali:

- La produzione del sito con la relativa unità di misura (Figura 4);
- I vettori energetici acquistati (Figura 5);
- I consumi energetici del sito differenziati per vettore energetico e per area funzionale (Figura 6);
- Interventi di efficientamento energetico realizzati (Figura 7);
- Interventi di efficientamento energetico individuati (Figura 8).

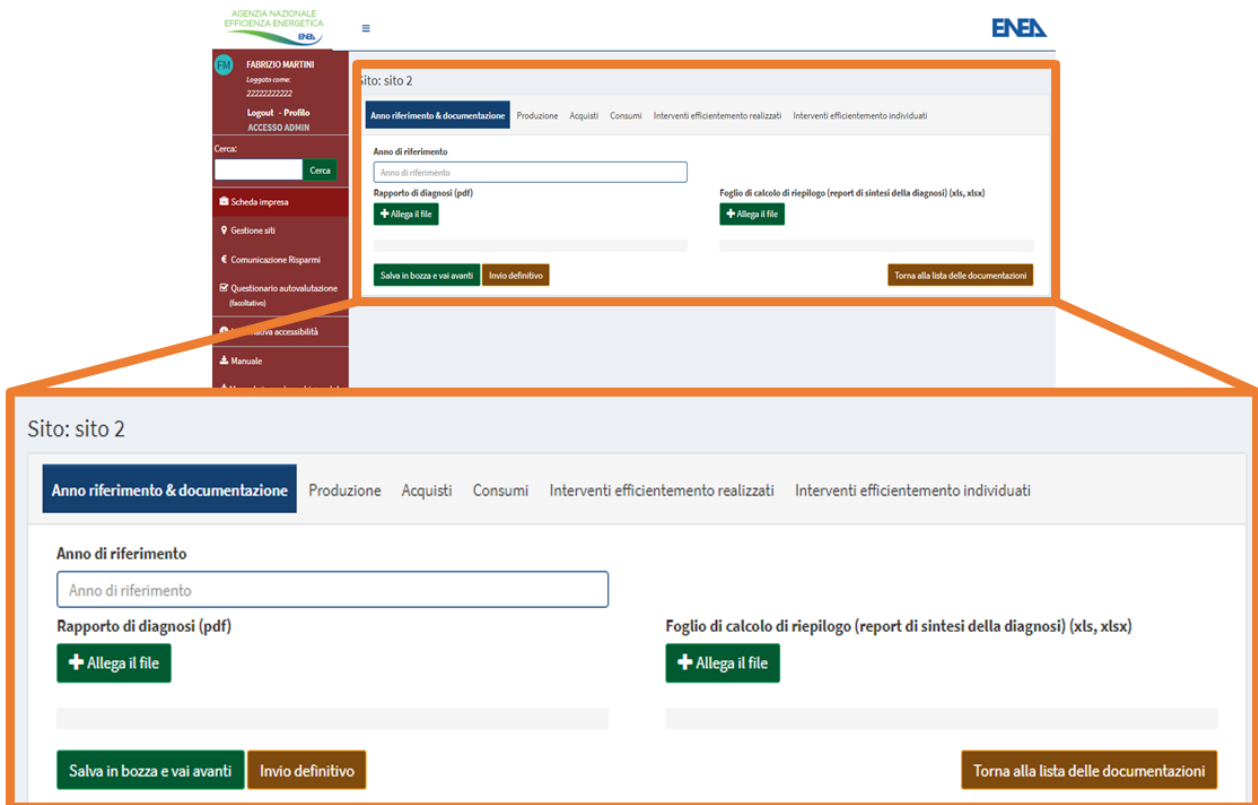


Figura 3 - Portale Audit102: Gestione siti

#### 3.1.1.1 Gestione siti - Produzione

Nella sezione relativa alla produzione va inserita la quantità di prodotto realizzato del produzione prevalente, con la relativa unità di misura.

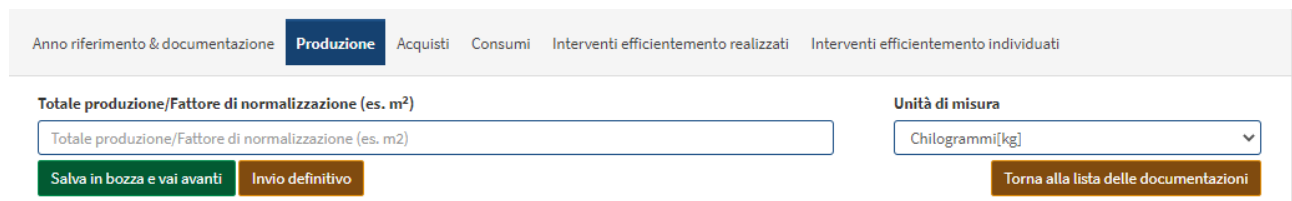


Figura 4 - Portale Audit102: Gestione siti - Produzione

### 3.1.1.2 Gestione siti - Vettori energetici “acquistati”

Nella sezione vettori energetici acquistati devono essere riportate le quantità acquistate di ciascun vettore energetico, ed quelle consumate nel sito produttivo a valle delle eventuali trasformazioni interne. Ad esempio se è presente un impianto di cogenerazione che utilizza come vettore energetico entrante gas naturale e produce energia elettrica ed calore, vi sarà una differenza tra il gas naturale acquistato e quello consumato nel sito che sarà la differenza tra quello acquistato e quello consumato nell’impianto di cogenerazione, variazione compensata dall’aumento di energia elettrica consumata nel sito rispetto a quella acquistata e del calore consumato.

[Anno riferimento & documentazione](#)
[Produzione](#)
[Acquisti](#)
[Consumi](#)
[Interventi efficientamento realizzati](#)
[Interventi efficientamento individuati](#)

**Totale quantità acquistate(Livello A) e consumi nell'anno di riferimento della diagnosi (Livello B)**

Vettore energetico	Quantità acquistata	Quantità consumata (comprese le trasformazioni e l'autoproduzione)
Energia elettrica (kWh)	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>
Gas naturale (Sm3)	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>
Calore (kWh)	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>
Freddo (kWh)	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>
Biomassa (t)	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>
Olio combustibile (t)	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>
GPL (t)	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>
Gasolio (t)	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>
Coke di petrolio (t)	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>
Altro (tep)	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>

Salva in bozza e vai avanti
Invio definitivo

Torna alla lista delle documentazioni

**Figura 5 - Portale Audit102: Gestione siti – Vettori energetici acquistati**

### 3.1.1.3 Gestione siti - Vettori energetici “consumati”

In questa sezione deve essere indicato come il vettore energetico consumato nel sito si ripartisce tra le aree funzionali: Attività principali, Servizi ausiliari e Servizi generali.

Anno riferimento & documentazione   Produzione   Acquisti   **Consumi**   Interventi efficientamento realizzati   Interventi efficientamento individuati

**Consumi ripartiti per Attività Principali, Servizi Ausiliari e Servizi Generali (Livello C)**

Vettore energetico	Attività principali	Servizi ausiliari	Servizi generali
Energia elettrica (kWh)	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>
Gas naturale (Sm3)	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>
Calore (kWh)	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>
Freddo (kWh)	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>
Biomassa (t)	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>
Olio combustibile (t)	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>
GPL (t)	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>
Gasolio (t)	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>
Coke di petrolio (t)	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>
Altro (tep)	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>

**Figura 6 - Portale Audit102: Gestione siti – consumi energetici suddivisi per vettore energetico e area funzionale**

### 3.1.1.4 Gestione siti – Interventi di efficientamento realizzati

In questa sezione vanno riportati tutti gli interventi principali che l’azienda ha effettuato negli anni precedenti alla diagnosi energetica. Gli interventi devono essere suddivisi per tipologia (gestionale o tecnologico) per area di intervento (involucro edilizio, illuminazione, climatizzazione, linee produttive, centrale termica, aria compressa, etc..), va riportato l’investimento effettuato per realizzarlo, se è presente un misuratore dedicato ed il risparmio conseguito.

Anno riferimento & documentazione   Produzione   Acquisti   Consumi   **Interventi efficientamento realizzati**   Interventi efficientamento individuati

Cerca:

Visualizza  righe

Anno completamento	Tipologia intervento	Area intervento	Investimento(€)	Misuratore dedicato	Risparmio annuo	Operazioni
Nessun dato da visualizzare						

Visualizza da 1 a 0 di 0 elementi

**Figura 7 - Portale Audit102: Gestione siti – interventi efficientamento realizzati**

### 3.1.1.5 Gestione siti – Interventi di efficientamento individuati

Gli interventi individuati come quelli realizzati devono essere suddivisi per tipologia (gestionale o tecnologico) per area di intervento (involucro edilizio, illuminazione, climatizzazione, linee produttive, centrale termica, aria compressa, etc..), va riportato l'investimento effettuato per realizzarlo, il risparmio conseguito per ciascun vettore energetico coinvolto. In più rispetto a quelli effettuati deve essere riportato il tempo di ritorno al netto degli incentivi, il VAN ed il tasso di attualizzazione.

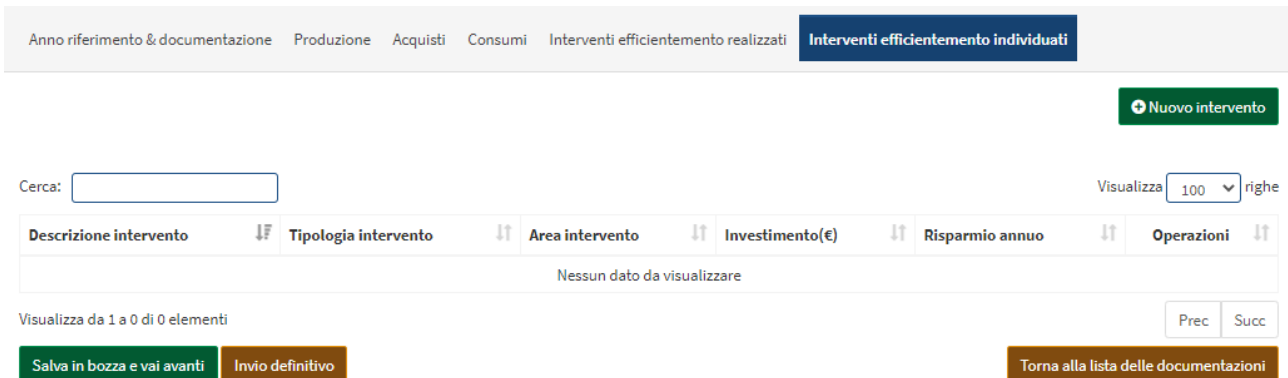


Figura 8 - Portale Audit102: Gestione siti – Interventi efficientamento individuati

## 3.2 Il portale ENEA Audit102: lato amministratore

Il nuovo portale AUDIT102, lato amministratore (Figura 9) permette di organizzare all'interno di un potente database tutte le informazioni che le aziende o i consulenti autorizzati hanno caricato all'interno del portale. Come visto nel paragrafo dedicato al lato utente, le informazioni richieste sono numerose e permettono se ben utilizzate di avere in maniera rapida una prima fotografia dei consumi, degli interventi effettuati ed individuato dei differenti settori produttivi.

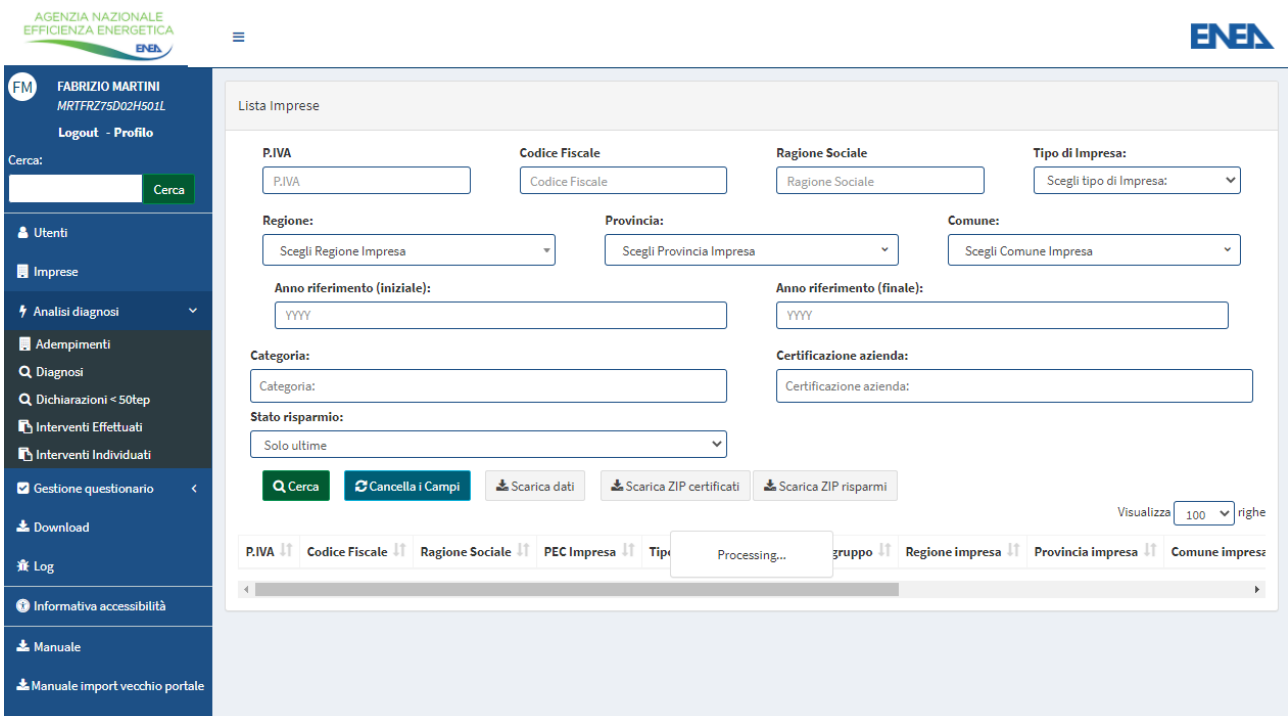


Figura 9 - Portale Audit102: Amministratore

Queste informazioni sono state di fondamentale ausilio per realizzare il lavoro presentato in questo documento. Infatti attraverso un comodo menù è possibile accedere a diverse aree dove è possibile selezionare i filtri necessari a effettuare ricerche mirate e generare gli output voluti (Figura 10).

In questo capitolo si riportano i principali output utilizzati per le analisi qui riportate.

Attraverso i numero filtri è possibile scaricare la documentazione relativa a una singola impresa, a un gruppo di imprese appartenenti ad una determinata attività economica (ATECO a 2 cifre) ai sottogruppo Ateco (ATECO a 6 cifre), con i consumi riferiti ad un specifico, inviate in una finestra temporale e molto altro.

Figura 10 - Portale Audit102: Filtri

Attraverso questi filtri è possibile generare tutti gli output voluti, in particolare:

- Cartelle suddivise per sottogruppi Ateco con all’interno le diagnosi presentate ed i relativi fogli di rendicontazione;
- Tabelle excel, con tutte le informazioni messe a portale dall’utente, come visto nel paragrafo relativo al portale lato utente, quindi con i dati anagrafici dell’azienda e del sito specifico, i dati di produzione, vettori energetici acquistate e consumati;
- Tabella excel con la lista degli interventi realizzati con tutti le relative informazioni;
- Tabella excel con la lista degli interventi proposti con tutti le relative informazioni

Per motivi di privacy delle informazioni non vengono mostrate le tabelle, generate dal portale.



Tutte questi dati sono poi stati elaborati come si vedrà nei paragrafi successivi per ottenere, Indici di prestazione energetica di primo e secondo livello, Analisi degli interventi proposti ed analisi degli interventi individuati.

### 3.3 Il portale per la maturità energetica

Quanto descritto nei paragrafi precedenti sul portale AUDIT102 è stato fatto solo a titolo illustrativo per descrivere la banca dati in possesso di ENEA e come questa sia fruibile ai fini dell'attività proposta. Le funzionalità del portale AUDIT102 sopradescritte infatti non sono state oggetto dell'attività del lavoro qui proposto.

In questo paragrafo si descriverà quanto fatto di nuovo sul portale AUDIT102 sfruttando l'opportunità fornita dal progetto oggetto di questo report.

L'idea è stata quella di sfruttare un portale già noto alle aziende soggette all'obbligo di diagnosi per acquisire da un lato utili informazioni su come la consapevolezza energetica nel tessuto produttivo italiano sia cambiata negli ultimi anni in particolare a seguito dell'emanazione del D.Lgs. 102/2014 e dall'altro fornire alle imprese un utile tool per autovalutarsi e individuare eventuali carenze nel loro approccio ai consumi energetici nella propria impresa.

Pertanto sfruttando il lavoro fatto dal Dipartimento di Ingegneria dell'impresa "Mario Lucertini" dell'Università di Tor Vergata nell'annualità precedente, in merito alla definizione di una metodologia di autovalutazione è stato implementato, sul portale AUDIT102 (Figura 11), un questionario composto di 48 quesiti a risposta multipla, in grado di generare un report con una valutazione della maturità energetica, osservazioni, trend e suggerimenti utili al miglioramento.

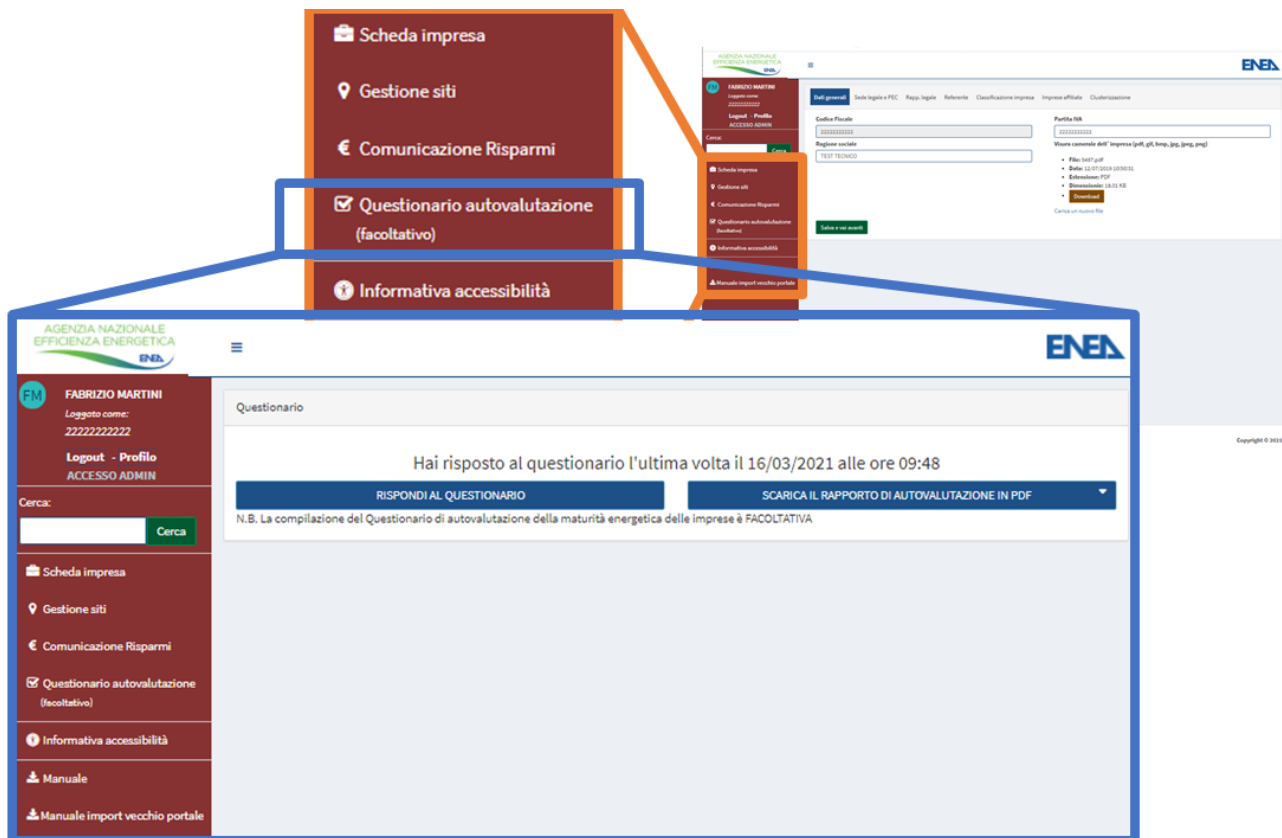


Figura 11 - Portale Audit102: Il questionario per la maturità energetica

L'impresa interessata per utilizzare il questionario di maturità energetica non deve far altro che entrare nelle portale AUDIT102 con le stesse credenziali utilizzate per la registrazione e sottomissione delle diagnosi

obbligatorie e selezionare sul menù della propria pagina “Questionario autovalutazione”, facendo questo entrerà in una nuova sezione dove selezionando il tasto “Rispondi al questionario” potrà accedere alle domande studiate e proposte dall’Università di Tor Vergata. In Figura 12 è riportata la schermata di inizio del questionario, le 48 domande sono suddivise in 12 pagine con 4 domande a risposta multipla.

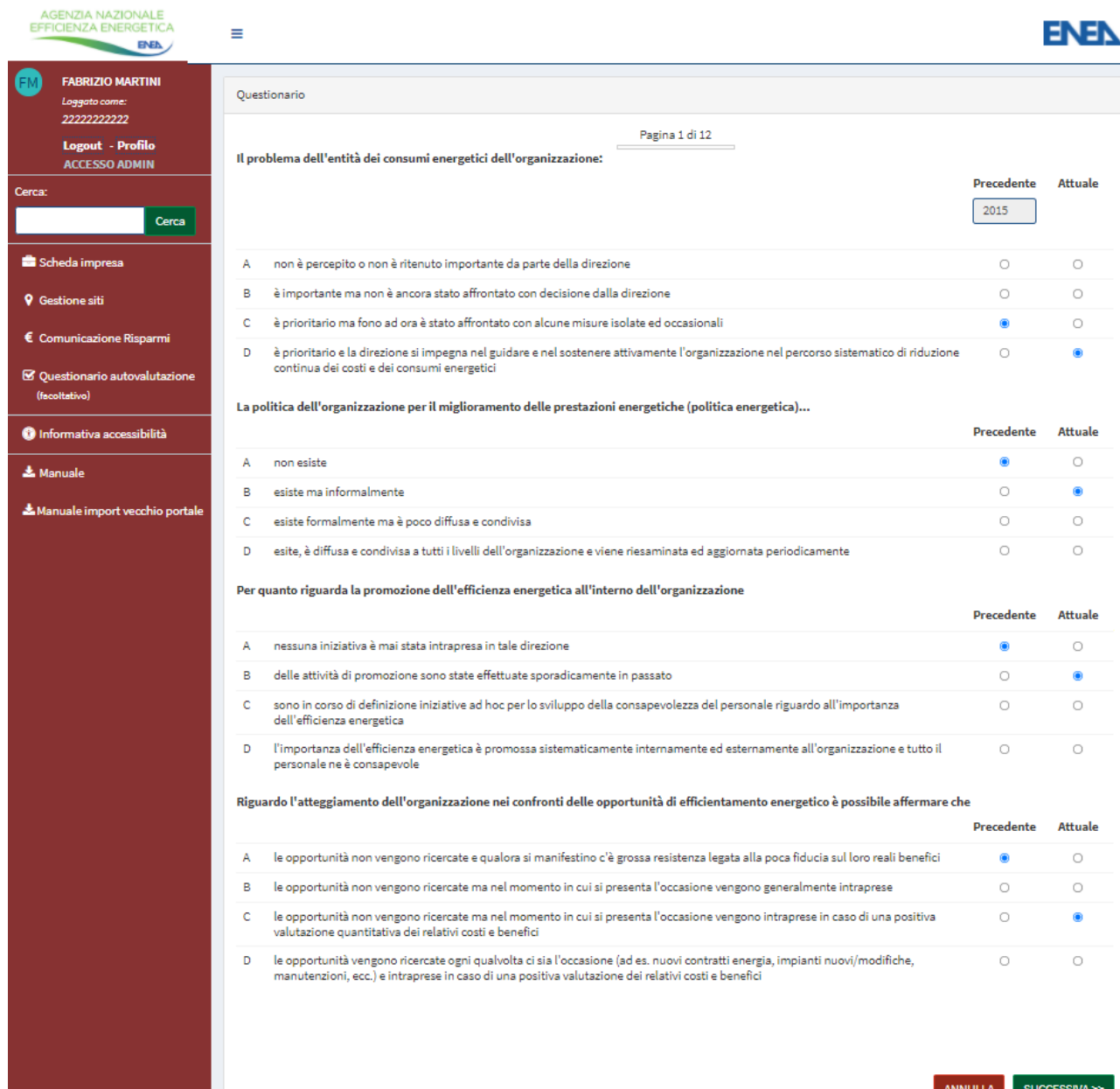


Figura 12 - Portale Audit102: Il questionario per la maturità energetica – domande a risposta multipla

Il primo accesso prevede una doppia risposta per ciascuna domanda, la prima relativa allo stato dell’impresa nell’anno di entrata in vigore dell’obbligo di diagnosi energetica (2015) e la seconda relativa alla situazione attuale. È possibile rispondere al questionario anche nei prossimi anni ed in questo caso l’azienda che ha già risposto alle domande dovrà compilare le risposte solamente per l’annualità in corso.

Una volta compilato il questionario, il tool riporta alla pagina iniziale (Figura 11) dove si potrà selezionare il tasto “Scarica il rapporto di autovalutazione in PDF”. Nell’allegato C vengono riportati i dettagli del rapporto ed la gestione dati in modalità amministratore.

## 4 Nota metodologica sulla determinazione degli indici di prestazione energetica (IPE)

### 4.1 Premessa

La ripartizione dei consumi attraverso un modello che assegni al sito produttivo una struttura energetica capace di definire i vari flussi energetici caratterizzanti il sito stesso attraverso una distribuzione quanto più aderente al processo permette, attraverso correlazioni con parametri (prevalentemente non energetici) legati alle specifiche finalità produttive (quantità di prodotto finale oppure destinazione d'uso, nel caso in cui il servizio reso non lo sia materialmente) di determinare dei *misuratori*, cosiddetti indicatori prestazionali (complessivi o globali, per tipologia di servizio, per linea produttiva o per area/reparto e singola fase o lavorazione del processo produttivo) che consentono di delineare oggettivamente l'efficienza delle attività produttive analizzate e lo status energetico del sito nel complesso.

In modo esteso, attraverso modellizzazioni numeriche, ciò consente di determinare la caratteristica energetica di ogni sottogruppo ATECO e di ottenere, anche nei casi in cui si considerino processi eterogenei o fattori di scala non proporzionali, indici di riferimento specifici di validità generale, potendo essere confrontati a indici di letteratura o costituire essi stessi una base-line energetica ex-novo come utile strumento di valutazione misuratore del contesto produttivo pertinente, divenendo oltre che essenziale strumento di verifica in termini quantitativi anche indispensabile strumento di programmazione tecnico-economica.

Il valore e l'utilità di questi indicatori prestazionali si traduce, quindi, nella reale possibilità di determinare in modo appropriato il grado e il tipo di intervento richiesto alla singola realtà imprenditoriale, da riferire alle proprie esigenze di pianificazione industriale e di sviluppo nel contesto della politica energetica nazionale di riferimento.

Quanto nel seguito è riferibile ai concetti appena esposti ed è stato realizzato, in accordo alla Direttiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25 ottobre 2012 "sull'efficienza energetica" (aggiornati con Direttiva 2018/2002/UE), allo scopo di perseguire l'utilità pubblica nell'ambito dallo stesso documento definito, ed è stato sviluppato a partire dalle diagnosi energetiche pervenute ad ENEA al dicembre 2019, prima scadenza del secondo ciclo di diagnosi obbligatorie, aventi come anno di riferimento per i consumi il 2018, dei settori economici obbligati alla realizzazione di diagnosi energetiche ai sensi del D.Lgs. 102/2014 (ulteriormente aggiornato col D.Lgs. 73/2020).

### 4.2 Introduzione

Con Indice di Prestazione energetica (IPE) si intende definire il consumo finale<sup>1</sup> di energia necessario per la produzione della singola unità di prodotto (o per il conseguimento della specifica attività) finale.

Nel caso in questione è stata concordemente adottata una schematizzazione che ha portato alla individuazione dei seguenti due tipi di indicatori, come mostrato in Figura 13:

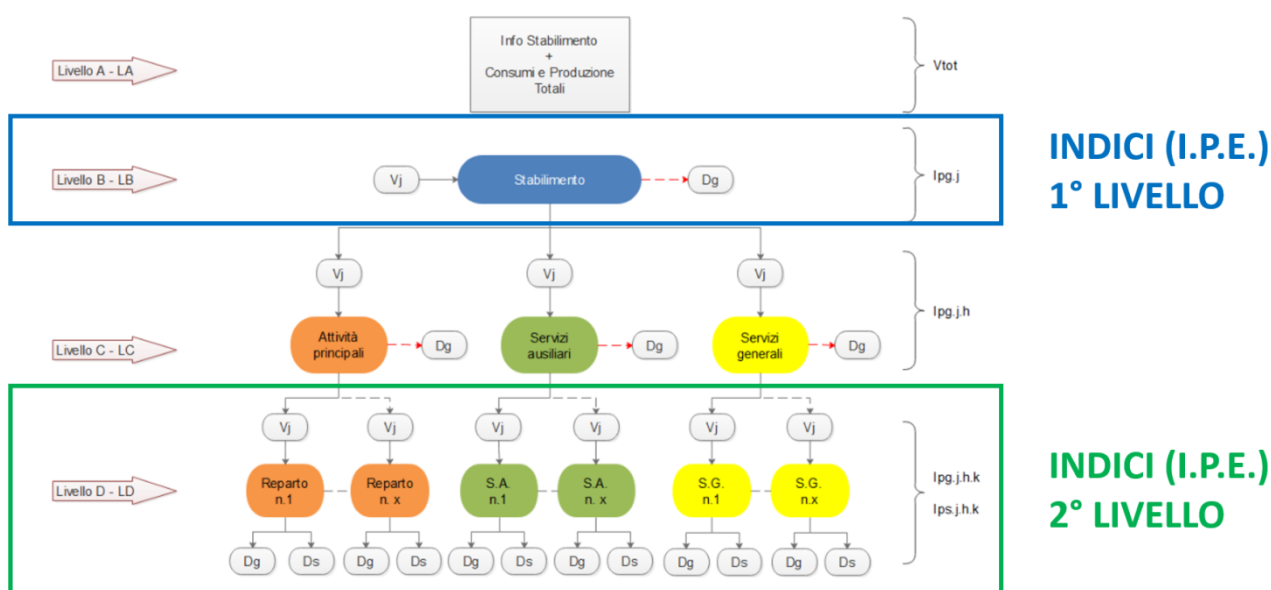
- 1) Indici di primo livello, ovvero il rapporto tra il consumo energetico finale complessivo, a livello generale di sito, considerando il consumo annuale, aggregato globale e per singolo vettore (energia

---

<sup>1</sup> I consumi di energia finale sono derivanti dalla trasformazione dell'energia primaria in altra forma di energia o da successive lavorazioni delle fonti secondarie. Nel caso dei consumi finali di energia elettrica questi sono pari alla somma dell'energia elettrica fatturata dagli operatori dal settore energetico e di quella autoconsumata dagli autoproduttori.

elettrica, energia termica, gas naturale), di tutti i processi produttivi facenti parte del sito analizzato, e la quantità di servizio reso, in termini di unità di produzione (U.P.), ove per ogni sottogruppo è stata definita una specifica U.P. (generalmente: t – tonnellata, m<sup>2</sup> – metri quadrati, m<sup>3</sup> – metri cubi, ecc.). Questi IPE corrispondono al livello B della Linea Guida ENEA [1];

- 2) Indici di secondo livello, ovvero il rapporto tra il consumo energetico finale complessivo e per singolo vettore (energia elettrica, energia termica, gas naturale), determinati a livello di reparto produttivo del sito, per tecnologie caratteristiche e per attività (attività principali, servizi ausiliari o servizi generali). Questi IPE corrispondono al livello D della Linea Guida ENEA [1];



**Figura 13 - Schematizzazione della struttura energetica aziendale e caratterizzazione del livello degli IPE**

Gli IPE elaborati sono dunque i seguenti:

- IPE Globale: include tutti i consumi energetici del sito (come somma dei rispettivi elettrici e termici nelle forme esistenti);
- IPE Elettrico: include i soli consumi elettrici dei processi produttivi del sito (da rete e/o da impianti di autoproduzione - principalmente da fonti rinnovabili e da cogenerazione);
- IPE Termico: include i soli consumi termici (da gas naturale, calore, freddo, biomasse, olio combustibile, coke ed altri vettori in uso nel processo produttivo (sono esclusi tanto i consumi di autotrazione - gasolio, benzina e GPL - quanto i consumi specifici dei processi di trasformazione negli impianti di cogenerazione, fundamentalmente gas naturale).
- IPE Gas Naturale: per ogni settore è stata valutata la quota parte dei consumi di gas naturale nelle attività principali del processo produttivo. Sono esclusi i consumi di gas naturale specifici dei processi di trasformazione negli impianti di cogenerazione o trigenerazione.

Tutti gli IPE individuati sono stati elaborati sulla base delle analisi delle diagnosi pervenute ad ENEA al dicembre 2019, tenendo conto delle specificità di ogni settore, delle criticità emerse, della numerosità e della affidabilità del campione analizzato; essi sono stati riportati all'interno di schede riassuntive (una per ogni sottogruppo ATECO) create e ottimizzate appositamente per questa attività e contenenti tutte le fasi che hanno portato alla loro determinazione.

La metodologia utilizzata per il calcolo degli IPE consente, come nelle analisi precedenti [2]–[4], di ottenere una relazione matematica tra consumi energetici e produzione, idonea a correlare questi stessi parametri,

valida per tutti i siti appartenenti al sottogruppo considerato e a partire da un campione statistico ottenuto attraverso operazioni filtro tese ad escludere gli elementi outlier (per consumi o per indice di prestazione). Questa metodologia si basa sulla esperienza pluriennale di ENEA nell'ambito delle attività di analisi delle diagnosi energetiche e nello sviluppo di indicatori di prestazione energetica [1]–[4]. Tuttavia, la metodologia è stata completamente rivista e migliorata rispetto ai lavori precedenti, nello specifico per i seguenti fattori:

#### 1 – Qualità dei dati:

- la creazione e lo sviluppo del nuovo portale Audit 102 (<https://audit102.enea.it/>) ha permesso di ottenere una banca dati strutturata, elastica e molto più affidabile per quantità, qualità e reperibilità delle informazioni;
- la collaborazione con le associazioni di categoria, attraverso tavoli tecnici, ha consentito di sviluppare dettagliate linee guida settoriali e modelli di rendicontazione dei consumi, su base excel, che hanno uniformato le diagnosi energetiche per qualità delle informazioni;
- oltre il 70% delle diagnosi energetiche pervenute sono ottenute da dati provenienti da sistemi di monitoraggio e, diversamente dagli studi precedenti, non sono stimati, consentendo di ottenere livelli di copertura e affidabilità maggiori;

#### 2 – Implementazione statistica:

- l'utilizzo di un nuovo strumento di analisi statistica (JMP Software from SAS) ha permesso di migliorare la gestione degli elementi costituenti la popolazione di volta in volta analizzata, con maggiore precisione;
- il nuovo software ha permesso di introdurre nella metodologia una serie di ulteriori parametri statistici di confronto, utili a valutare con maggiore coerenza analitica l'affidabilità degli indicatori ottenuti;

#### 3 – Validazione dei dati:

- in precedenza unicamente affidata al valore del coefficiente di interpolazione (per cui si poneva l'intervallo soglia di  $R^2 > 0,9$ ) e da solo non sufficiente a garantire la significatività dei risultati ottenuti, avviene adesso attraverso il seguente duplice confronto:
  - coefficiente di determinazione ( $R^2$ ) vs. indice di correlazione di Pearson ( $R_{crit}$ );
  - parametro statistico P-value vs. coefficiente di significatività ( $\alpha$ );come meglio descritto e specificato nel seguito del report.
- è stato studiato l'errore statistico, allo scopo di valutare lo scostamento tra valori reali e valori teorici, attraverso un modello che ha portato alla determinazione dei limiti inferiore e superiore degli IPE nell'intervallo considerato per l'analisi

### 4.3 Metodologia

La metodologia di analisi può essere schematizzata nelle seguenti fasi:

#### 1. FASE 1 – SELEZIONE DEL CAMPIONE STATISTICO

Il lavoro in questa fase consiste nell'analisi numerica dei consumi di ogni sito per ciascun sottogruppo ATECO presente nella banca dati ENEA, detta popolazione di riferimento, e nella selezione del campione statistico

utile all'implementazione matematica del modello. A tal fine, vengono studiati tanto i rapporti di diagnosi quanto i fogli di calcolo di riepilogo dei consumi eventualmente allegati e predisposti, selezionando tra questi gli elementi che meglio aderiscono all'andamento medio dei consumi e degli indici di prestazione energetica in relazione all'unità di misura della produzione.

È importante sottolineare l'ingente lavoro di omogeneizzazione, effettuato preventivamente per eliminare dalla popolazione analizzata tutti gli elementi considerati non utili (perché aventi unità di produzione [U.P.] non coerenti il resto della popolazione, oppure perché mancanti di dati o con errori di caricamento, o ancora perché aventi incongruenze riferibili alla non pertinenza del sito in esame con il sottogruppo considerato). Inoltre è stata definita una soglia numerica minima di siti rappresentativi, per convenzione pari a 5, al di sotto della quale la modellizzazione non è stata condotta in quanto considerata poco rappresentativa.

## 2. FASE 2 - RICERCA DELLA CORRELAZIONE CONSUMO vs. PRODUZIONE

L'analisi di regressione è una tecnica statistica che stima la dipendenza di una variabile da una o più variabili indipendenti, come la quantità di produzione, i gradi giorno, ecc. controllando contemporaneamente l'influenza di diverse variabili. I modelli di regressione lineare sono utilizzati in specifiche campagne di misurazione e verifica per stimare i risparmi energetici di progetti e programmi di efficienza energetica [5]. Inoltre la tecnica si è dimostrata affidabile quando i dati di input coprono l'intera variazione annuale delle condizioni operative. In questo lavoro ci si riferisce alla regressione lineare semplice tra due variabili: consumo di energia (globale, elettrico, termico o gas naturale in funzione del IPE) e produzione (nella sua specifica U.P.). Le variabili da analizzare con questi modelli non devono includere direttamente variabili economiche (come il valore aggiunto, il fatturato, etc etc), che molte volte non hanno relazione diretta con i processi fisici di produzione nella manifattura [6].

I modelli di regressioni lineare sono i preferiti per analizzare i risparmi conseguiti con le azioni di efficientamento energetico nelle organizzazioni con sistemi di gestione dell'energia (nello specifico tra ISO 50001 ed il protocollo SEP di Misurazione e Verificazione) [7], [8]. La norma ISO 50006 "*Sistemi di gestione dell'energia - Misurazione della prestazione energetica utilizzando il consumo di riferimento (Baseline - EnB) e gli indicatori di prestazione energetica (EnPI) - Principi generali e linee guida*" infatti raccomanda l'uso dei modelli di regressione lineare per la stima degli indicatori [9]. Inoltre, l'Agenzia Internazionale dell'Energia raccomanda sempre lo sviluppo di indicatori basati su principi fisici (ovvero, nel caso in questione, la correlazione tra consumo di energia e produzione) attraverso modelli che si possano utilizzare a seconda dei diversi livelli di aggregazione (dal livello di sito globale a specifiche tecnologie per reparto) indipendentemente del settore industriale di studio [10], [11].

Per questi motivi, i modelli di regressione lineare sono ampiamente usati per l'analisi di benchmarking e le misure di efficienza energetica [12]–[14]. Infatti, i modelli lineari sono semplici da sviluppare, possono essere utilizzati indistintamente dal settore analizzato e si basano direttamente sui dati forniti nelle diagnosi energetiche. Un altro vantaggio di questi modelli è che le ipotesi *a priori*<sup>2</sup> per il suo sviluppo sono poche e comunemente accettate [15]. Tuttavia per un corretto sviluppo è necessario un alto grado di conoscenza tecnica dei processi industriali coinvolti [6]. Inoltre, questi modelli lineari possono essere utilizzati ulteriormente accoppiati ad altri modelli più complessi quali ad esempio la Stochastic Frontier Analysis (SFA)

---

<sup>2</sup> Le assunzioni del modello di regressione lineare sono: 1 - Distribuzione normale degli errori: Il modello di regressione è robusto rispetto a scostamenti dall'ipotesi di normalità. 2.- Omoschedasticità: la variabilità degli errori è costante. 3.- Indipendenza degli errori.

[16], l'Index Decomposition Analysis (IDA) [17] o il Data Envelopment Analysis (DEA) [18] per il calcolo di risparmi dovuti ad azioni di efficientamento energetico.

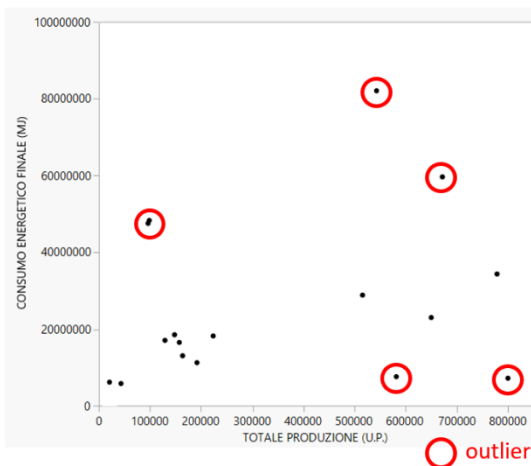
La regressione di tipo lineare restituisce un legame rappresentato dalla equazione (vedere Figura 14)

$$y = a \cdot x + b.$$

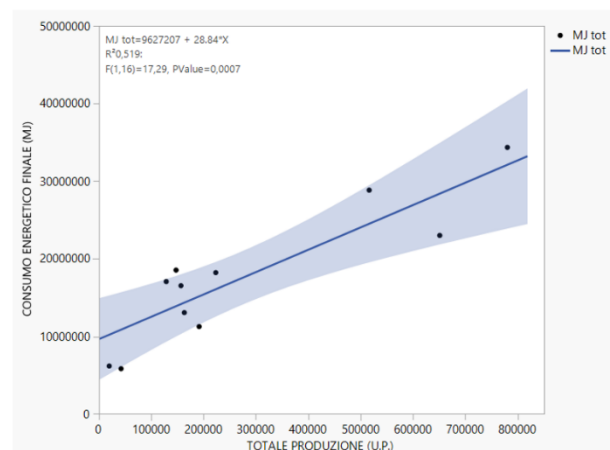
Nel contesto di riferimento, essa rappresenta il consumo di energia finale, come somma di un termine costante, non dipendente dal quantitativo di produzione, e di un termine variabile in misura proporzionale alla produzione stessa:

$$\begin{aligned} \text{Consumi Energetici [MJ]} \\ &= \text{Quantità proporzionale [MJ]}f(\text{Volume di produzione [U.P.]}) \\ &+ \text{Quantità fissa[MJ]} \end{aligned}$$

FASE 1 – SELEZIONE DEL CAMPIONE STATISTICO



FASE 2 - RICERCA DELLA CORRELAZIONE CONSUMO vs. PRODUZIONE



**Figura 14 – Rappresentazione grafica delle Fase 1 (selezione del campione statistico) e Fase 2 (ricerca della correlazione consumo vs. produzione)**

Al fine di validare la retta interpolatrice, il coefficiente di determinazione  $R^2$  con essa ottenuto è stato confrontato con l'indice di correlazione di Pearson ( $R_{crit}$ ), dipendente dai gradi di libertà del sistema considerato e dal grado di significatività statistica ( $\alpha$ ), e ad ulteriore mezzo di confronto è stato introdotto il parametro P-value, facilmente estraibile con il software utilizzato. Questi indicatori forniscono informazioni circa la bontà della correlazione ottenuta, per la significatività statistica che si vuole ottenere con il modello. Il coefficiente di determinazione ( $R^2$ ) è il quadrato del coefficiente di correlazione (R) in regressioni lineari semplici ed è definito come il rapporto tra la devianza spiegata dal modello (ESS) e la devianza totale (TSS).  $R^2$  è usato ampiamente in molteplici ambiti come indicatore della forza della correlazione. Con  $R^2 > 0.5$  la correlazione lineare può essere considerata forte, e moderata se  $R^2 > 0.25$  [19].

L'indice di correlazione di Pearson (R) tra due variabili statistiche è un parametro (tabellato) che esprime un'eventuale relazione di linearità tra esse. Specificatamente è definito come la loro covarianza divisa per il prodotto delle deviazioni standard delle due variabili, varia tra -1 e +1, essendo -1 il valore di una perfetta correlazione lineare negativa, +1 una perfetta correlazione lineare positiva e 0 una correlazione lineare nulla. La forza della correlazione dipende del valore assoluto di R; si considera che  $R=0,1$  sia indicativo di una correlazione debole, mentre  $R=0,9$  lo sia di una correlazione forte.

Definito il valore di confidenza che si intende raggiungere con l'analisi ( $LC = 1-\alpha$ ), la significatività statistica rappresenta l'intervallo entro cui tale valore può discostarsi; nell'ambito del presente lavoro, la scelta degli intervalli di confidenza necessari a stabilire l'accettabilità analitica del modello è ricaduta sui seguenti valori di  $\alpha=0,01$  (1%) e  $\alpha=0,05$  (5%), ovvero valori di confidenza del 99% e del 95% nel primo e secondo caso rispettivamente.

Il valore minimo di R da considerare a conferma dell'esistenza di una correlazione tra le variabili dipende dalla numerosità della popolazione analizzata, da  $\alpha$  e se l'ipotesi vuole essere mono/bidirezionale; esiste una correlazione significativa se R è maggiore di  $R_{critico} = f(N, \alpha)$ , quest'ultimo reperibile in letteratura [20].

Infine, il P-value, chiamato anche livello di probabilità, è utilizzato a conferma della rappresentatività del campione prescelto per quantificare la possibilità di ottenere risultati più o meno probabili di quelli osservati durante il test, supposta vera l'ipotesi nulla (ove per ipotesi nulla si intende la condizione da screditare). L'insieme analizzato è pienamente rappresentato dal campione prescelto se tanto più piccolo è il valore del P-value (il quale viene spesso denotato come il minimo livello di significatività per il quale l'ipotesi nulla viene rifiutata). Essendo parametro di probabilità, esso è un numero compreso tra 0 e 1, ed in generale se P-Value  $< \alpha$  si considera il test statisticamente significativo (conferma della rappresentatività).

Riepilogando, i valori minimi di riferimento affinché la correlazione lineare determinata possa essere considerata statisticamente significativa sono i seguenti:

- Valore P (P-value)  $< 0,05$ ;
- Indice di correlazione di Pearson (R)  $> R_{critico} = f(N, \alpha)$ ;
- Coefficiente di determinazione ( $R^2$ )  $> 0,25$ .

Tuttavia è importante notare che un valore basso o nullo del coefficiente di correlazione non deve essere interpretato come assenza di relazione tra le due variabili, rimanendo la modellizzazione indicativa di relazione di tipo lineare; il riscontro di correlazione elevata tra due variabili non implica necessariamente una relazione di dipendenza reciproca. Infine, un valore di confidenza del 95% non significa che esiste una probabilità del 95% che il parametro della popolazione sia compreso nei due estremi dell'intervallo.

Il controllo della correlazione rappresenta solo il primo passaggio: un valore basso indica sicuramente una relazione poco significativa tra consumi e produzione (spesso per la presenza di altri fattori in gioco più influenti), mentre un alto valore del coefficiente può non garantire una relazione di alta affidabilità, in quanto la presenza di punti distribuiti su ampi livelli di produzione tende a favorire l'innalzamento del valore di tale coefficiente.

### 3. FASE 3 - COSTRUZIONE DEL MODELLO ANALITICO DELL'IPE

Una volta risalito al legame analitico, dividendo ambo i membri dell'equazione per la produzione la curva dell'IPE è rappresentata da una funzione di tipo iperbolico:

$$IPE_{TEORICO} [MJ/U.P.] = a + \frac{b}{x}$$

dove  $a$  e  $b$  rappresentano rispettivamente la pendenza e l'intercetta della retta di regressione lineare.

In tal modo, se si identificano in blu gli IPE specifici dei siti (definiti come il rapporto consumo / produzione, MJ/U.P.) la curva in rossa in Figura 15 rappresenta la curva teorica calcolata da modello.



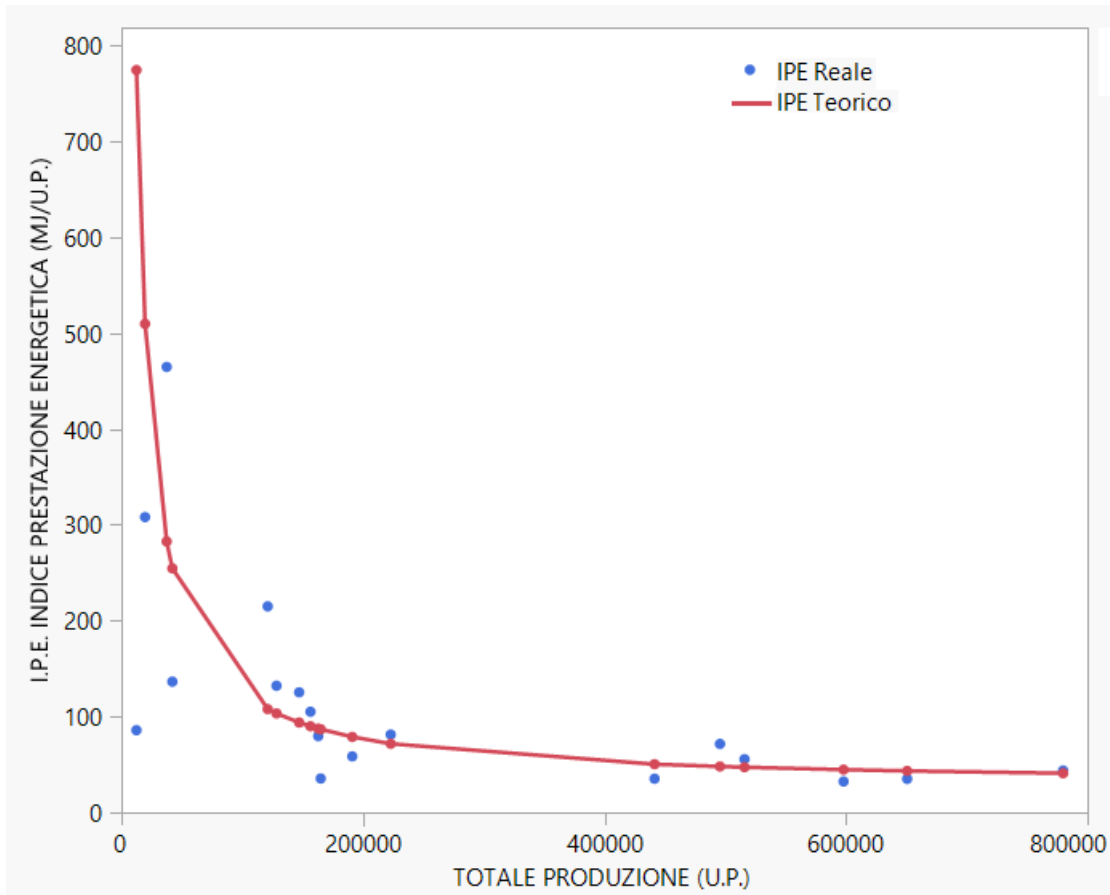


Figura 15 -Esempio di modello IPE teorico vs. IPE singoli casi reali

#### 4. FASE 4 - VALUTAZIONE DELLO SCOSTAMENTO TRA VALORI REALI E VALORI DEL MODELLO

Una volta definito il livello di significatività ( $\alpha=0,05$ ), si procede a sviluppare un'analisi dell'incertezza del modello degli IPE. L'analisi d'incertezza si basa in modo generale sul Teorema del Limite Centrale, che in modo molto semplificato, ci permette di supporre che il modello del IPE avrà una dispersione del tipo gaussiano. Quindi è possibile definire una curva limite superiore ed inferiore di significatività statistica del modello della forma

$$IPE_{INF/SUP} = IPE_{Teorico} \pm 2 \cdot \sigma$$

L'incertezza  $\sigma$  del modello dell'IPE viene calcolata attraverso la propagazione dell'errore statistico, ottenibile sulla base della matrice di covarianza  $C_{i,k}$  come segue:

$$\Delta f = \left( \sum_{i=1}^n \sum_{k=i}^n \left( \frac{\partial f}{\partial x_i} \frac{\partial f}{\partial x_k} (C_{i,k}) \right) \right)^{1/2}$$

dove  $x_i$  e  $x_k$  sono i parametri  $a$  e  $b$  stimati nel modello di regressione. Sostituendo il consumo stimato, la forma funzionale dell'IPE è la seguente

$$IPE = a + \frac{b}{x}$$

quindi nel nostro caso la formula della propagazione dell'errore statistico diventa:

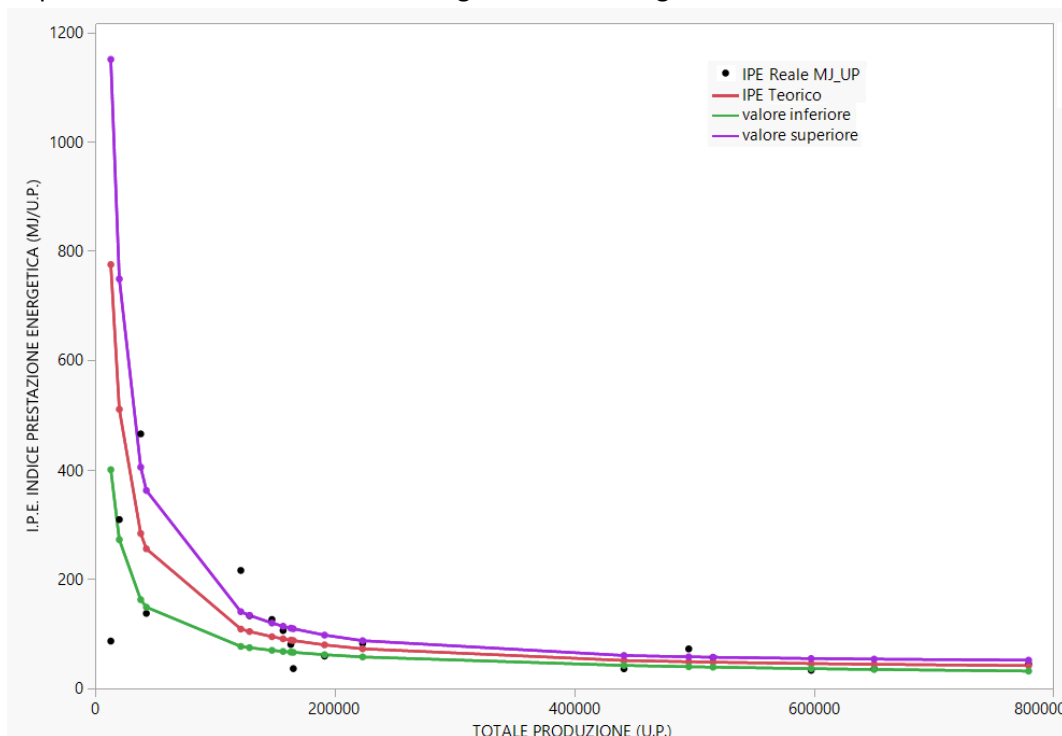
$$\sigma_{IPE} = \left( \frac{Var(a)}{x^2} + Var(b) + \frac{2Cov(a,b)}{x} \right)^{1/2}$$

Nella Figura 16 sono rappresentati gli output ultimi dell'analisi, la curva teorica (rosso) dell'IPE, i suoi limiti inferiore (verde) e superiore (viola) a  $2\sigma$ , i valori dell'IPE reale dei singoli siti analizzati.

Il grafico consente di visualizzare in maniera semplice gli effetti della propagazione dell'errore nel calcolo dell'IPE, nell'area contenuta tra  $IPE_{max}$  e  $IPE_{min}$  che rappresenta "la variabilità" propria del caso statistico.

In pratica, viene visualizzato l'intervallo di confidenza derivato dalle equazioni precedenti, associato alla regressione lineare costruita sulla base relazione consumo vs. produzione, che rappresenta l'incertezza del modello stimato per gli IPE, graficamente delimitata dal limite inferiore e superiore della curva. In questo modo è possibile, per ogni diagnosi analizzata, valutare anche visivamente il posizionamento degli IPE reali rispetto all'intervallo teorico così definito e cogliere anche l'errore di cui è affetto.

Attraverso ulteriori studi non inclusi nella presente trattazione, saranno valutati criteri ulteriori per la valutazione puntuale dell'errore tra il valore degli IPE dei siti diagnosticati e le curve teoriche.



**Figura 16 - Intervallo di errore del IPE Teorico**

### 5. FASE 5 – INDIVIDUAZIONE DEL IPE (CALCOLATO COME IPE MEDIO $\pm$ DEVIAZIONE STANDARD)

Per ogni sottogruppo ATECO è stato determinato un unico valore di IPE, qualora possibile considerando unicamente l'intero intervallo dei valori di produzione, oppure tanti IPE quanti sono stati i modelli determinati in ragione della suddivisione cui il campo della produzione è stato sottoposto.

Come per l'implementazione del calcolo degli IPE effettuato per gli Energivori di cui al DM 21 dicembre 2017, per determinare l'intervallo di variazione è stato fatto riferimento alla deviazione standard del campione del campione statistico.

Da un punto di vista statistico, cioè, è stata valutata la dispersione dei punti rispetto ad un indice di posizione, ovvero lo scarto quadratico medio (o deviazione standard) dei punti analizzati rispetto al valore medio aritmetico del campione dei punti

La deviazione standard è espressa come

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

Dove N è la numerosità del campione analizzato, e dove  $\bar{x}$  è la media aritmetica di X ed è pari a

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$$

Determinati l'IPE media e la sua variazione, il livello di affidabilità dell'IPE (riferito per un specifico intervallo di produzione) è stato definito:

- A) **«Alto»** se il rapporto tra la deviazione standard e il valore medio risulta minore del 20%;
- B) **«Medio»** se il rapporto tra deviazione standard e valore medio risulta compreso tra il 20% ed il 60%;
- C) **«Basso»** se il rapporto tra la deviazione standard e il valore medio risulta maggiore del 60% e minore del 100%;
- D) **«Nulla»** se il valore del rapporto supera il 100%.

Quando la relazione così definita non è risultata significativa si è preferito mostrare gli IPE reali dichiarati nelle diagnosi, mettendo in evidenza il valor medio e la deviazione standard di tale dispersione di punti.

## 5 Indici di prestazione energetica di I livello

### 5.1 Schede settoriali divisioni Ateco

In questo capitolo vengono descritte le divisioni Ateco a 2 cifre analizzate nel corso della presente annualità di progetto che costituiscono circa il 68% dei codici merceologici soggetti a diagnosi energetica su base dati 2019 e presenti nel database ENEA Audit 102.

Per ogni Ateco a 2 cifre vengono descritte le relative attività suddivise nei sottogruppi Ateco a 6 cifre, le principali criticità riscontrate nel calcolo degli indici di prestazione energetica di I livello partendo dai dati contenuti nelle diagnosi energetiche e una tabella riassuntiva relativa al calcolo degli IPE medi suddivisi per sottogruppi Ateco a 6 cifre.

In queste tabelle si utilizza la seguente nomenclatura:

- Si: IPE medio viene calcolato
- No: IPE medio non viene calcolato per elevata eterogeneità dei processi, assenza o scarsa numerosità diagnosi.

I valori degli indici di I livello medi elaborati sono invece riportati nell'Allegato A al presente documento con la descrizione specifica, suddivisa per codice Ateco a 6 cifre, della selezione dei campioni, dell'analisi della correlazione consumo-produzione e del calcolo degli IPE teorici con la metodologia descritta nel capitolo 4.

#### 5.1.1 Ateco 01: coltivazioni agricole e produzione di prodotti animali, caccia e servizi connessi

##### 5.1.1.1 Descrizione

La divisione 01 "coltivazioni agricole e produzione di prodotti animali, caccia e servizi connessi" include due attività di base, la produzione derivante da coltivazioni agricole e la produzione di prodotti animali; includendo anche le forme di agricoltura biologica, coltivazione di prodotti geneticamente modificati e l'allevamento di animali geneticamente modificati. Questa divisione include la coltivazione di colture in piena aria ed in serre. Inoltre, sono incluse le attività di servizio accessorie all'agricoltura, alla caccia e alle attività a queste relative. La divisione 01 si suddivide in 44 sottogruppi Ateco, di cui solamente 1 è stato analizzato all'essere attività legate a processi industrializzabili da terzi diversi dei produttori, incluso nell'elenco dei settori Energivori:

- 01.63.00: Attività che seguono la raccolta

##### 5.1.1.2 Criticità

Per questa divisione si sono presentati 72 diagnosi energetiche di cui 21 corrispondono al sottosettore 01.63.00. In questo settore, il 33% del campione è stato escluso dall'analisi all'essere attività eterogenea (produzioni chimici, surgelati, pollame, vini, e sedi legali). Le restanti 14 diagnosi restanti corrispondono a siti di preparazione del raccolto ortofrutticola per i mercati primari, dove le tecnologie sono eterogenee focalizzati nella preparazione, trattamento e magazzinaggio ortofrutticola. I consumi di questo settore sono fondamentalmente elettrici.

##### 5.1.1.3 Risultati

Gli IPE calcolati per questa divisione Ateco sono riassunti nella tabella seguente e le relative specifiche sono riportati nella sezione dedicata dell'Allegato A

**Tabella 3 –Ateco 01: sottogruppi analizzati per la determinazione degli IPE di I livello**

<b>ATECO 01 : COLTIVAZIONI AGRICOLE E PRODUZIONE DI PRODOTTI ANIMALI, CACCIA E SERVIZI CONNESSI</b>					
<b>Codice ATECO 6</b>	<b>IPE Globale</b>	<b>IPE Elettrico</b>	<b>IPE Termico</b>	<b>IPE GN</b>	<b>Riferimento</b>
<b>01.63.00</b>	Si	Si	No	No	Allegato A pag.8

#### 5.1.2 Ateco 05: estrazione di carbone (esclusa torba)

##### 5.1.2.1 Descrizione

La divisione 05 “*estrazione di carbone (esclusa torba)*” include l’estrazione di minerali metalliferi, effettuata in sotterraneo o a cielo aperto, estrazioni marine eccetera. Sono comprese anche le operazioni di arricchimento dei minerali quali la frantumazione, la macinazione, il lavaggio, l’essiccazione, la sinterizzazione, la calcinazione o la lisciviazione, la separazione gravimetrica o le operazioni di flottazione.

La divisione 05 si suddivide in 2 sottogruppi ATECO:

- 05.10.00: Estrazione di antracite
- 05.20.00: Estrazione di lignite

##### 5.1.2.2 Criticità

Per questa divisione i dati a disposizione sono scarsi ed insufficienti a fornire un indice di prestazione energetica che possa rappresentare il settore, infatti non si è presentata nessuna diagnosi energetica riferita all’anno 2018 ai fini del D.Lgs. 102/2014.

##### 5.1.2.3 Risultati

Gli IPE calcolati per questa divisione Ateco sono riassunti nella tabella seguente e le relative specifiche sono riportati nella sezione dedicata dell’Allegato A.

**Tabella 4 –Ateco 05: sottogruppi analizzati per la determinazione degli IPE di I livello**

<b>ATECO 05 : ESTRAZIONE DI CARBONE (ESCLUSATAORBA)</b>					
<b>Codice ATECO 6</b>	<b>IPE Globale</b>	<b>IPE Elettrico</b>	<b>IPE Termico</b>	<b>IPE GN</b>	<b>Riferimento</b>
<b>05.10.00</b>	No	No	No	No	Allegato A pag 15.
<b>05.20.00</b>	No	No	No	No	

#### 5.1.3 Ateco 06: estrazione di petrolio greggio e di gas naturale

##### 5.1.3.1 Descrizione

La divisione 06 “*estrazione di petrolio greggio e di gas naturale*” include la produzione di petrolio greggio, l’estrazione di oli da scisti bituminosi e sabbie petrolifere, la produzione di gas naturale nonché il recupero di idrocarburi liquidi. Questa divisione include le attività di gestione e/o sviluppo dei siti che contengono oli e gas naturali. Tali attività possono includere la trivellazione, il completamento e l’allestimento dei pozzi; l’uso di separatori, di attrezzature per la rottura dell’emulsione, di apparecchiature per la fangatura e di linee di raccolta per il petrolio greggio; sono incluse anche tutte le altre attività legate alla preparazione del petrolio e del gas dal sito di produzione al punto di spedizione. La divisione 06 si suddivide in 2 sottogruppi ATECO:

- 06.10.00: Estrazione di petrolio greggio
- 06.20.00: Estrazione di gas naturale

#### 5.1.3.2 Criticità

Per questa divisione le diagnosi energetiche presentate sono state 15: 3 per il gruppo “Estrazione di Petrolio Greggio” e 12 per quello “Estrazione di Gas Naturale”.

Per quanto riguarda il primo gruppo, vista l’esiguità del numero di diagnosi energetiche legata ad una estrema diversificazione dei processi produttivi, non è stato possibile determinare degli indici di prestazione energetica elettrica affidabili e rappresentativi. Nel sottosettore “Estrazione di gas naturale”, le diagnosi energetiche sono concentrati nei centri di estrazione, trattamento e compressione di gas naturale. Questi siti centralizzano la estrazione di diversi pozzi (onshore ed offshore) e realizzano il trattamento e compressione del gas prima della distribuzione a rete. L’insieme è costituito da un numero di 12 elementi, di cui 6 sono Centri di estrazione, trattamento e compressione di gas naturale, 3 Piattaforme di estrazione di gas naturale offshore e 3 siti eterogenei. Unicamente sui centri gas con tecnologie basate in turbocompressori a gas naturale è stato possibile sviluppare indicatori di prestazione energetica di primo livello.

#### 5.1.3.3 Risultati

Gli IPE calcolati per questa divisione Ateco sono riassunti nella tabella seguente e le relative specifiche sono riportati nella sezione dedicata dell’Allegato A.

**Tabella 5 –Ateco 06: sottogruppi analizzati per la determinazione degli IPE di I livello**

<b>ATECO 06 : ESTRAZIONE DI PETROLIO GREGGIO E DI GAS NATURALE</b>					
<b>Codice ATECO 6</b>	<b>IPE Globale</b>	<b>IPE Elettrico</b>	<b>IPE Termico</b>	<b>IPE GN</b>	<b>Riferimento</b>
<b>06.10.00</b>	No	No	No	No	Allegato A pag. 17
<b>06.20.00</b>	Si	Si	Si	Si	

#### 5.1.4 Ateco 07: estrazione di minerali metalliferi

##### 5.1.4.1 Descrizione

La divisione 07 “*estrazione di minerali metalliferi*” include l’estrazione di combustibili minerali solidi attraverso le attività di estrazione in sotterraneo e a cielo aperto e include le operazioni necessarie per ottenere un prodotto commerciabile (per esempio, cernita, lavaggio, compressione ed altre fasi necessarie al trasporto eccetera). La divisione 07 si suddivide in 2 sottogruppi ATECO:

- 07.10.00: Estrazione di minerali metalliferi ferrosi
- 07.21.00: Estrazione di minerali di uranio e di torio
- 07.29.00: Estrazione di altri minerali metalliferi non ferrosi

##### 5.1.4.2 Criticità

Per questa divisione i dati a disposizione sono scarsi ed insufficienti a fornire un indice di prestazione energetica che possa rappresentare il settore, infatti non si è presentata nessuna diagnosi energetica riferita all’anno 2018 ai fini del D.Lgs. 102/2014.

##### 5.1.4.3 Risultati

Gli IPE calcolati per questa divisione Ateco sono riassunti nella tabella seguente e le relative specifiche sono riportati nella sezione dedicata dell’Allegato A.

**Tabella 6 –Ateco 07: sottogruppi analizzati per la determinazione degli IPE di I livello**

<b>ATECO 07: ESTRAZIONE DI MINERALI METALLIFERI</b>					
<b>Codice ATECO 6</b>	<b>IPE Globale</b>	<b>IPE Elettrico</b>	<b>IPE Termico</b>	<b>IPE GN</b>	<b>Riferimento</b>
<b>07.10.00</b>	No	No	No	No	Allegato A pag.26
<b>07.21.00</b>	No	No	No	No	
<b>07.29.00</b>	No	No	No	No	

#### 5.1.5 Ateco 08: altre attività di estrazione di minerali da cave e miniere

##### 5.1.5.1 Descrizione

La divisione 08 “*altre attività di estrazione di minerali da cave e miniere*” include non solo l'estrazione da cave e miniere, ma anche il dragaggio di depositi alluvionali, la frantumazione di rocce e l'utilizzo di paludi salmastre. I prodotti vengono utilizzati principalmente per le costruzioni (ad esempio: sabbie, pietre eccetera), la produzione di materiali (ad esempio: argilla, pietra da gesso, calcare eccetera), la produzione di prodotti chimici eccetera. Questa divisione non include la lavorazione dei minerali estratti (esclusa la frantumazione, la macinazione, il taglio, il lavaggio, l'essiccazione, la cernita e la miscelazione). La divisione 08 si suddivide in 7 sottogruppi ATECO:

- 08.11.00: Estrazione di pietre ornamentali e da costruzione, calcare, pietra da gesso, creta e ardesia
- 08.12.00: Estrazione di ghiaia, sabbia; estrazione di argille e caolino
- 08.91.00: Estrazione di minerali per l'industria chimica e per la produzione di fertilizzanti
- 08.92.00: Estrazione di torba
- 08.93.00: Estrazione di sale
- 08.99.01: Estrazione di asfalto e bitume naturale
- 08.99.09: Estrazione di pomice e di altri minerali nca

##### 5.1.5.2 Criticità

Per questa divisione le diagnosi energetiche presentate sono state 45: 33 per il gruppo 08.1 “Estrazione di pietra, sabbia e argilla” e 12 per quello 08.9 “Estrazione di minerali da cave e miniere nca”.

I sottosettori 08.11.00 e 08.12.00 includono 23 e 10 diagnosi energetiche rispettivamente. I consumi sono altamente dipendenti dei minerali estratti. Gli indici ottenuti sono poco affidabili dovuto alla alta variabilità (pietre ornamentali e da costruzione, calcare, pietra da gesso, creta e ardesia) e bassa quantità di elementi nel campione. La maggiore criticità all'ora di sviluppare IPE di riferimento è dovuta alla ampia varietà di materiali elaborati. I consumi dell'attività principali (estrazioni e frantumazione) sono direttamente proporzionali alle proprietà fisiche dei minerali. Il consumo di combustibile per autotrazione è molto importante in questo settore. Si è sviluppato un'analisi per materia prima specifica (marmi, calcare, e sabbia, ghiaia ed altri inerti) per consumi globali ed elettrici, con un campione limitato.

Per quanto riguarda il secondo gruppo (08.9), vista l'esiguità del numero di diagnosi energetiche legata ad una diversificazione dei processi produttivi, non è stato possibile determinare degli indici di prestazione energetica elettrica affidabili e rappresentativi.

##### 5.1.5.3 Risultati

Gli IPE calcolati per questa divisione Ateco sono riassunti nella tabella seguente e le relative specifiche sono riportati nella sezione dedicata dell'Allegato A.

**Tabella 7 –Ateco 08: sottogruppi analizzati per la determinazione degli IPE di I livello**

<b>ATECO 08 : ALTRE ATTIVITÀ DI ESTRAZIONE DI MINERALI DA CAVE E MINIERE</b>					
<b>Codice ATECO 6</b>	<b>IPE Globale</b>	<b>IPE Elettrico</b>	<b>IPE Termico</b>	<b>IPE GN</b>	<b>Riferimento</b>
<b>08.11.00</b>	Si	Si	No	No	Allegato A pag. 29
<b>08.12.00</b>	Si	Si	No	No	
<b>08.91.00</b>	No	No	No	No	
<b>08.92.00</b>	No	No	No	No	
<b>08.93.00</b>	No	No	No	No	
<b>08.99.01</b>	No	No	No	No	
<b>08.99.09</b>	No	No	No	No	

### 5.1.6 Ateco 10: lavorazione e conservazione di carne e produzione di prodotti a base di carne

#### 5.1.6.1 Descrizione

La divisione 10 “*industrie alimentari*” include la trasformazione di prodotti dell’agricoltura, della silvicoltura e della pesca in alimenti e bevande commestibili per l’uomo o per gli animali, nonché la produzione di vari prodotti intermedi da non considerare alla stregua dei prodotti alimentari (ad esempio, pellame proveniente dai macelli, pannelli provenienti dalla produzione di olio).

Questa divisione è organizzata per attività riguardanti diversi tipi di prodotti: carne, pesce, frutta e ortaggi, grassi ed oli, prodotti lattiero-caseari, granaglie, prodotti di panetteria e farinacei, altri prodotti alimentari e mangimi per animali. La produzione può essere effettuata per conto proprio o per conto terzi, come nel caso della macellazione su ordinazione.

La divisione 10 si suddivide in n 9 gruppi e 39 sottogruppi ATECO:

- 10.1 LAVORAZIONE E CONSERVAZIONE DI CARNE E PRODUZIONE DI PRODOTTI A BASE DI CARNE
  - o 10.11.00 Produzione di carne non di volatili e di prodotti della macellazione (attività dei mattatoi)
  - o 10.12.00 Produzione di carne di volatili e prodotti della loro macellazione (attività dei mattatoi)
  - o 10.13.00 Produzione di prodotti a base di carne (inclusa la carne di volatili)
- 10.2 LAVORAZIONE E CONSERVAZIONE DI PESCE, CROSTACEI E MOLLUSCHI
  - o 10.20.00 Lavorazione e conservazione di pesce, crostacei e molluschi mediante surgelamento, salatura eccetera
- 10.3 LAVORAZIONE E CONSERVAZIONE DI FRUTTA E ORTAGGI
  - o 10.31.00 Lavorazione e conservazione delle patate
  - o 10.32.00 Produzione di succhi di frutta e di ortaggi
  - o 10.39.00 Lavorazione e conservazione di frutta e di ortaggi (esclusi i succhi di frutta e di ortaggi)
- 10.4 PRODUZIONE DI OLI E GRASSI VEGETALI E ANIMALI
  - o 10.41.10 Produzione di olio di oliva da olive prevalentemente non di produzione propria
  - o 10.41.20 Produzione di olio raffinato o grezzo da semi oleosi o frutti oleosi prevalentemente non di produzione propria
  - o 10.41.30 Produzione di oli e grassi animali grezzi o raffinati
  - o 10.42.00 Produzione di margarina e di grassi commestibili simili
- 10.5 INDUSTRIA LATTIERO-CASEARIA



- 10.51.10 Trattamento igienico del latte
- 10.51.20 Produzione dei derivati del latte
- 10.52.00 Produzione di gelati senza vendita diretta al pubblico
- 10.6 LAVORAZIONE DELLE GRANAGLIE, PRODUZIONE DI AMIDI E DI PRODOTTI AMIDACEI
  - 10.61.10 Molitura del frumento
  - 10.61.20 Molitura di altri cereali
  - 10.61.30 Lavorazione del riso
  - 10.61.40 Altre lavorazioni di semi e granaglie
  - 10.62.00 Produzione di amidi e di prodotti amidacei (inclusa produzione di olio di mais)
- 10.7 PRODUZIONE DI PRODOTTI DA FORNO E FARINACEI
  - 10.71.10 Produzione di prodotti di panetteria freschi
  - 10.71.20 Produzione di pasticceria fresca
  - 10.72.00 Produzione di fette biscottate, biscotti; prodotti di pasticceria conservati
  - 10.73.00 Produzione di paste alimentari, di cuscus e di prodotti farinacei simili
- 10.8 PRODUZIONE DI ALTRI PRODOTTI ALIMENTARI
  - 10.81.00 Produzione di zucchero
  - 10.82.00 Produzione di cacao in polvere, cioccolato, caramelle e confetterie
  - 10.83.01 Lavorazione del caffè
  - 10.83.02 Lavorazione del tè e di altri preparati per infusi
  - 10.84.00 Produzione di condimenti e spezie
  - 10.85.01 Produzione di piatti pronti a base di carne e pollame
  - 10.85.02 Produzione di piatti pronti a base di pesce, inclusi fish and chips
  - 10.85.03 Produzione di piatti pronti a base di ortaggi
  - 10.85.04 Produzione di pizza confezionata
  - 10.85.05 Produzione di piatti pronti a base di pasta
  - 10.85.09 Produzione di pasti e piatti pronti di altri prodotti alimentari
  - 10.86.00 Produzione di preparati omogeneizzati e di alimenti dietetici
  - 10.89.01 Produzione di estratti e succhi di carne
  - 10.89.09 Produzione di altri prodotti alimentari n.c.a.
- 10.9 PRODUZIONE DI PRODOTTI PER L'ALIMENTAZIONE DEGLI ANIMALI
  - 10.91.00 Produzione di mangimi per l'alimentazione degli animali da allevamento
  - 10.92.00 Produzione di prodotti per l'alimentazione degli animali da compagnia

Alcune attività sono considerate manifatturiere (panetterie che vendono i propri prodotti) anche se l'unità che le espleta vende al dettaglio in un proprio negozio. Tuttavia, nel caso in cui la lavorazione sia minima e non conduca ad una reale trasformazione, l'unità viene classificata nella sezione Commercio all'ingrosso e al dettaglio (sezione G). La preparazione di alimenti per il consumo immediato sul posto è classificata nella divisione 56 (Attività di ristorazione). Il trattamento di scarti della macellazione per la produzione di alimenti per animali è classificato nel gruppo 10.9 relativo ai prodotti per l'alimentazione degli animali, mentre la trasformazione di cascami di alimenti e bevande in materie prime secondarie è classificata nel gruppo 38.3 (Recupero dei materiali) e lo smaltimento di cascami di alimenti e bevande è inserito nella classe 38.21 (Trattamento e smaltimento di rifiuti non pericolosi).

### 5.1.6.2 Criticità

La divisione 10 presenta un elevato numero di sottocategorie le quali, in molti casi, presentano processi e prodotti molto differenti tra loro (persino tra siti produttivi della stessa sottocategoria). L'eterogeneità è stata, il più delle volte, compensata dalla notevole numerosità delle imprese, in qualche caso è stato necessario addentrarsi nella specificità dell'attività o nello specifico parziale della produzione, altre volte non è stato possibile ottenere alcuna popolazione valida per le finalità considerate, e ancora in altre non v'era esistenza diagnosi nel sottogruppo considerato.

In definitiva, delle 731 diagnosi energetiche pervenute quelle realmente utilizzabili, al netto della parte avente le criticità riscontrate e non sanabili (elementi duplicati, dato produzione/consumi non riportato, unità di misura multiple, record outlier, esiguità e/o disomogeneità della popolazione, coesistenza di siti con autoproduzione) sono state in numero inferiore, indicato per sottogruppi nell'Allegato A.

### 5.1.6.3 Risultati

Gli IPE calcolati per questa divisione Ateco sono riassunti nella tabella seguente e le relative specifiche sono riportati nella sezione dedicata dell'Allegato A.

**Tabella 8 –Ateco 10: sottogruppi analizzati per la determinazione degli IPE di I livello**

<b>ATECO 10: INDUSTRIE ALIMENTARI</b>					
<b>Codice ATECO 6</b>	<b>IPE Globale</b>	<b>IPE Elettrico</b>	<b>IPE Termico</b>	<b>IPE GN</b>	<b>Riferimento</b>
<b>10.11.00</b>	Si	Si	Si	Si	Allegato A pag.53
<b>10.12.00</b>	Si	Si	Si	Si	
<b>10.13.00</b>	Si	Si	Si	Si	
<b>10.20.00</b>	No	No	No	No	
<b>10.31.00</b>	Si	Si	No	No	
<b>10.32.00</b>	Si	Si	Si	Si	
<b>10.39.00</b>	No	Si	No	Si	
<b>10.41.10</b>	No	No	No	No	
<b>10.41.20</b>	No	No	No	Si	
<b>10.41.30</b>	Si	Si	Si	Si	
<b>10.42.00</b>	No	No	No	No	
<b>10.51.10</b>	Si	Si	Si	Si	
<b>10.51.20</b>	Si	Si	Si	Si	
<b>10.52.00</b>	Si	Si	No	Si	
<b>10.61.10</b>	Si	Si	Si	Si	
<b>10.61.20</b>	Si	Si	No	No	
<b>10.61.30</b>	Si	Si	Si	No	
<b>10.61.40</b>	Si	Si	Si	Si	
<b>10.62.00</b>	No	No	No	No	
<b>10.71.10</b>	Si	Si	Si	Si	
<b>10.71.20</b>	No	No	No	No	
<b>10.72.00</b>	Si	Si	Si	Si	
<b>10.73.00</b>	Si	Si	Si	Si	

<b>10.81.00</b>	No	No	No	No
<b>10.82.00</b>	Si	Si	Si	Si
<b>10.83.01</b>	Si	No	No	No
<b>10.83.02</b>	No	No	No	No
<b>10.84.00</b>	No	No	No	No
<b>10.85.01</b>	No	No	No	No
<b>10.85.02</b>	No	No	No	No
<b>10.85.03</b>	No	No	No	No
<b>10.85.04</b>	No	No	No	No
<b>10.85.05</b>	No	No	No	No
<b>10.85.09</b>	Si	Si	No	No
<b>10.86.00</b>	No	No	No	No
<b>10.89.01</b>	No	No	No	No
<b>10.89.09</b>	Si	Si	Si	Si
<b>10.91.00</b>	Si	Si	Si	Si
<b>10.92.00</b>	Si	Si	Si	Si

## 5.1.7 Ateco 11: industria delle bevande

### 5.1.7.1 Descrizione

La divisione 11 “industria delle bevande” include la produzione di bevande alcoliche distillate, di bevande alcoliche ottenute tramite fermentazione, di birra e vino, di bevande analcoliche e acqua minerale. Dalla divisione sono escluse la produzione di succhi di frutta e di ortaggi, di bevande a base di latte, e di prodotti a base di caffè, tè e matè. La divisione 11 si suddivide in 7 sottogruppi ATECO:

- 11.01.00: Distillazione, rettifica e miscelatura degli alcolici
- 11.02.10: Produzione di vini da tavola e vini di qualità prodotti in regioni determinate
- 11.02.20: Produzione di vino spumante e altri vini speciali
- 11.04.00: Produzione di altre bevande fermentate non distillate
- 11.05.00: Produzione di birra
- 11.06.00: Produzione di malto
- 11.07.00: Industria delle bibite analcoliche, delle acque minerali e di altre acque in bottiglia

### 5.1.7.2 Criticità

Per questa divisione le diagnosi energetiche presentate sono state 105. Il settore più rappresentato è il 11.07.00 con 61 diagnosi energetiche. Questo settore è dominato per processi di imbottigliamento di acqua minerale. I consumi sono fondamentalmente omogenei con un alto consumo elettrico. Il sottosettore 11.01.00 (9 diagnosi) presenta diversi prodotti basato nella distillazione e miscelatura di alcolici, quindi le tecnologie (termiche ed elettriche) sono omogenee ma i prodotti molto diversi. Per tanto gli IPE ottenuti presentano una alta variabilità. Il sotto settore 11.02.10 include 23 diagnosi di cantine per la produzione di vino. Il processo da un punto di vista energetico si può considerare standardizzabili usando 18 diagnosi come riferimento. Il settore 11.05.00 per la produzione di birra presenta un alto grado di standardizzazione industriale, nonostante un numero limitato di diagnosi (7). Per i settori 11.02.20, 11.04.00, 11.06.00, vista

l'esiguità del numero di diagnosi energetiche legata ad una diversificazione dei processi produttivi, non è stato possibile determinare degli indici di prestazione energetica elettrica affidabili e rappresentativi.

#### 5.1.7.3 Risultati

Gli IPE calcolati per questa divisione Ateco sono riassunti nella tabella seguente e le relative specifiche sono riportati nella sezione dedicata dell'Allegato A.

**Tabella 9 –Ateco 11: sottogruppi analizzati per la determinazione degli IPE di I livello**

<b>ATECO 11 : INDUSTRIA DELLE BEVANDE</b>					
<b>Codice ATECO 11</b>	<b>IPE Globale</b>	<b>IPE Elettrico</b>	<b>IPE Termico</b>	<b>IPE GN</b>	<b>Riferimento</b>
<b>11.01.00</b>	Si	Si	Si	No	Allegato A pag. 371
<b>11.02.10</b>	Si	Si	Si	Si	
<b>11.02.20</b>	No	No	No	No	
<b>11.04.00</b>	No	No	No	No	
<b>11.05.00</b>	Si	Si	Si	No	
<b>11.06.00</b>	No	No	No	No	
<b>11.07.00</b>	Si	Si	No	Si	

#### 5.1.8 Ateco 12: industria del tabacco

##### 5.1.8.1 Descrizione

Questa divisione include la trasformazione di un prodotto agricolo, il tabacco, in una forma adatta al consumo finale.

La divisione 12 presenta un solo sottogruppo ATECO:

- 12.00.00 Industria del tabacco

##### 5.1.8.2 Criticità

Il campione è risultato essere limitato a solo 4 aziende le quali presentano tipologie di produzione fortemente eterogenee ed in alcuni casi al limite della competenza del presente sottogruppo. Pertanto non è stato possibile individuare indici di prestazione energetica caratteristici

##### 5.1.8.3 Risultati

Gli IPE calcolati per questa divisione Ateco sono riassunti nella tabella seguente e le relative specifiche sono riportati nella sezione dedicata dell'Allegato A.

**Tabella 10 –Ateco 12: sottogruppi analizzati per la determinazione degli IPE di I livello**

<b>ATECO 12: INDUSTRIA DEL TABACCO</b>					
<b>Codice ATECO 6</b>	<b>IPE Globale</b>	<b>IPE Elettrico</b>	<b>IPE Termico</b>	<b>IPE GN</b>	<b>Riferimento</b>
<b>12.00.00</b>	Noi	No	No	No	Allegato A pag.406

## 5.1.9 Ateco 16: fabbricazione di prodotti in legno, sughero, paglia e materiali da intreccio

### 5.1.9.1 Descrizione

La divisione 16 “FABBRICAZIONE DI PRODOTTI IN LEGNO, SUGHERO, PAGLIA E MATERIALI DA INTRECCIO” include la fabbricazione di prodotti in legno, quali legname da costruzione, compensato, fogli da impiallacciatura, contenitori in legno, pavimenti in legno, capriate in legno ed edifici prefabbricati in legno. Le operazioni di produzione comprendono il taglio, la piallatura, la sagomatura, la laminatura, l'assemblaggio di prodotti in legno a partire da tronchi tagliati in travi o da legname da costruzione che può essere ulteriormente tagliato o sagomato da torni o altri utensili. Il legname da costruzione o gli altri elementi in legno trasformati possono essere ulteriormente piallati o levigati e montati in prodotti finiti come i contenitori in legno. Ad eccezione delle segherie la divisione è organizzata principalmente in base ai prodotti specifici fabbricati. Nella divisione non è inclusa la fabbricazione di mobili (31.0), né la posa in opera di articoli in legno e simili. La divisione 16 si suddivide in 12 sottogruppi ATECO:

- 16.10.00: Taglio e piallatura del legno
- 16.21.00: Fabbricazione di fogli da impiallacciatura e di pannelli a base di legno
- 16.22.00: Fabbricazione di pavimenti in parquet assemblato
- 16.23.10: Fabbricazione di porte e finestre in legno (escluse porte blindate)
- 16.23.20: Fabbricazione di altri elementi in legno e di falegnameria per l'edilizia
- 16.24.00: Fabbricazione di imballaggi in legno
- 16.29.11: Fabbricazione di parti in legno per calzature
- 16.29.12: Fabbricazione di manici di ombrelli, bastoni e simili
- 16.29.19: Fabbricazione di altri prodotti vari in legno (esclusi i mobili)
- 16.29.20: Fabbricazione dei prodotti della lavorazione del sughero
- 16.29.30: Fabbricazione di articoli in paglia e materiali da intreccio
- 16.29.40: Laboratori di cornici

### 5.1.9.2 Criticità

Per questa divisione le diagnosi energetiche presentate sono state 66 da 58 aziende: più rappresentati i settori 16.10.00, 16.21.00, 16.29.19 ognuno con oltre 10 diagnosi. Per diversi settori non sono pervenute diagnosi. Il modello di regressione ha consentito la determinazione affidabile degli indici per 3 settori, negli altri casi, per l'esiguità delle diagnosi a disposizione, è stato necessario limitare l'indagine al valore medio ed alla deviazione standard.

Le valutazioni sull'uso del gas naturale non hanno portato a risultati affidabili, in considerazione del ricorso da parte delle imprese a sistemi di generazione di calore a biomassa, basati sugli scarti di lavorazione, spesso in assetto cogenerativo.

### 5.1.9.3 Risultati

Gli IPE calcolati per questa divisione Ateco sono riassunti nella tabella seguente e le relative specifiche sono riportati nella sezione dedicata dell'Allegato A.

**Tabella 11 – Sottogruppi Ateco 16 analizzati ai fini della determinazione degli Indici di Prestazione Energetica di primo livello**

<b>ATECO 16 : FABBRICAZIONE DI PRODOTTI IN LEGNO, SUGHERO, PAGLIA E MATERIALI DA INTRECCIO</b>					
<b>Codice ATECO 16</b>	<b>IPE Globale</b>	<b>IPE Elettrico</b>	<b>IPE Termico</b>	<b>IPE GN</b>	<b>Riferimento</b>
<b>16.10.00</b>	Si	Si	No	No	Allegato A pag.407
<b>16.21.00</b>	Si	Si	Si	Si	
<b>16.22.00</b>	No	No	No	No	
<b>16.23.10</b>	No	No	No	No	
<b>16.23.20</b>	No	No	No	No	
<b>16.24.00</b>	No	No	No	No	
<b>16.29.11</b>	No	No	No	No	
<b>16.29.12</b>	No	No	No	No	
<b>16.29.19</b>	Si	Si	No	No	
<b>16.29.20</b>	No	No	No	No	
<b>16.29.30</b>	No	No	No	No	
<b>16.29.40</b>	No	No	No	No	

#### 5.1.10 Ateco 17: fabbricazione di carta e di prodotti di carta

##### 5.1.10.1 Descrizione

Questa divisione include le attività relative alla fabbricazione di pasta-carta, carta di varie tipologie e di articoli in carta e cartone.

La divisione 17 si suddivide in 8 sottogruppi ATECO:

- 17.11.00 Fabbricazione di pasta-carta, carta e cartone
- 17.12.00 Fabbricazione di carta e cartone
- 17.21.00 Fabbricazione di carta e cartone ondulato e di imballaggi in carta e cartone
- 17.22.00 Fabbricazione di prodotti igienico-sanitari e per uso domestico in carta e ovatta di cellulosa
- 17.23.01 Fabbricazione di prodotti cartotecnici scolastici e commerciali quando l'attività di stampa non è la principale caratteristica
- 17.23.09 Fabbricazione di altri prodotti cartotecnici
- 17.24.00 Fabbricazione di carta da parati
- 17.29.00 Fabbricazione di altri articoli di carta e cartone

##### 5.1.10.2 Criticità

I siti del sottogruppo 17 riguardano la fabbricazione di pasta-carta, carta di varie tipologie e di articoli in carta e cartone. I siti dei diversi sottogruppi dell'Ateo 17 sono a volte caratterizzati da produzioni diverse, per cui sono stati suddivisi, quando il numero di diagnosi presentate lo consentiva, in diversi macrogruppi per cui poi sono stati elaborati gli IPE. A volte nei Sottogruppi Ateco il numero esiguo di diagnosi, o l'assenza delle stesse, non ha reso possibile l'elaborazione degli IPE.

### 5.1.10.3 Risultati

Gli IPE calcolati per questa divisione Ateco sono riassunti nella tabella seguente e le relative specifiche sono riportati nella sezione dedicata dell'Allegato A.

**Tabella 12 –Ateco 17: sottogruppi analizzati per la determinazione degli IPE di I livello**

<b>ATECO 17: Fabbricazione di carta e prodotti di carta</b>					
<b>Codice ATECO 6</b>	<b>IPE Globale</b>	<b>IPE Elettrico</b>	<b>IPE Termico</b>	<b>IPE GN</b>	<b>Riferimento</b>
<b>17.11.00</b>	No	No	No	No	Allegato A pag.437
<b>17.12.00</b>	Si	Si	Si	No*	
<b>17.21.00</b>	Si	Si	Si	No**	
<b>17.22.00</b>	No	No	No	No	
<b>17.23.01</b>	No	No	No	No	
<b>17.23.09</b>	No	No	No	No	
<b>17.24.00</b>	No	No	No	No	
<b>17.29.00</b>	No	No	No	No	

\*Il vettore gas naturale viene utilizzato sia nelle caldaie tradizionali per produrre l'energia termica necessaria al processo (vapore e acqua calda), sia nel cogeneratore (quasi sempre presente in tali tipologie di siti) per produrre energia elettrica e termica per il processo. Quindi è più corretto riferirsi al consumo Elettrico, al consumo Termico e al consumo Totale.

\*\* In caso di presenza di cogenerazione vale quanto al punto precedente. Per le classi di prodotti senza impianto di cogenerazione il consumo di gas naturale coincide con il consumo termico, inane quanto non ci sono altri consumi termici oltre GPL e Gasolio, comunque esclusi dal termico.

### 5.1.11 Ateco 18: stampa e riproduzione di supporti registrati

#### 5.1.11.1 Descrizione

Questa divisione include le attività relative alla stampa e ai servizi ad essa connessi e alla riproduzione di supporti registrati.

La divisione 18 si suddivide in 5 sottogruppi ATECO:

- 18.11.00 Stampa di giornali
- 18.12.00 Altra stampa
- 18.13.00 Lavorazioni preliminari alla stampa
- 18.14.00 Legatoria e servizi connessi
- 18.20.00 Riproduzione di supporti registrati

#### 5.1.11.2 Criticità

I siti del sottogruppo 18 riguardano la attività relative alla stampa e ai servizi ad essa connessi e alla riproduzione di supporti registrati. I siti dei diversi sottogruppi dell'Ateo 18 sono a volte caratterizzati da produzioni diverse, per cui sono stati suddivisi, quando il numero di diagnosi presentate lo consentiva, in

diversi macrogruppi per cui poi sono stati elaborati gli IPE. Spesso nei Sottogruppi Ateco il numero esiguo di diagnosi o l'assenza delle stesse non ha reso possibile l'elaborazione degli IPE.

#### 5.1.11.3 Risultati

Gli IPE calcolati per questa divisione Ateco sono riassunti nella tabella seguente e le relative specifiche sono riportati nella sezione dedicata dell'Allegato A.

**Tabella 13 –Ateco 18: sottogruppi analizzati per la determinazione degli IPE di I livello**

<b>ATECO 18: Stampa e riproduzione di supporti registrati</b>					
<b>Codice ATECO 6</b>	<b>IPE Globale</b>	<b>IPE Elettrico</b>	<b>IPE Termico</b>	<b>IPE GN</b>	<b>Riferimento</b>
<b>18.11.00</b>	Si	Si	No	No*	Allegato A pag.491
<b>18.12.00</b>	Si	Si	Si	No**	
<b>18.13.00</b>	No	No	No	No	
<b>18.14.00</b>	No	No	No	No	
<b>18.20.00</b>	No	No	No	No	

\*Il vettore gas naturale viene utilizzato solo da alcuni dei siti oggetto dell'elaborazione.

\*\*Il vettore gas naturale viene utilizzato sia nelle caldaie tradizionali per produrre l'energia termica necessaria al processo (vapore e acqua calda), sia nel cogeneratore (presente in alcuni dei siti considerati nel campione) per produrre energia elettrica e termica per il processo. Quindi, per tali siti, è più corretto riferirsi al consumo Elettrico, al consumo Termico e al consumo Totale.

#### 5.1.12 Ateco 19: fabbricazione di coke e prodotti derivanti dalla raffinazione del petrolio

##### 5.1.12.1 Descrizione

La divisione 19 "fabbricazione di coke e prodotti derivanti dalla raffinazione del petrolio" include la trasformazione del petrolio greggio e del carbone fossile in prodotti utilizzabili. Il processo principale è rappresentato dalla raffinazione del petrolio che comporta la separazione del greggio nei suoi componenti per mezzo di tecniche quali la piroschissione e la distillazione. Questa divisione include inoltre la fabbricazione per conto proprio di prodotti caratteristici (ad esempio: coke, butano, propano, benzina, cherosene, olio combustibile eccetera) e di servizi di trasformazione (ad esempio la raffinazione su richiesta del cliente). Questa divisione include la fabbricazione di gas come etano, propano e butano come prodotti delle raffinerie di petrolio. Non è inclusa la fabbricazione di tali gas nelle industrie chimiche, la fabbricazione di gas industriali, l'estrazione di gas naturale, e la fabbricazione di gas combustibile non petrolifero. Le unità che fabbricano prodotti petrolchimici a partire dal petrolio raffinato sono classificate nella divisione 20. La divisione 19 si suddivide in 7 sottogruppi ATECO:

- 19.10.01: Fabbricazione di pece e coke di pece
- 19.10.09: Fabbricazione di altri prodotti di cokeria
- 19.20.10: Raffinerie di petrolio
- 19.20.20: Preparazione o miscelazione di derivati del petrolio (esclusa la petrolchimica)
- 19.20.30: Miscelazione di gas petroliferi liquefatti (GPL) e loro imbottigliamento
- 19.20.40: Fabbricazione di emulsioni di bitume, di catrame e di leganti per uso stradale



- 19.20.90: Fabbricazione di altri prodotti petroliferi raffinati

#### 5.1.12.2 Criticità

Per questa divisione le diagnosi energetiche presentate sono state 47. Il settore più rappresentato in termini di consumi e numero di diagnosi è il 19.20.10 con 27 diagnosi energetiche di raffinerie di petrolio e depositi (e più di 7 Mtep). L'insieme è costituito da 27 diagnosi di cui: 11 sono raffinerie tradizionali, 1 è una bioraffineria, 9 sono depositi di carburanti con attività di stoccaggio e movimentazione a mezzo autobotti di olio combustibile ed altri prodotti petroliferi, e 6 sono sedi legali ed uffici. Quindi è stato possibile analizzare e sviluppare IPEs per due categorie: raffinerie e depositi. Le unità di produzione di riferimento, dovuto alla eterogeneità di prodotti, sono il grezzo raffinato o l'insieme di prodotti aggregati per i depositi. Le raffinerie presentano processi di raffinazioni molto complessi, con una alta variabilità di consumi in funzione delle materie prime e della distribuzione di prodotti finali. Inoltre, l'autoconsumo termico raffinerie è molto alto mediante l'uso del fuel gas ottenuto durante la raffinazione. Nei depositi i consumi sono predominantemente elettrici, ed uso di gas naturale unicamente in sistemi ausiliari e generali. Il settore 19.20.20 presenta un'alta eterogeneità. Si osservano due processi di produzioni di lubrificanti in funzione della materia prima di partenza: a) siti da oli rigenerati e purificati, un processo molto complesso con diverse tappe di processi termochimici ed un consumo elettrico alto; e b) siti da oli semilavorati su cui si procede a processi di miscelamento e additivazione con consumi molto più bassi. Non è stato possibile ottenere IPEs affidabili. Nel caso del settore 19.20.30 nonostante il numero limitato di diagnosi (10) è stato possibile ottenere degli indicatori elettrici e globali (importante autoconsumo interno per autotrazione). Importante economia di scala per alte produzioni ed alta variabilità a piccola scala dovuto alla variabilità di depositi finali di travaso (da cisterne a bombole). Finalmente, per i settori 19.10.01, 19.10.09, 19.20.40 e 19.20.90, vista l'esiguità del numero di diagnosi energetiche, non è stato possibile determinare degli indici di prestazione energetica elettrica affidabili e rappresentativi.

#### 5.1.12.3 Risultati

Gli IPE calcolati per questa divisione Ateco sono riassunti nella tabella seguente e le relative specifiche sono riportati nella sezione dedicata dell'Allegato A.

**Tabella 14 –Ateco 19: sottogruppi analizzati per la determinazione degli IPE di I livello**

<b>ATECO 19 : FABBRICAZIONE DI COKE E PRODOTTI DERIVANTI DALLA RAFFINAZIONE DEL PETROLIO</b>					
<b>Codice ATECO 19</b>	<b>IPE Globale</b>	<b>IPE Elettrico</b>	<b>IPE Termico</b>	<b>IPE GN</b>	<b>Riferimento</b>
<b>19.10.01</b>	No	No	No	No	Allegato A pag.508
<b>19.10.09</b>	No	No	No	No	
<b>19.20.10</b>	Si	Si	Si	No	
<b>19.20.20</b>	No	No	No	No	
<b>19.20.30</b>	Si	Si	No	No	
<b>19.20.40</b>	No	No	No	No	
<b>19.20.90</b>	No	No	No	No	

### 5.1.13 Ateco 20: fabbricazione di prodotti chimici

#### 5.1.13.1 Descrizione

Questa divisione include la trasformazione di materiale organico ed inorganico grezzo tramite processi chimici e la formazione di prodotti specifici. Si distingue la produzione di elementi chimici di base, che costituiscono il gruppo industriale primario (20.1), dalla produzione di prodotti intermedi e finali ottenuti tramite un'ulteriore lavorazione degli elementi chimici di base (20.2, 20.3, 20.4, 20.5, 20.6).

La divisione 20 si suddivide in 27 sottogruppi ATECO:

- 27.11.00 Fabbricazione di motori, generatori e trasformatori elettrici
- 27.12.00 Fabbricazione di apparecchiature per le reti di distribuzione e il controllo dell'elettricità
- 20.11.00 Fabbricazione di gas industriali
- 20.12.00 Fabbricazione di coloranti e pigmenti
- 20.13.01 Fabbricazione di uranio e torio arricchito
- 20.13.09 Fabbricazione di altri prodotti chimici di base inorganici
- 20.14.01 Fabbricazione di alcol etilico da materiali fermentati
- 20.14.09 Fabbricazione di altri prodotti chimici di base organici nca
- 20.15.00 Fabbricazione di fertilizzanti e composti azotati (esclusa la fabbricazione di compost)
- 20.16.00 Fabbricazione di materie plastiche in forme primarie
- 20.17.00 Fabbricazione di gomma sintetica in forme primarie
- 20.20.00 Fabbricazione di agrofarmaci e di altri prodotti chimici per l'agricoltura (esclusi i concimi)
- 20.30.00 Fabbricazione di pitture, vernici e smalti, inchiostri da stampa e adesivi sintetici (mastici)
- 20.41.10 Fabbricazione di saponi, detersivi e di agenti organici tensioattivi (esclusi i prodotti per toilette)
- 20.41.20 Fabbricazione di specialità chimiche per uso domestico e per manutenzione
- 20.42.00 Fabbricazione di prodotti per toilette: profumi, cosmetici, saponi e simili
- 20.51.01 Fabbricazione di fiammiferi
- 20.51.02 Fabbricazione di articoli esplosivi
- 20.52.00 Fabbricazione di colle
- 20.53.00 Fabbricazione di oli essenziali
- 20.59.10 Fabbricazione di prodotti chimici per uso fotografico
- 20.59.20 Fabbricazione di prodotti chimici organici ottenuti da prodotti di base derivati da processi di fermentazione o da materie prime vegetali
- 20.59.30 Trattamento chimico degli acidi grassi
- 20.59.40 Fabbricazione di prodotti chimici vari per uso industriale (inclusi i preparati antidetonanti e antigelo)
- 20.59.50 Fabbricazione di prodotti chimici impiegati per ufficio e per il consumo non industriale
- 20.59.60 Fabbricazione di prodotti ausiliari per le industrie tessili e del cuoio
- 20.59.70 Fabbricazione di prodotti elettrochimici (esclusa produzione di cloro, soda e potassa) ed elettrotermici
- 20.59.90 Fabbricazione di altri prodotti chimici nca
- 20.60.00 Fabbricazione di fibre sintetiche e artificiali

### 5.1.13.2 Criticità

La divisione 20 si caratterizza per avere un elevato numero di siti (più di 400). Alcuni sottogruppi includono molti siti, tanto da poter essere suddivisi ulteriormente, laddove sia possibile aggregare siti che presentano prodotti o processi simili. È frequente infatti trovare insieme di siti che, nello stesso sottogruppo, producono una certa tipologia di beni e non altri, avendo dunque lo stesso processo produttivo.

Altra peculiarità sono i sottogruppi in cui i siti di appartenenza producono una grande varietà di prodotti, spesso da linee produttive differenti. In questo caso i siti sono stati analizzati come un unico insieme. È stata tenuta comunque in considerazione l'eventuale presenza di processi particolarmente energivori, il cui impiego influisce molto nei consumi. Sono comunque presenti sottogruppi che hanno un numero ridotto di siti e non è possibile eseguire su di essi l'analisi dell'IPE.

La tabella seguente mostra per quali sottogruppi è stato possibile individuare l'IPE.

### 5.1.13.3 Risultati

Gli IPE calcolati per questa divisione Ateco sono riassunti nella tabella seguente e le relative specifiche sono riportati nella sezione dedicata dell'Allegato A.

**Tabella 15 –Ateco 20: sottogruppi analizzati per la determinazione degli IPE di primo livello**

<b>ATECO 20: FABBRICAZIONE DI PRODOTTI CHIMICI</b>					
<b>Codice ATECO 6</b>	<b>IPE Globale</b>	<b>IPE Elettrico</b>	<b>IPE Termico</b>	<b>IPE GN</b>	<b>Riferimento</b>
<b>20.11.00</b>	Si	Si	Si	Si	Allegato A pag. 536
<b>20.12.00</b>	No	No	No	No	
<b>20.13.01</b>	No	No	No	No	
<b>20.13.09</b>	Si	Si	Si	Si	
<b>20.14.01</b>	No	No	No	No	
<b>20.14.09</b>	Si	Si	Si	Si	
<b>20.15.00</b>	Si	Si	Si	Si	
<b>20.16.00</b>	Si	Si	Si	Si	
<b>20.17.00</b>	No	No	No	No	
<b>20.20.00</b>	Si	Si	No	No	
<b>20.30.00</b>	Si	Si	Si	Si	
<b>20.41.10</b>	Si	Si	Si	Si	
<b>20.41.20</b>	No	No	No	No	
<b>20.42.00</b>	Si	Si	Si	Si	
<b>20.51.01</b>	No	No	No	No	
<b>20.51.02</b>	No	No	No	No	
<b>20.52.00</b>	No	No	No	No	
<b>20.53.00</b>	No	No	No	No	
<b>20.59.10</b>	No	No	No	No	
<b>20.59.20</b>	No	No	No	No	
<b>20.59.30</b>	No	No	No	No	
<b>20.59.40</b>	Si	Si	Si	Si	

<b>20.59.50</b>	No	No	No	No	
<b>20.59.60</b>	No	No	No	No	
<b>20.59.70</b>	No	No	No	No	
<b>20.59.90</b>	No	No	No	No	
<b>20.60.00</b>	Si	Si	Si	Si	

#### 5.1.14 Ateco 21: fabbricazione di prodotti farmaceutici di base e di preparati farmaceutici

##### 5.1.14.1 Descrizione

Questa divisione include la fabbricazione di prodotti e preparati farmaceutici di base. È inclusa anche la fabbricazione di prodotti chimici e botanici per usi medicinali. Le imprese si dividono principalmente in due tipologie: quelle che operano la realizzazione del principio attivo tramite reazioni chimiche e quelle che realizzano il farmaco nella sua forma finale, mescolando principi attivi ed eccipienti. Le prime sono incluse nel sottogruppo 21.10.00, mentre le seconde nel sottogruppo 21.20.09.

La divisione 21 si suddivide in 3 sottogruppi ATECO:

- 21.10.00 Fabbricazione di prodotti farmaceutici di base
- 21.20.01 Fabbricazione di sostanze diagnostiche radioattive in vivo
- 21.20.09 Fabbricazione di medicinali ed altri preparati farmaceutici

##### 5.1.14.2 Criticità

I siti del sottogruppo 21.10.00 sono siti dove avvengono reazioni chimiche generiche, normalmente di chimica organica. I processi sono standard e omogenei tra loro. I siti del sottogruppo 21.20.09 invece, per via della grande varietà dei prodotti (solidi, liquidi, ecc), richiedono processi diversi e difficilmente assimilabili tra loro. Tale varietà si riflette nella difficoltà di assimilare tra loro i prodotti, che, infatti, sono riportati in pezzi e non in unità di massa. Questo rende più difficile a ricerca di un IPE basato sulla produzione.

È da aggiungere che i processi di entrambi i sottogruppi sono guidati dalla grande richiesta di energia termica calda e fredda, per via dei requisiti stringenti ai quali i processi stessi devono sottostare. Questo rende evidente che la produzione non è l'unico fattore di aggiustamento rispetto cui cercare l'IPE.

Non sono state inviate diagnosi nel sottogruppo 21.20.01.

##### 5.1.14.3 Risultati

Gli IPE calcolati per questa divisione Ateco sono riassunti nella tabella seguente e le relative specifiche sono riportati nella sezione dedicata dell'Allegato A.

**Tabella 16 –Ateco 21: Sottogruppi analizzati per la determinazione degli IPE di I livello**

<b>ATECO 21: FABBRICAZIONE DI PRODOTTI FARMACEUTICI DI BASE E DI PREPARATI FARMACEUTICI</b>					
<b>Codice ATECO 6</b>	<b>IPE Globale</b>	<b>IPE Elettrico</b>	<b>IPE Termico</b>	<b>IPE GN</b>	<b>Riferimento</b>
<b>21.10.00</b>	Si	Si	Si	Si	Allegato A pag.677
<b>21.20.01</b>	No	No	No	No	
<b>21.20.09</b>	Si	Si	Si	Si	

#### 5.1.15 Ateco 23: fabbricazione di altri prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi

#### 5.1.15.1 Descrizione

Questa divisione include le attività relative alla lavorazione di sostanze singole di origine minerale. La divisione include la fabbricazione di vetro e di prodotti in vetro (ad esempio: vetro piano, vetro cavo, fibre di vetro, vetro per usi tecnici eccetera), prodotti in ceramica, mattonelle e prodotti in terracotta, cemento e gesso, dai materiali grezzi fino agli articoli finiti. La fabbricazione di pietra lavorata e finita e di altri prodotti minerali è inclusa in questa divisione.

La divisione 23 si suddivide in n sottogruppi ATECO:

- 23.11.00 Fabbricazione di vetro piano
- 23.12.00 Lavorazione e trasformazione del vetro piano
- 23.13.00 Fabbricazione di vetro cavo
- 23.14.00 Fabbricazione di fibre di vetro
- 23.19.10 Fabbricazione di vetrerie per laboratori, per uso igienico, per farmacia
- 23.19.20 Lavorazione di vetro a mano e a soffio artistico
- 23.19.90 Fabbricazione di altri prodotti in vetro (inclusa la vetreria tecnica)
- 23.20.00 Fabbricazione di prodotti refrattari
- 23.31.00 Fabbricazione di piastrelle in ceramica per pavimenti e rivestimenti
- 23.32.00 Fabbricazione di mattoni, tegole ed altri prodotti per l'edilizia in terracotta
- 23.41.00 Fabbricazione di prodotti in ceramica per usi domestici e ornamentali
- 23.42.00 Fabbricazione di articoli sanitari in ceramica
- 23.43.00 Fabbricazione di isolatori e di pezzi isolanti in ceramica
- 23.44.00 Fabbricazione di altri prodotti in ceramica per uso tecnico e industriale
- 23.49.00 Fabbricazione di altri prodotti in ceramica
- 23.51.00 Produzione di cemento
- 23.52.10 Produzione di calce
- 23.52.20 Produzione di gesso
- 23.61.00 Fabbricazione di prodotti in calcestruzzo per l'edilizia
- 23.62.00 Fabbricazione di prodotti in gesso per l'edilizia
- 23.63.00 Produzione di calcestruzzo pronto per l'uso
- 23.64.00 Produzione di malta
- 23.65.00 Fabbricazione di prodotti in fibrocemento
- 23.69.00 Fabbricazione di altri prodotti in calcestruzzo, gesso e cemento
- 23.70.10 Segagione e lavorazione delle pietre e del marmo
- 23.70.20 Lavorazione artistica del marmo e di altre pietre affini, lavori in mosaico
- 23.70.30 Frantumazione di pietre e minerali vari non in connessione con l'estrazione
- 23.91.00 Produzione di prodotti abrasivi
- 23.99.00 Fabbricazione di altri prodotti in minerali non metalliferi nca

#### 5.1.15.2 Criticità

Per quanto riguarda il sottogruppo 23.11.00 il campione dati risulta essere molto limitato, tuttavia è stato possibile individuare degli indici di prestazione energetica caratteristici. Per quanto riguarda il sottogruppo 23.12.00 malgrado il campione dati siamo molto ampio, trattandosi di secondo o terze lavorazione i dati a disposizione presentano un'elevata eterogeneità sia in termini di tipologia di processo che di

rappresentazione della produzione. Questo ha prodotto indici di prestazione energetica caratteristici con una affidabilità non elevata. Per quanto riguarda il sottogruppo 23.13.00 il campione dati è consistente, ma presenta al suo interno produzioni diverse. Pertanto gli indici sono stati determinati sulla produzione prevalente ovvero sulla produzione di imballaggi ad uso alimentare con l'esclusione quindi dei prodotti per la casa, prodotti farmaceutici e profumeria e cristalleria.

Per i restanti sottogruppi Ateco afferenti al settore vetro quindi al gruppo 23.1 il campione dati non ha permesso l'individuazione di indici di prestazione energetici rappresentativi o per elevata eterogeneità delle produzioni e/o per scarsità di dati a disposizione.

Il sottogruppo Ateco 23.20.00 presenta un campione statistico limitato con differenti processi produttivi. Tuttavia dall'analisi delle diagnosi e quindi dei processi è stato possibile individuare un campione omogeneo, benché limitato, di diagnosi energetiche. Pertanto gli indici individuati in questo studio si riferiscono solo a quelle aziende che presenta che realizzano prodotti refrattari cotti formati o non formati, partendo da materia prima vergine.

I siti del sottogruppo 23.31.00 riguardano la fabbricazione di piastrelle in ceramica per pavimenti e rivestimenti. I siti sono caratterizzati da diverse fasi del ciclo produttivo per cui sono stati suddivisi in due macrogruppi (Ciclo Completo, in cui sono presenti tutte le fasi di lavorazione dalla macinazione alle lavorazioni meccaniche, e Ciclo Parziale, in cui non sono presenti le fasi di atomizzazione e macinazione) per cui poi sono stati elaborati gli IPE. I siti del sottogruppo 23.32.00 sono invece relativi alla fabbricazione di mattoni e non hanno presentato particolari criticità.

Per il sottogruppo 23.4 fabbricazione di altri prodotti in porcellana e in ceramica è stato possibile elaborare IPE solo per il sottogruppo 23.42.00 che tuttavia presenta una numerosità del campione scarsa.

I siti del sottogruppo 23.5 riguardano la fabbricazione di cemento, calce e gesso. I siti del sottogruppo 23.51.00, in cui si effettua la produzione del cemento, sono caratterizzati da diverse fasi del ciclo produttivo per cui sono stati suddivisi in due macrogruppi (Ciclo Completo, in cui sono presenti tutte le fasi di lavorazione dalla estrazione in Cava alla Spedizione del cemento, e Ciclo Parziale, in cui sono presenti le fasi di Macinazione clinker e Spedizione cemento) e poi sono stati oggetto di elaborazione degli IPE. I siti del sottogruppo 23.51.10 sono relativi alla produzione di calce e non hanno presentato particolari criticità. Infine i siti del 23.52.20 sono relativi alla produzione di gesso e a causa della loro esiguità non è stato possibile eseguire su di essi l'analisi dell'IPE.

Per il codice 23.6 fabbricazione di prodotti in calcestruzzo, cemento e gesso è stato possibile elaborare IPE solo per i sottogruppi 23.61.00 (solo IPE elettrico) e 23.62.00 e nello specifico solo per la produzione relativa alle lastre di cartongesso.

I siti dei sottogruppi 23.70.10 e 23.70.30 che riguardano la lavorazione delle pietre sono caratterizzati dall'aver una certa omogeneità di lavorazioni (taglio, frantumazione) e presentano principalmente consumi elettrici.

Il sottogruppo 23.91.00 riguarda infine la lavorazione dei prodotti abrasivi. I siti in questo sottogruppo sono sufficientemente omogenei per prodotti e processi, effettuando principalmente impregnazione o spalmatura del materiale abrasivo su un supporto rigido o flessibile, e successiva cottura e lavorazioni meccaniche. La grande disomogeneità di prodotti e processi nel sottogruppo 23.99.00, invece, rende impossibile qualunque standardizzazione.

#### 5.1.15.3 Risultati

Gli IPE calcolati per questa divisione Ateco sono riassunti nella tabella seguente e le relative specifiche sono riportate nella sezione dedicata dell'Allegato A.

**Tabella 17 –Ateco 23: sottogruppi analizzati per la determinazione degli IPE di I livello**

<b>ATECO 23: FABBRICAZIONE DI ALTRI PRODOTTI DELLA LAVORAZIONE DI MINERALI NON METALLIFERI</b>					
<b>Codice ATECO 6</b>	<b>IPE Globale</b>	<b>IPE Elettrico</b>	<b>IPE Termico</b>	<b>IPE GN</b>	<b>Riferimento</b>
23.11.00	Si	Si	Si	Si	Allegato A Pag698
23.12.00	Si	Si	Si	No	
23.13.00	Si	Si	Si	Si	
23.14.00	No	No	No	No	
23.19.10	No	No	No	No	
23.19.20	No	No	No	No	
23.19.90	No	No	No	No	
23.20.00	Si	Si	Si	Si	
23.31.00	Si	Si	Si	Si	
23.32.00	Si	Si	Si	Si	
23.41.00	No	No	No	No	
23.42.00	Si	Si	Si	Si	
23.43.00	No	No	No	No	
23.44.00	No	No	No	No	
23.49.00	No	No	No	No	
23.51.00	Si	Si	Si	No	
23.52.10	Si	Si	Si	No	
23.52.20	No	No	No	No	
23.61.00	Si	No	No	No	
23.62.00	Si	Si	Si	Si	
23.63.00	No	No	No	No	
23.64.00	No	No	No	No	
23.65.00	No	No	No	No	
23.69.00	No	No	No	No	
23.70.10	Si	Si	No	No	
23.70.20	No	No	No	No	
23.70.30	Si	Si	Si	Si	
23.91.00					
23.99.00	No	No	No	No	

### 5.1.16 Ateco 24: metallurgia

#### 5.1.16.1 Descrizione

Questa divisione comprende le attività di fusione e/o affinazione di metalli ferrosi e non ferrosi a partire da minerali, lingotti metallici o rottame metallico, con tecniche elettrometallurgiche ed altre tecniche metallurgiche. Rientra in questa divisione anche la produzione di leghe e superleghe di metalli, con l'aggiunta nei metalli puri di altri elementi chimici. I prodotti ottenuti dalla fusione e dalla affinazione, generalmente in

forma di lingotti vengono trasformati con processo di laminazione, trafilatura ed estrusione in lamiere, nastri, barre, tondi o vergella e in forma fusa, per realizzare pezzi di fonderia e altri prodotti metallici.

La divisione 24 si suddivide in 17 sottogruppi ATECO:

- 24.10.10 – Siderurgia - Fabbricazione di ferro, acciaio e ferroleghie
- 24.20.10 – Fabbricazione di tubi e condotti senza saldatura
- 24.20.20 – Fabbricazione di tubi e condotti saldati e simili
- 24.31.00 – Stiratura a freddo di barre
- 24.32.00 – Laminazione a freddo di nastri
- 24.33.01 – Fabbricazione di pannelli stratificati in acciaio
- 24.33.02 – Profilatura mediante formatura o piegatura a freddo
- 24.34.00 – Trafilatura a freddo
- 24.41.00 – Produzione di metalli preziosi
- 24.42.00 – Produzione di alluminio e semilavorati
- 24.43.00 – Produzione di piombo, zinco e stagno e semilavorati
- 24.44.00 – Produzione di rame e semilavorati
- 24.45.00 – Produzione di altri metalli non ferrosi e semilavorati
- 24.51.00 – Fusione di ghisa e produzione di tubi e raccordi in ghisa
- 24.52.00 – Fusione di acciaio
- 24.53.00 – Fusione di metalli leggeri
- 24.54.00 – Fusione di altri metalli non ferrosi

#### 5.1.16.2 Criticità

Per quanto riguarda i siti del sottogruppo 24.10.10 relativi ad attività di siderurgia essi presentano diverse fasi del ciclo produttivo di ferro e acciaio (trasformazioni a caldo, freddo, fusione acciaio etc.) e pertanto il sottogruppo è stato ulteriormente suddiviso in 6 gruppi. I diversi gruppi presentano diverse affidabilità degli IPE a seconda della numerosità e dell'omogeneità del campione a disposizione.

Per i siti del sottogruppo 24.20.20 sono stati identificati due macrogruppi (fabbricazione di tubi e condotti e di flange e raccordi) tuttavia la numerosità del primo gruppo è piuttosto scarsa.

Per quanto riguarda il settore 24.3 Fabbricazione di altri prodotti della prima trasformazione dell'acciaio è stato possibile calcolare IPE solo per il sottogruppo 24.32.00 relativo alla laminazione a freddo e per il 24.34.00 relativo alla trafilatura a freddo. In entrambi i sottogruppi tuttavia l'affidabilità degli IPE è medio bassa a causa della scarsità del campione (24.32.00) e dell'eterogeneità delle lavorazioni (24.34.00).

Nel settore 24.4 Produzione di metalli di base preziosi e altri metalli non ferrosi, trattamento dei combustibili nucleari sono stati ottenuti IPE solo per il sottogruppo 24.42.00 relativo alla produzione di alluminio. Il sottogruppo è stato suddiviso in tre macrogruppi sulla base dei processi svolti e sono stati ottenuti IPE solo per i siti relativi ad attività di estrusione di profilati in alluminio da billette e produzione di lingotti e billette con processi di fusione.

Per il settore 24.5 relativo alle fonderie è stato possibile elaborare IPE per tutti e 5 i sottogruppi. Nel 24.51.00 relativo alla fusione di ghisa gli IPE includono tecnologie di produzione differenti (tipologie di forno, sistemi di formatura etc). Per il sottogruppo 24.54.00 è stato possibile elaborare IPE solo per siti in cui l'attività principale è costituita da pressofusione e produzione di getti di metalli non ferrosi includendo la lavorazione di diversi metalli (alluminio, ottone, rame etc).



### 5.1.16.3 Risultati

Gli IPE calcolati per questa divisione Ateco sono riassunti nella tabella seguente e le relative specifiche sono riportate nella sezione dedicata dell'Allegato A.

**Tabella 18 –Ateco 24: sottogruppi analizzati per la determinazione degli IPE di I livello**

<b>ATECO 24: METALLURGIA</b>					
<b>Codice ATECO 6</b>	<b>IPE Globale</b>	<b>IPE Elettrico</b>	<b>IPE Termico</b>	<b>IPE GN</b>	<b>Riferimento</b>
<b>24.10.10</b>	Si	Si	Si	Si*	Allegato A pag.798
<b>24.20.10</b>	No	No	No	No	
<b>24.20.20</b>	Si	Si	Si	Si*	
<b>24.31.00</b>	No	No	No	No	
<b>24.32.00</b>	Si	Si	Si	No	
<b>24.33.01</b>	No	No	No	No	
<b>24.33.02</b>	No	No	No	No	
<b>24.34.00</b>	Si	Si	Si	Si	
<b>24.41.00</b>	No	No	No	No	
<b>24.42.00</b>	Si*	Si*	Si*	Si*	
<b>24.43.00</b>	No	No	No	No	
<b>24.44.00</b>	No	No	No	No	
<b>24.45.00</b>	No	No	No	No	
<b>24.51.00</b>	Si	Si	Si	Si	
<b>24.52.00</b>	Si	Si	Si	Si	
<b>24.53.00</b>	Si	Si	Si	Si	
<b>24.54.00</b>	Si	Si	Si	Si	

\*IPE determinato solo per alcuni sottogruppi

### 5.1.17 Ateco 26: fabbricazione di computer e prodotti di elettronica e ottica; apparecchi elettromedicali, apparecchi di misurazione e di orologi

#### 5.1.17.1 Descrizione

Questa divisione include la fabbricazione di computer, periferiche informatiche, apparecchi di telecomunicazione, e prodotti di elettronica simili, come pure la fabbricazione di componenti di tali prodotti. I processi di produzione di questa divisione sono caratterizzati dalla progettazione e l'impiego di circuiti integrati e dall'applicazione di tecnologie di miniaturizzazione ad elevata specializzazione. La divisione include anche la fabbricazione di prodotti di elettronica di consumo audio e video, strumenti di misurazione, di navigazione e controllo, strumenti per l'irradiazione, apparecchi elettromedicali ed elettroterapeutici, strumenti ed apparecchiature ottiche, nonché la fabbricazione di supporti magnetici ed ottici.

La divisione 26 si suddivide in 20 sottogruppi ATECO:

- 26.11.01 Fabbricazione di diodi, transistor e relativi congegni elettronici
- 26.11.09 Fabbricazione di altri componenti elettronici
- 26.12.00 Fabbricazione di schede elettroniche assemblate
- 26.20.00 Fabbricazione di computer e unità periferiche

- 26.30.10 Fabbricazione di apparecchi trasmettenti radiotelevisivi (incluse le telecamere)
- 26.30.21 Fabbricazione di sistemi antifurto e antincendio
- 26.30.29 Fabbricazione di altri apparecchi elettrici ed elettronici per telecomunicazioni
- 26.40.01 Fabbricazione di apparecchi per la riproduzione e registrazione del suono e delle immagini
- 26.40.02 Fabbricazione di console per videogiochi (esclusi i giochi elettronici)
- 26.51.10 Fabbricazione di strumenti per navigazione, idrologia, geofisica e meteorologia
- 26.51.21 Fabbricazione di rilevatori di fiamma e combustione, di mine, di movimento, generatori d'impulso e metal detector
- 26.51.29 Fabbricazione di altri apparecchi di misura e regolazione, strumenti da disegno, di contatori di elettricità, gas, acqua ed altri liquidi, di bilance analitiche di precisione (incluse parti staccate ed accessori)
- 26.52.00 Fabbricazione di orologi
- 26.60.01 Fabbricazione di apparecchiature di irradiazione per alimenti e latte
- 26.60.02 Fabbricazione di apparecchi elettromedicali (incluse parti staccate e accessori)
- 26.60.09 Fabbricazione di altri strumenti per irradiazione ed altre apparecchiature elettroterapeutiche
- 26.70.11 Fabbricazione di elementi ottici e strumenti ottici di precisione
- 26.70.12 Fabbricazione di attrezzature ottiche di misurazione e controllo
- 26.70.20 Fabbricazione di apparecchiature fotografiche e cinematografiche
- 26.80.00 Fabbricazione di supporti magnetici ed ottici

#### 5.1.17.2 Criticità

La divisione 26 presenta un'elevata frammentazione dei siti. I sottogruppi sono spesso costituiti da un ridotto numero di siti; quando tale numero è superiore al minimo richiesto per l'elaborazione di una statistica, la grande varietà di prodotti e processi rende impossibile la standardizzazione. I sottogruppi più numerosi sono costituiti, infatti, da gruppi di siti che producono oggetti diversi tra loro, con differenza di processi tale da non permettere aggregazioni di un numero significativo di siti.

#### 5.1.17.3 Risultati

La tabella seguente mostra che per nessuno dei sottogruppi è stato possibile individuare l'IPE, ulteriori dettagli relativi ai campioni analizzati sono contenuti nell'Allegato A.

**Tabella 19 – Ateco 26: Sottogruppi analizzati per la determinazione degli IPE di I livello**

<b>ATECO 26: FABBRICAZIONE DI COMPUTER E PRODOTTI DI ELETTRONICA E OTTICA; APPARECCHI ELETTRICI, APPARECCHI DI MISURAZIONE E DI OROLOGI</b>					
<b>Codice ATECO 6</b>	<b>IPE Globale</b>	<b>IPE Elettrico</b>	<b>IPE Termico</b>	<b>IPE GN</b>	<b>Riferimento</b>
26.11.01	No	No	No	No	Allegato A pag.904
26.11.09	No	No	No	No	
26.12.00	No	No	No	No	
26.20.00	No	No	No	No	
26.30.10	No	No	No	No	
26.30.21	No	No	No	No	
26.30.29	No	No	No	No	
26.40.01	No	No	No	No	
26.40.02	No	No	No	No	
26.51.10	No	No	No	No	
26.51.21	No	No	No	No	
26.51.29	No	No	No	No	
26.52.00	No	No	No	No	
26.60.02	No	No	No	No	
26.60.09	No	No	No	No	
26.70.11	No	No	No	No	
26.70.12	No	No	No	No	
26.70.20	No	No	No	No	
26.80.00	No	No	No	No	

**5.1.18 Ateco 27: fabbricazione di apparecchiature elettriche ed apparecchiature per uso domestico non elettriche**

**5.1.18.1 Descrizione**

Questa divisione include la fabbricazione di prodotti che generano, distribuiscono ed utilizzano la corrente elettrica. È, inoltre, inclusa la fabbricazione di sistemi di illuminazione, apparecchi di segnalazione ed elettrodomestici.). Include dunque siti che producono motori e trasformatori, accumulatori e cablaggi, apparecchi per l'illuminazione, apparecchi di uso domestico inclusi gli elettrodomestici e utenze elettriche generiche.

La divisione 27 si suddivide nei seguenti sottogruppi ATECO:

- 27.11.00 Fabbricazione di motori, generatori e trasformatori elettrici
- 27.12.00 Fabbricazione di apparecchiature per le reti di distribuzione e il controllo dell'elettricità
- 27.20.00 Fabbricazione di batterie di pile ed accumulatori elettrici
- 27.31.01 Fabbricazione di cavi a fibra ottica per la trasmissione di dati o di immagini

- 27.31.02 Fabbricazione di fibre ottiche
- 27.32.00 Fabbricazione di altri fili e cavi elettrici ed elettronici
- 27.33.01 Fabbricazione di apparecchiature in plastica non conduttiva
- 27.33.09 Fabbricazione di altre attrezzature per cablaggio
- 27.40.01 Fabbricazione di apparecchiature di illuminazione e segnalazione per mezzi di trasporto
- 27.40.09 Fabbricazione di altre apparecchiature per illuminazione
- 27.51.00 Fabbricazione di elettrodomestici
- 27.52.00 Fabbricazione di apparecchi per uso domestico non elettrici
- 27.90.01 Fabbricazione di apparecchiature elettriche per saldature e brasature
- 27.90.02 Fabbricazione di insegne elettriche e apparecchiature elettriche di segnalazione
- 27.90.03 Fabbricazione di condensatori elettrici, resistenze, condensatori e simili, acceleratori
- 27.90.09 Fabbricazione di altre apparecchiature elettriche nca

#### 5.1.18.2 Criticità

Le principali criticità riscontrate nell'analisi della divisione 27 sono due: la varietà dei prodotti e il ridotto numero dei siti presenti in ciascun sottogruppo. Varietà di prodotti implica innanzitutto una varietà dei processi produttivi tra siti dello stesso sottogruppo, oltre alla dichiarazione della produzione con diverse unità di misura, il che rende difficile la standardizzazione dei processi tra i vari siti. La ridotta numerosità, invece, rende impossibile le analisi statistiche quando, nello stesso sottogruppo, insieme di siti con prodotti e processi produttivi simili sono inferiori a 5.

A queste criticità si aggiunge, per molti siti, un ridotto impiego dell'energia termica nei processi, il che rende impossibile, in alcuni sottogruppi, la ricerca di un IPE termico medio di settore.

La tabella seguente mostra per quali sottogruppi è stato possibile individuare l'IPE.

#### 5.1.18.3 Risultati

Gli IPE calcolati per questa divisione Ateco sono riassunti nella tabella seguente e le relative specifiche sono riportate nella sezione dedicata dell'Allegato A.

**Tabella 20 – Ateco 27: sottogruppi analizzati ai fini della determinazione degli IPE di I livello**

ATECO 27: FABBRICAZIONE DI APPARECCHIATURE ELETTRICHE ED APPARECCHIATURE PER USO DOMESTICO NON ELETTRICHE					
Codice ATECO 6	IPE Globale	IPE Elettrico	IPE Termico	IPE GN	Riferimento
27.11.00	Si	Si	Si	Si	Allegato A pag.925
27.12.00	No	No	No	No	
27.20.00	Si	Si	Si	Si	
27.31.01	No	No	No	No	
27.31.02	No	No	No	No	
27.32.00	Si	Si	Si	Si	
27.33.01	No	No	No	No	
27.33.09	No	No	No	No	
27.40.01	No	No	No	No	
27.40.09	No	No	No	No	
27.51.00	Si	Si	Si	Si	
27.52.00	No	No	No	No	
27.90.01	No	No	No	No	
27.90.02	No	No	No	No	
27.90.03	No	No	No	No	
27.90.09	No	No	No	No	

## 5.1.19 Ateco 28: fabbricazione di macchinari ed apparecchiature nca

### 5.1.19.1 Descrizione

La divisione 28 riguarda la fabbricazione di macchinari ed apparecchiature comprese le rispettive parti meccaniche che intervengono meccanicamente o termicamente sui materiali o sui processi di lavorazione. Questa divisione include apparecchi fissi e mobili o portatili a prescindere dal fatto che siano stati progettati per uso industriale, per l'edilizia e l'ingegneria civile, per uso agricolo o domestico. Inoltre è inclusa in questa divisione la fabbricazione di alcune apparecchiature speciali, per trasporto di passeggeri o merci entro strutture delimitate.

Questa divisione opera una distinzione tra la fabbricazione di macchinari per usi speciali, ossia macchinari per uso esclusivo in una specifica attività economica o in piccoli raggruppamenti di attività economiche, e macchinari di impiego generale, ovvero macchinari utilizzabili in una vasta gamma di attività economiche previste nella classificazione Nace.

Questa divisione include anche la fabbricazione di macchinari per usi speciali, non presenti altrove in questa classificazione, utilizzati o meno in un processo di fabbricazione, come le apparecchiature utilizzate nei parchi di divertimento, nelle piste automatiche da bowling eccetera.

È esclusa la fabbricazione di prodotti in metallo per usi generali (divisione 25), apparecchi di controllo associati, strumenti computerizzati, strumenti di misurazione, apparati di distribuzione e controllo dell'energia elettrica (divisioni 26 e 27) e veicoli a motore per uso generico (divisioni 29 e 30).

- 28.11.11 Fabbricazione di motori a combustione interna (esclusi i motori destinati ai mezzi di trasporto su strada e ad aeromobili)
- 28.11.12 Fabbricazione di pistoni, fasce elastiche, carburatori e parti simili di motori a combustione interna
- 28.11.20 Fabbricazione di turbine e turboalternatori (incluse parti e accessori)
- 28.12.00 Fabbricazione di apparecchiature fluidodinamiche
- 28.13.00 Fabbricazione di altre pompe e compressori
- 28.14.00 Fabbricazione di altri rubinetti e valvole
- 28.15.10 Fabbricazione di organi di trasmissione (esclusi quelli idraulici e quelli per autoveicoli, aeromobili e motocicli)
- 28.15.20 Fabbricazione di cuscinetti a sfere
- 28.21.10 Fabbricazione di forni, fornaci e bruciatori
- 28.21.21 Fabbricazione di caldaie per riscaldamento
- 28.21.29 Fabbricazione di altri sistemi per riscaldamento
- 28.22.01 Fabbricazione di ascensori, montacarichi e scale mobili
- 28.22.02 Fabbricazione di gru, argani, verricelli a mano e a motore, carrelli trasbordatori, carrelli elevatori e piattaforme girevoli
- 28.22.03 Fabbricazione di carriole
- 28.22.09 Fabbricazione di altre macchine e apparecchi di sollevamento e movimentazione
- 28.23.01 Fabbricazione di cartucce toner
- 28.23.09 Fabbricazione di macchine ed altre attrezzature per ufficio (esclusi computer e periferiche)
- 28.24.00 Fabbricazione di utensili portatili a motore
- 28.25.00 Fabbricazione di attrezzature di uso non domestico per la refrigerazione e la ventilazione; fabbricazione di condizionatori domestici fissi
- 28.29.10 Fabbricazione di bilance e di macchine automatiche per la vendita e la distribuzione (incluse parti staccate e accessori)
- 28.29.20 Fabbricazione di macchine e apparecchi per le industrie chimiche, petrolchimiche e petrolifere (incluse parti e accessori)
- 28.29.30 Fabbricazione di macchine automatiche per la dosatura, la confezione e per l'imballaggio (incluse parti e accessori)

- 28.29.91 Fabbricazione di apparecchi per depurare e filtrare liquidi e gas per uso non domestico
- 28.29.92 Fabbricazione di macchine per la pulizia (incluse le lavastoviglie) per uso non domestico
- 28.29.93 Fabbricazione di livelle, metri doppi a nastro e utensili simili, strumenti di precisione per meccanica (esclusi quelli ottici)
- 28.29.99 Fabbricazione di altro materiale meccanico e di altre macchine di impiego generale nca
- 28.30.10 Fabbricazione di trattori agricoli
- 28.30.90 Fabbricazione di altre macchine per l'agricoltura, la silvicoltura e la zootecnia
- 28.41.00 Fabbricazione di macchine utensili per la formatura dei metalli (incluse parti e accessori ed escluse le parti intercambiabili)
- 28.49.01 Fabbricazione di macchine per la galvanostegia
- 28.49.09 Fabbricazione di altre macchine utensili (incluse parti e accessori) nca
- 28.91.00 Fabbricazione di macchine per la metallurgia (incluse parti e accessori)
- 28.92.01 Fabbricazione di macchine per il trasporto a cassone ribaltabile per impiego specifico in miniere, cave e cantieri
- 28.92.09 Fabbricazione di altre macchine da miniera, cava e cantiere (incluse parti e accessori)
- 28.93.00 Fabbricazione di macchine per l'industria alimentare, delle bevande e del tabacco (incluse parti e accessori)
- 28.94.10 Fabbricazione di macchine tessili, di macchine e di impianti per il trattamento ausiliario dei tessili, di macchine per cucire e per maglieria (incluse parti e accessori)
- 28.94.20 Fabbricazione di macchine e apparecchi per l'industria delle pelli, del cuoio e delle calzature (incluse parti e accessori)
- 28.94.30 Fabbricazione di apparecchiature e di macchine per lavanderie e stirerie (incluse parti e accessori)
- 28.95.00 Fabbricazione di macchine per l'industria della carta e del cartone (incluse parti e accessori)
- 28.96.00 Fabbricazione di macchine per l'industria delle materie plastiche e della gomma (incluse parti e accessori)
- 28.99.10 Fabbricazione di macchine per la stampa e la legatoria (incluse parti e accessori)
- 28.99.20 Fabbricazione di robot industriali per usi molteplici (incluse parti e accessori)
- 28.99.30 Fabbricazione di apparecchi per istituti di bellezza e centri di benessere
- 28.99.91 Fabbricazione di apparecchiature per il lancio di aeromobili, catapulte per portaerei e apparecchiature simili
- 28.99.92 Fabbricazione di giostre, altalene ed altre attrezzature per parchi di divertimento
- 28.99.93 Fabbricazione di apparecchiature per l'allineamento e il bilanciamento delle ruote; altre apparecchiature per il bilanciamento
- 28.99.99 Fabbricazione di altre macchine ed attrezzature per impieghi speciali nca (incluse parti e accessori)

#### 5.1.19.2 Criticità

Per questa divisione le diagnosi energetiche presentate sono state 414 da 330 aziende.

Più rappresentati con 147 e 150 diagnosi i macrosettori 28.1 e 28.2.

Per molti settori economici l'assenza di un'unica unità di misura adottata in modo comune in tutte le diagnosi caricate ha impedito, per carenza di un campione sufficientemente popolato, non solo l'applicazione delle tecniche di analisi statistica, ma anche la stessa determinazione degli indici con valore effettivo.

In molteplici casi l'assegnazione del settore ha seguito esclusivamente logiche amministrative piuttosto che richiamare i processi effettivamente svolti nel sito.

#### 5.1.19.3 Risultati

Gli IPE calcolati per questa divisione Ateco sono riassunti nella tabella seguente e le relative specifiche sono riportate nella sezione dedicata dell'Allegato A.

**Tabella 21 – Sottogruppi Ateco 29 analizzati ai fini della determinazione degli Indici di Prestazione Energetica di primo livello**

<b>ATECO 28 : FABBRICAZIONE DI PRODOTTI IN LEGNO, SUGHERO, PAGLIA E MATERIALI DA INTRECCIO</b>					
<b>Codice ATECO 28</b>	<b>IPE Globale</b>	<b>IPE Elettrico</b>	<b>IPE Termico</b>	<b>IPE GN</b>	<b>Riferimento</b>
28.11.11	No	No	No	No	Allegato A Pag. 978
28.11.12	Si	Si	No	No	
28.11.20	No	No	No	No	
28.12.00	Si	Si	No	No	
28.13.00	Si	Si	No	No	
28.14.00	Si	Si	Si	Si	
28.15.10	Si	Si	Noi	No	
28.15.20	Si	Si	No	No	
28.21.10	No	No	No	No	
28.21.21	No	No	No	No	
28.21.29	No	No	No	No	
28.22.01	No	No	No	No	
28.22.02	No	No	No	No	
28.22.03	No	No	No	No	
28.22.09	No	No	No	No	
28.23.01	No	No	No	No	
28.23.09	No	No	No	No	
28.24.00	No	No	No	No	
28.25.00	Si	Si	Si	Si	
28.29.10	No	No	No	No	
28.29.20	No	No	No	No	
28.29.30	Si	Si	No	No	
28.29.91	No	No	No	No	
28.29.92	No	No	No	No	
28.29.93	No	No	No	No	
28.29.99	Si	Si	No	No	

28.30.10	No	No	No	No
28.30.90	Si	Si	Si	Si
28.41.00	No	No	No	No
28.49.01	No	No	No	No
28.49.09	Si	Si	Noi	No
28.91.00	No	No	No	No
28.92.01	No	No	No	No
28.92.09	No	No	No	No
28.93.00	Si	Si	No	No
28.94.10	No	No	No	No
28.94.20	No	No	No	No
28.94.30	No	No	No	No
28.95.00	No	No	No	No
28.96.00	No	No	No	No
28.99.10	No	No	No	No
28.99.20	No	No	No	No
28.99.10	No	No	No	No
28.99.20	No	No	No	No
28.99.30	No	No	No	No
28.99.91	No	No	No	No
28.99.92	No	No	No	No
28.99.93	No	No	No	No
28.99.99	No	No	No	No

### 5.1.20 Ateco 29: fabbricazione di autoveicoli, rimorchi e semirimorchi

#### 5.1.20.1 Descrizione

La divisione 29 riguarda la fabbricazione di autoveicoli per il trasporto di passeggeri o merci. È inclusa la fabbricazione di parti ed accessori, nonché la fabbricazione di rimorchi e semirimorchi. La manutenzione e la riparazione dei veicoli, prodotti in questa divisione, sono classificate nella classe 45.20.

- 29.10.00 Fabbricazione di autoveicoli
- 29.20.00 Fabbricazione di carrozzerie per autoveicoli, rimorchi e semirimorchi
- 29.31.00 Fabbricazione di apparecchiature elettriche ed elettroniche per autoveicoli e loro motori
- 29.32.01 Fabbricazione di sedili per autoveicoli
- 29.32.09 Fabbricazione di altre parti ed accessori per autoveicoli e loro motori nca

#### 5.1.20.2 Criticità

Per questa divisione le diagnosi energetiche presentate sono state 141 da 98 aziende: poco rappresentate, con numeri inferiori alle 6 unità, i settori 29.20.00 e 29.32.01, per i quali inoltre la presenza di unità di misura differenti in cui è stata espressa la produzione non ha permesso il confronto e la determinazione degli indici.



Il settore della produzione di autoveicoli ha un campo di esistenza estremamente esteso, il modello della regressione lineare fornisce risultati buoni, ma l'equazione dell'iperbole che descrive l'IPE teorica ha significato solo per valori non bassi della produzione.

Il settore della fabbricazione di apparecchiature elettriche ed elettroniche per autoveicoli non prevede l'utilizzo rilevante di energia termica per il processo, e nemmeno di gas naturale.

Il settore della componentistica per l'auto vede, a fronte di ben 93 diagnosi, la presenza di diverse tipologie di processi: lavorazioni di formatura di metalli, lavorazioni meccaniche, stampaggio di componenti in plastica, produzione di pastiglie frenanti e altre. L'unica tipologia ben rappresentata è la seconda, con produzione espressa in tonnellate, per tenere conto della variabilità dimensionale dei pezzi prodotti.

#### 5.1.20.3 Risultati

Gli IPE calcolati per questa divisione Ateco sono riassunti nella tabella seguente e le relative specifiche sono riportate nella sezione dedicata dell'Allegato A.

**Tabella 22 – Sottogruppi Ateco 29 analizzati ai fini della determinazione degli Indici di Prestazione Energetica di primo livello**

<b>ATECO 29 : FABBRICAZIONE DI PRODOTTI IN LEGNO, SUGHERO, PAGLIA E MATERIALI DA INTRECCIO</b>					
<b>Codice ATECO 29</b>	<b>IPE Globale</b>	<b>IPE Elettrico</b>	<b>IPE Termico</b>	<b>IPE GN</b>	<b>Riferimento</b>
<b>29.10.00</b>	Si	Si	Si	Si	Allegato A pag.1086
<b>29.20.00</b>	No	No	No	No	
<b>29.31.00</b>	Si	Si	No	No	
<b>29.32.01</b>	No	No	No	No	
<b>29.32.09</b>	Si	Si	Si	Si	

#### 5.1.21 Ateco 38: attività di raccolta, trattamento e smaltimento dei rifiuti; recupero dei materiali

##### 5.1.21.1 Descrizione

Questa divisione include le attività relative alla raccolta, trattamento e smaltimento dei rifiuti e alle attività di recupero dei materiali dai rifiuti.

La divisione 38 si suddivide in 3 sottogruppi ATECO.

Qui di seguito si riportano quelli riguardanti la Ricerca di Sistema:

- 38.32.10 Recupero di preparazione per il riciclaggio di cascami e rottami metallici
- 38.32.20 Recupero e preparazione per il riciclaggio di materiale plastico per produzione di materie prime plastiche, resine sintetiche
- 38.32.30 Recupero e preparazione per il riciclaggio dei rifiuti solidi urbani, industriali e biomasse.

##### 5.1.21.2 Criticità

I siti del sottogruppo 38 sono a volte caratterizzati da lavorazioni diverse, per cui sono stati suddivisi, quando il numero di diagnosi presentate lo consentiva, in diversi macrogruppi per cui poi sono stati elaborati gli IPE. A volte nei macrogruppi il numero esiguo di diagnosi non ha reso possibile l'elaborazione degli IPE.

5.1.21.3 Risultati

Gli IPE calcolati per questa divisione Ateco sono riassunti nella tabella seguente e le relative specifiche sono riportate nella sezione dedicata dell'Allegato A.

**Tabella 23 –Ateco 38: sottogruppi analizzati per la determinazione degli IPE di I livello**

<b>ATECO 38: Attività di raccolta, trattamento e smaltimento dei rifiuti; Recupero dei materiali.</b>					
<b>Codice ATECO 6</b>	<b>IPE Globale</b>	<b>IPE Elettrico</b>	<b>IPE Termico</b>	<b>IPE GN</b>	<b>Riferimento</b>
<b>38.32.10</b>	Si	Si	No*	No**	Allegato A pag.1113
<b>38.32.20</b>	Si	Si	No*	No**	
<b>38.32.30</b>	Si	Si	No*	No**	

\* Alcuni dei siti del campione non hanno consumi termici oltre GPL e Gasolio per l'autotrazione

\*\* Alcuni dei siti del campione non hanno consumi di gas naturale

## 6 Indici di prestazione energetica di II livello

### 6.1 Intro

In questo capitolo vengono presentati i risultati ottenuti nell'individuazione degli indici di prestazione energetica di secondo livello per i settori del vetro e del cemento.

Come evidenziato nel capitolo 4 relativo alla metodologia di analisi con Indice di Prestazione energetica (IPE) di secondo livello si intende il rapporto tra il consumo energetico finale complessivo e per singolo vettore (energia elettrica, energia termica, gas naturale), determinati a livello di reparto produttivo del sito, per tecnologie caratteristiche e per attività (attività principali, servizi ausiliari o servizi generali). Questi IPE corrispondono al livello D (Figura 17) della Linea Guida ENEA [1].

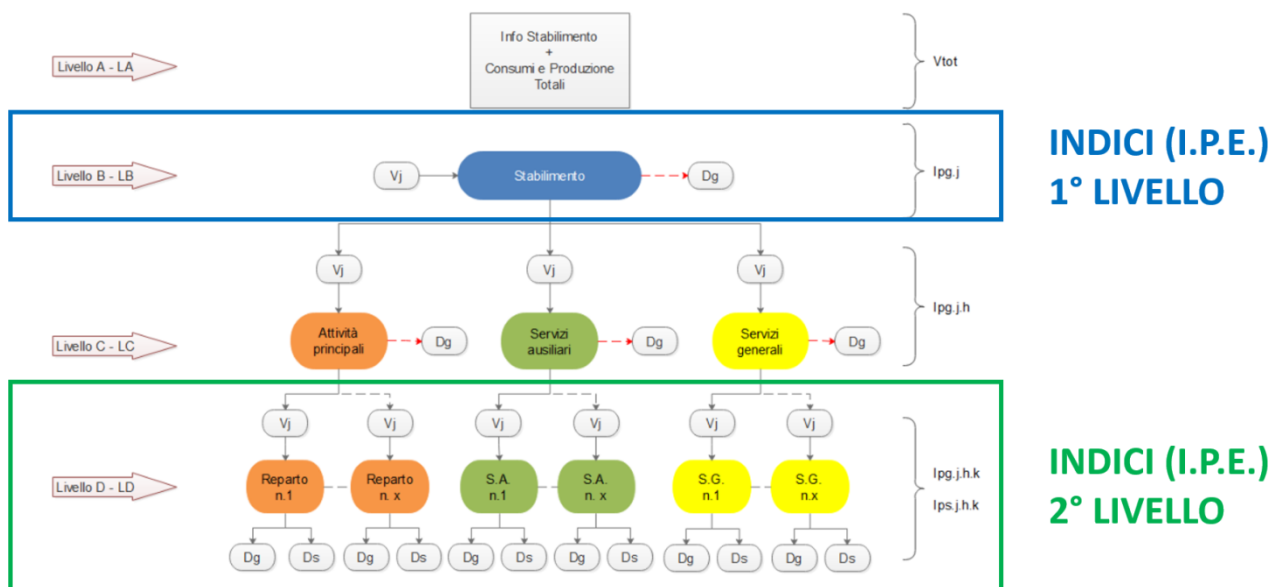


Figura 17 - Schematizzazione della struttura energetica aziendale e caratterizzazione del livello degli IPE

L'individuazione degli IPE di secondo livello prevede che le informazioni ed i dati di consumo riportati sia nel foglio di rendicontazione che in diagnosi siano sufficientemente omogenei e che rispecchino in maniera univoca la fase di processo che si va ad analizzare.

L'attività svolta ha visto il coinvolgimento delle rispettive associazioni di categoria, in particolare Assovetro per il settore del vetro e Federbeton per il settore del cemento.

Il confronto con le associazioni di categoria è risultato fondamentale definire in maniera chiara i processi analizzati andando ad individuare i corretti limiti di batteria. L'individuazione degli indici di secondo livello si scontra con le difficoltà oggettive legate alla eterogeneità dei processi produttivi ed a un campione dati a volte non sufficiente a caratterizzarli, in alcuni inficiando il raggiungimento dei risultati auspicati.

### 6.2 Il settore del vetro

L'Industria del vetro, settore Ateco 23.1 (Fabbricazione di vetro e prodotti di vetro), rientra nel comparto manifatturiero C della fabbricazione di altri prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi (Divisione Ateco 23), insieme alla produzione di prodotti refrattari, in porcellana e ceramica, in calcestruzzo, etc.

Le attività del settore vetro sono suddivisibili in due macro-gruppi: la fabbricazione (di quattro differenti tipologie di vetro: piano, cavo, lane e filati di vetro e “altro”, riferito, ad esempio, alle produzioni artistiche) e la lavorazione (Figura 18).

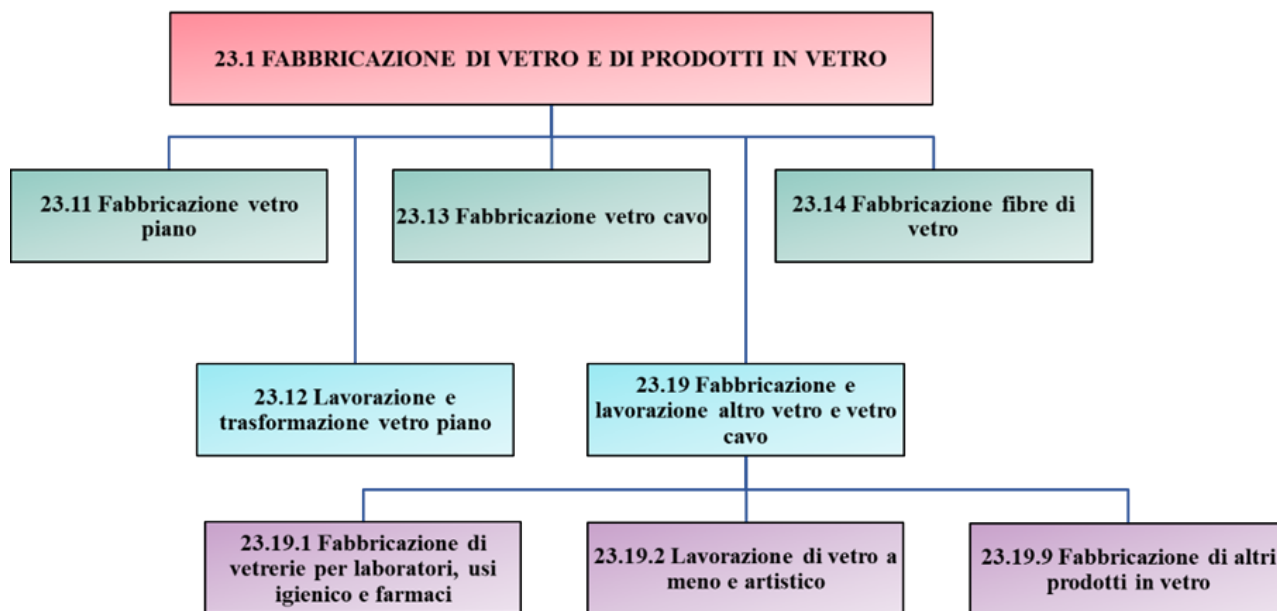


Figura 18 – schematizzazione della classificazione Ateco del “settore vetro”

ENEA nel corso dell’annualità 2020 ha analizzato le diagnosi presentate dalle industrie appartenenti al codice ATECO 23.1 (codice che ricomprende tutte le attività afferenti al settore “Vetro”).

Il campione di aziende tra quelle che hanno presentato la diagnosi energetica tra il 2018 ed il 2019 consta di 89 partite IVA che hanno presentato 129 diagnosi energetiche in totale, suddivise tra fabbricazione e lavorazione del vetro. Nel Grafico di Figura 19 è possibile vedere come sono distribuite le diagnosi energetiche tra i vari sottogruppi Ateco afferenti al settore del vetro.

Il grafico rispecchia quanto evidenziato nel Rapporto di Sostenibilità di Assovetro in quanto le aziende che producono vetro cavo (23.11), piano (23.13) e filati di vetro (23.14) rappresentano rispettivamente il 4%, il 34% ed il 4% di tutte le diagnosi presentate riconducibili al settore. Una grossa percentuale di diagnosi, circa il 40%, riguarda la lavorazione e trasformazione del vetro piano (23.12), il restante 18% è imputabile a diagnosi relative ad altre fabbricazioni e lavorazioni di vetro (23.19).

### Ripartizione percentuale delle aziende afferenti al settore del "Vetro" sui differenti sottogruppi ATECO

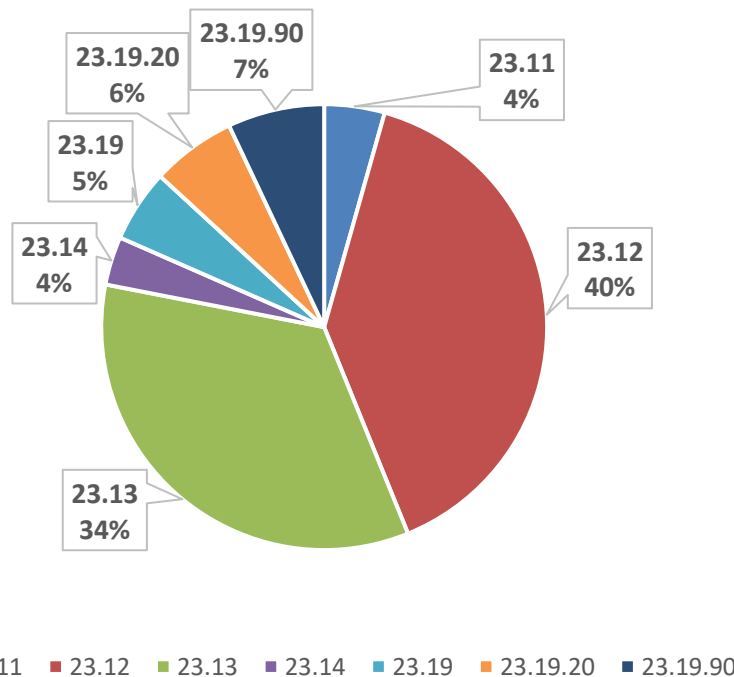


Figura 19 – Ripartizione delle diagnosi sui differenti sottogruppi ATECO afferenti al settore del Vetro

#### 6.2.1 Metodologia di Analisi dei dati

Le aziende afferenti l'industria del vetro si differenziano sia per tipologia di attività (produzione e/o lavorazione) che di prodotto (piano, cavo, filati, etc), queste differenziazioni, come visto nel paragrafo precedente, sono rappresentate dalle differenti sottocategorie Ateco a 6 cifre.

Tuttavia, questa suddivisione non è sufficiente a caratterizzare le differenze sostanziali in termini di processo e consumi energetici che vi possono essere tra le differenti tipologie di prodotto.

Ad esempio, andando ad analizzare nel dettaglio cosa è ricompreso nel codice Ateco 23.13.00 nel documento ISTAT "Classificazione delle attività economiche Ateco 2007" [21] si ritrova che questo sottogruppo ricomprende due ulteriori famiglie di prodotti:

- fabbricazione di bottiglie ed altri contenitori sia di vetro che in cristallo;
- fabbricazione di bicchieri ed altri articoli di vetro o cristallo per la casa.

Tuttavia andando ad analizzare i processi con i relativi consumi energetici, del sottogruppo Ateco 23.13.00, risulta subito evidente come questa classificazione non si presti ad una analisi energetica omogenea, in quanto vi sono importanti differenze legate alla tipologia di vetro cavo che si intende realizzare. Vi sono, infatti, forti differenze di consumo specifico tra la produzione di vetro cavo per la *food and beverage* e, ad esempio, la produzione di vetro per scopi farmaceutici o profumeria.

Un'analisi della bibliografia ed in particolare del report del JRC "[22] individua otto settori riconducibili al settore del vetro:

1. contenitori di vetro;
2. vetro piano;
3. fibre di vetro;
4. vetro domestico;

5. Vetri speciali;
6. Lana di vetro;
7. Lane di vetro per isolamenti ad alta temperatura;
8. Fritte di vetro;

All'interno di questi otto settori il documento del JRC, rappresenta ulteriori suddivisioni, in particolare per i contenitori di vetro (o vetro cavo) si esplicita chiaramente la differenza che intercorre tra i "prodotti comuni" come quelli utilizzati nell'industria alimentare e le produzioni a più alto valore e qualità riconducibili all'industria farmaceutica e dei profumi e cosmesi.

Sulla base delle premesse, ed analizzando la documentazione pervenuta, si sono suddivise le diagnosi in modo tale che potessero presentare prodotti e processi sufficientemente omogenei, rimanendo tuttavia all'interno dei confini dettati dalla suddivisione Ateco [21].

Pertanto, le diagnosi pervenute nel secondo ciclo d'obbligo sono state così suddivise:

- Codice Ateco 23.11: fabbricazione di vetro piano;
- Codice Ateco 23.12: lavorazione e trasformazione di vetro piano;
- Codice Ateco 23.13: fabbricazione di vetro cavo per "food and beverage";
- Codice Ateco 23.13: fabbricazione di vetro cavo per produzione di "vetro ad alto valore e qualità";
- Codice Ateco 23.13: fabbricazione di vetro cavo per "uso casalingo";
- Codice Ateco 23.14: fabbricazione di fibre di vetro;
- Codice Ateco 23.19: altre fabbricazioni di vetro.

Per ciascuno di questo gruppi è stata valuta la consistenza del campione e verificata l'omogeneità dei processi produttivi e nel caso si è proceduto all'individuazione di indici di prestazione energetica caratteristici, sia di primo livello che di secondo livello.

Per indici di primo livello si intendono gli indici calcolati andando a considerare l'energia totale consumata dei singoli vettori energetici rispetto al parametro caratteristico di produzione (ed. tonnellate, metri quadri, etc..). Riprendendo la struttura energetica proposta da ENEA sono gli indici ricavati dai dati forniti al livello B (Figura 17)

Per indici di secondo livello si intendono invece gli indici specifici che per ciascun vettore energetico scendono nel dettaglio del processo (es. fase di fusione, fasi di formatura, consumi ausiliari, etc). Questa tipologia di indice è di più difficile determinazione in quanto dipende in maniera stretta dal processo e da come il consumo è misurato ed imputato al processo. Facendo riferimento alla struttura energetica proposta da ENEA [1], questa tipologia di indice si basa sui dati forniti al livello D (Figura 17).

Sinteticamente la metodologia di analisi utilizzata può essere schematizzata nelle seguenti fasi:

- Fase 1 - Selezione del campione statistico: Consiste nell'analisi numerica dei consumi di ogni sito per ciascun sottogruppo Ateco presente nella banca dati ENEA (detta popolazione di riferimento) e nella selezione del campione statistico utile all'implementazione matematica del modello. A tal fine, vengono studiati sia i file dei rapporti tecnici che i fogli di calcolo di riepilogo dei consumi allegati al rapporto tecnico (laddove presenti). È importante sottolineare l'ingente lavoro di omogeneizzazione effettuato preventivamente per eliminare dalla popolazione analizzata tutti gli elementi considerati non utili (perché aventi unità di produzione (U.P) non coerenti con il resto della popolazione, oppure per mancanza di dati o errori di caricamento, o ancora incongruenze riferibili alla non pertinenza del sito in esame con il sottogruppo considerato). Inoltre, è stata definita una soglia numerica minima

di siti rappresentativi, pari a 5, al di sotto della quale la modellizzazione risulta essere non rappresentativa.

- Fase 2 - Ricerca della correlazione tra consumo e produzione: Viene effettuata un'analisi di regressione lineare al fine di valutare "la bontà" della relazione che c'è tra i consumi ed il parametro di aggiustamento (es. produzione) utilizzato. Questa valutazione viene fatta attraverso l'analisi dei principali indici statistici come  $R^2$ , l'indice di Pearson ed il valore di P-value. L'analisi statistica riprende quanto già ampiamente illustrato nel capitolo 4 "Metodologia per la determinazione degli indici di prestazione energetica"
- Fase 3 - Aggregazione dati: L'analisi precedente, in alcuni casi, permette di individuare la presenza di gruppi o cluster di siti, che possono dare indicazioni su tipologie di prodotti o processi differenti. Oppure è possibile individuare macro raggruppamenti legati ai volumi di produzione.
- Fase 4 - Individuazione IPE di riferimento: Ultima fase, qualora le fasi precedenti suggeriscano un legame tra il consumo energetico ed il parametro di influenza si passa all'individuazione degli IPE di riferimento, che potranno essere differenziati per specifiche tecnologie, processi, prodotti o intervalli di produzione.

La bontà degli indici di prestazione individuati dipende, quindi, da come i dati riportati in diagnosi siano confrontabili tra loro con confini, limiti di batteria ben determinati.

L'analisi delle diagnosi con la categorizzazione sopra individuata per i differenti settori merceologici e tipologia di prodotto e la collaborazione pluriennale con Assovetro [23] ha portato all'individuazione di una suddivisione che rispondesse alle peculiarità del panorama produttivo italiano:

- I. Vetro piano (produzione vetro piano per *automotive* e *building*)
- II. Vetro cavo (produzione contenitori per *food and beverage*)
- III. Vetro casalingo e vetro bianco di qualità (produzione di articoli per la casa, profumeria e cavo farmaceutico)
- IV. Fibra di vetro (produzione filamento continuo e lana di vetro)

**Nel presente lavoro l'individuazione dei indici di prestazione energetica caratteristici è stata possibile solamente per alcuni dei processi sopra individuati, in particolare: sul processo del vetro cavo per utilizzo *food and beverage* (Ateco 23.13.00) e sul processo per la produzione del vetro piano (23.11.00 e 23.12.00).**

### 6.2.2 Ateco 23.11.00 e 23.12.00: Vetro Piano o vetro Float

In questo capitolo viene definita la struttura energetica che dovrebbe essere presa in considerazione nel momento in cui si affronta la diagnosi energetica in stabilimenti produttivi relativi alla produzione e lavorazione del vetro piano.

Benché le aziende riconducibili al vetro piano possono appartenere a due sotto gruppi merceologici differenti:

- Sottogruppo Ateco 23.11.00 produzione di vetro piano
- Sottogruppo Ateco 23.12.00 lavorazione di vetro piano

La filiera può essere considerata come un unico processo produttivo che va dalla produzione del vetro alla sua successiva lavorazione. In quest'ottica è stata realizzata la struttura energetica qui proposta.

Chi poi affronterà la diagnosi energetica non dovrà far altro che eliminare le parti di processo che non appartengono al sito produttivo.

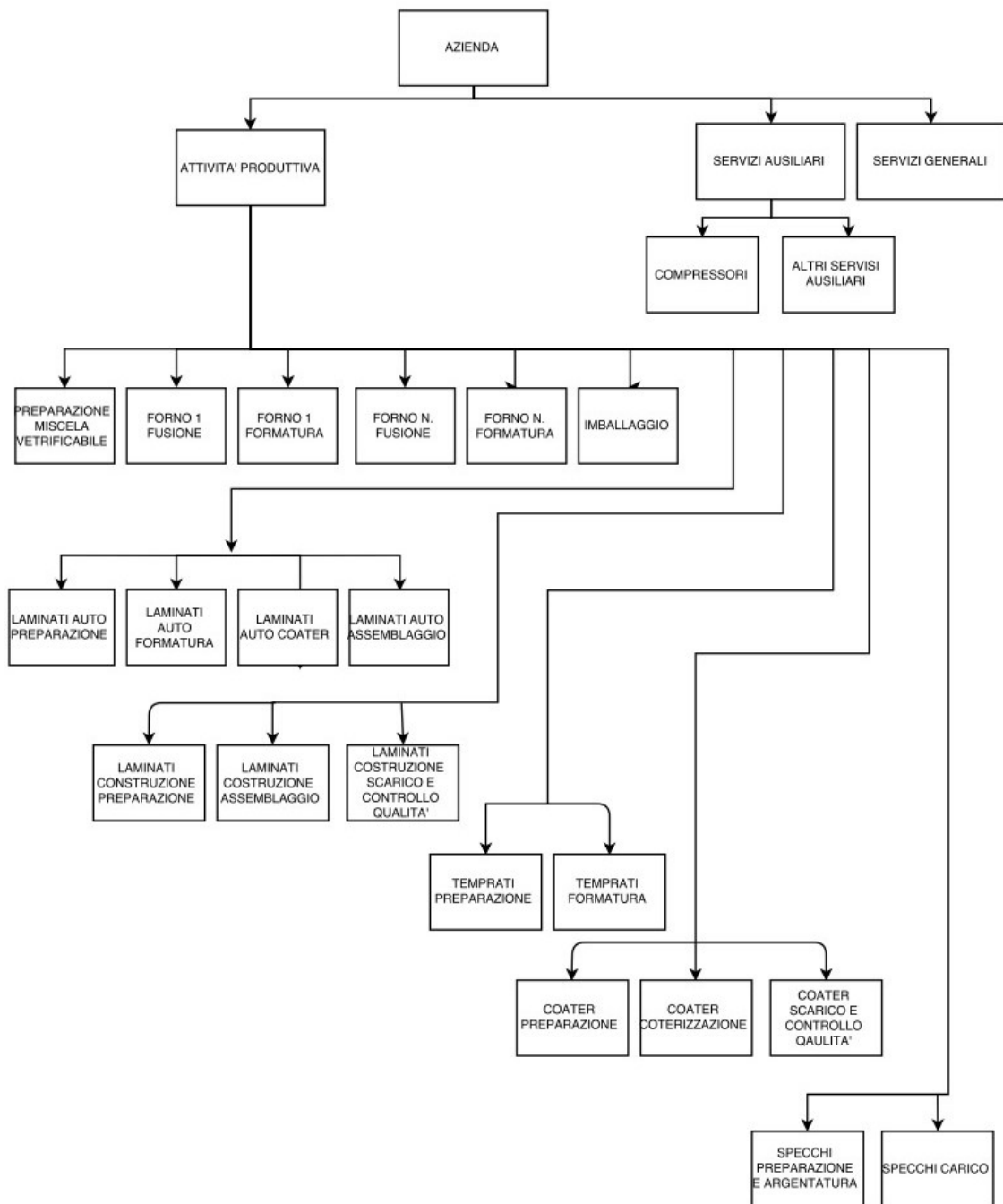
#### 6.2.2.1 Struttura Energetica vetro piano

La struttura energetica all'interno dell'industria del vetro piano risulta abbastanza omogenea e standardizzabile (Figura 20). Alcune differenze possono esistere soprattutto sulle seconde lavorazioni con riferimento al settore commerciale di indirizzo (building o automotive) o alla tipologia di articolo prodotto (laminato, temprato, ecc.).

Nel processo di produzione di vetro piano gli usi energetici significativi sono (Figura 20):

- la fusione e la formatura del vetro (prime lavorazioni);
- la tempra e la curvatura (seconde lavorazioni);
- incapsulaggio, estrusione termoplastica e add on (terze lavorazioni);
- in misura minore, ma comunque non trascurabile, la produzione di aria compressa (quando non fornita da parti terze) per la movimentazione dei macchinari (trasferitori aerei, handling, presse...) e la produzione del vuoto (con i sistemi a effetto Venturi) quando non prodotto direttamente dalle pompe.





**Figura 20 – Diagramma di flusso nel processo di produzione del vetro piano**

Dal diagramma di Figura 21 risulta evidente quanto l'energia elettrica ed il gas naturale (o in alternativa l'olio combustibile) siano importanti, poiché intervengono, praticamente, in quasi tutte le principali fasi produttive. Per quanto riguarda gli altri processi (es.: l'imballaggio, i servizi ausiliari diversi dall'aria compressa, alcune delle aree funzionali afferenti alle seconde lavorazioni, i servizi generali, etc) presentano spesso consumi energetici trascurabili e comunque inferiori al 5 % del consumo energetico totale. Analogamente possono essere trascurati i consumi energetici legati a vettori secondari quali l'acetilene, i gas tecnici, vapore, acqua calda, il gpl e il gasolio.

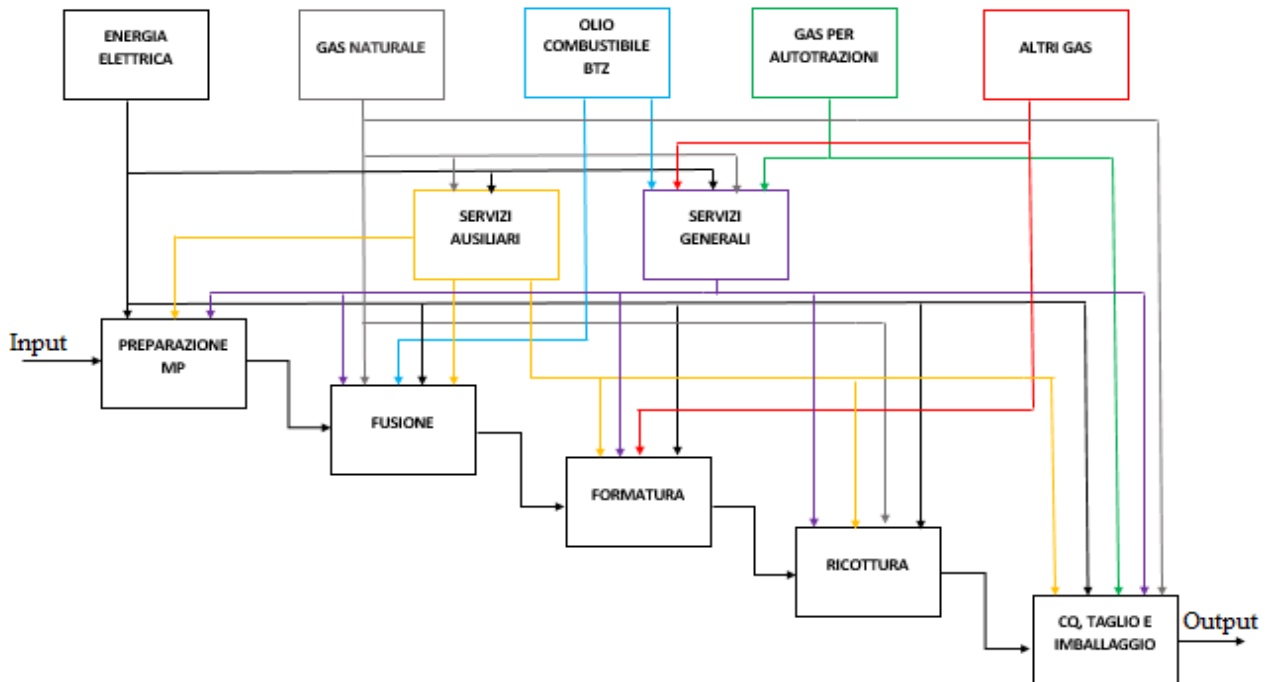


Figura 21 – Ripartizione dei vettori energetici nella produzione di vetro piano

#### 6.2.2.2 Analisi dei consumi energetici

Per analizzare i consumi energetici di un qualsivoglia stabilimento produttivo è necessario che questi vengano normalizzati con i “driver di consumo” corretti in modo tale da individuare degli Indici di Prestazione Energetica che siano realmente rappresentativi e confrontabili.

Questi “driver di consumo” possono essere differenti in funzione del livello energetico ed in funzione dello specifico processo che si va ad analizzare.

In particolare, è possibile individuare i seguenti parametri correttivi o driver energetici per i differenti Livelli della struttura energetica proposta da ENEA:

- Livelli A, B e C, quantità di vetro prodotto (cavato in tonnellate/anno) e quantità di rottame utilizzato (rottame in tonnellate/anno);
- Livello D – Attività Principale:
  - o Preparazione e fusione quantità di vetro prodotto (cavato in tonnellate/anno) e quantità di rottame utilizzato (rottame in tonnellate/anno);
  - o Formatura quantità di vetro prodotto (cavato in tonnellate/anno);
  - o Altre lavorazioni (seconde e terze lavorazioni) quantità di vetro trattato (tonnellate/anno) in alternativa, ma fortemente sconsigliato superficie di vetro lavorata (m<sup>2</sup>/anno);
  - o Imballaggio quantità di vetro prodotto (cavato in tonnellate/anno) e quantità di vetro imballato (tonnellate/anno);
- Livello D – Servizi ausiliari: quantità di vetro prodotto (cavato in tonnellate/anno) o quantità di vetro lavorato (tonnellate/anno) e se disponibile quantità di aria compressa prodotta ed utilizzata (Nm<sup>3</sup>/anno)

- Livello D – Servizi generali: quantità di vetro prodotto (cavato in tonnellate/anno) e superficie locali climatizzati

Nota bene: Per la determinazione degli Indici di Prestazione Energetica Specifici (IPS) per la fase di preparazione della miscela vetrificabile e di fusione, come anche indicato nelle BAT di settore [3], bisogna ricondursi ad un consumo energetico normalizzato al 50 % di rottame. Questa normalizzazione permette un confronto prestazionale oggettivo tra le diverse realtà produttive, non influenzato da componenti esterne quali la quantità di rottame introdotto nel forno. La riduzione del consumo energetico legato all’uso del rottame non è infatti legato alle prestazioni della macchina, ma alla possibilità di approvvigionamento di rottame di qualità e alla qualità di vetro prodotto.

Nel calcolo dell’Indice Prestazionale Specifico (Ips) relativo al livello LD della struttura energetica proposta da ENEA deve quindi essere applicata la seguente formula:

$$IPE50\% = \frac{\frac{\text{Consumo energetico totale}}{1 + \frac{(50 - \text{percentuale rottame}\%) * 0,025}{10}}}{\text{Cavato}}$$

#### 6.2.2.3 Indici di prestazione energetica

Come evidenziato precedentemente i codici Ateco che riguardano la produzione e lavorazione del vetro piano sono rispettivamente il 23.11.00 ed il 23.12.00. I siti che hanno presentato la diagnosi energetica afferenti alla produzione e lavorazione di vetro piano sono circa il 44% del totale dei siti riconducibili alla produzione del vetro.

Bisogna però evidenziare come nel panorama italiano [24], i siti che producono vetro float sono meno del 10% dei siti che lavorano il vetro piano.

#### 6.2.2.4 Ateco 23.11.00: fabbricazione del vetro piano

Per quanto riguarda il codice Ateco 23.11.00 “Fabbricazione del vetro piano” l’analisi delle diagnosi ha evidenziato come i consumi energetici legati al processo produttivo del vetro piano siano prevalentemente termici. In particolare nel diagramma riportato in Figura 22 è possibile osservare come l’energia termica richiesta abbia un’incidenza del 91% rispetto ai consumi totali ed il rimanente 9% è imputato al consumo di energia elettrica.

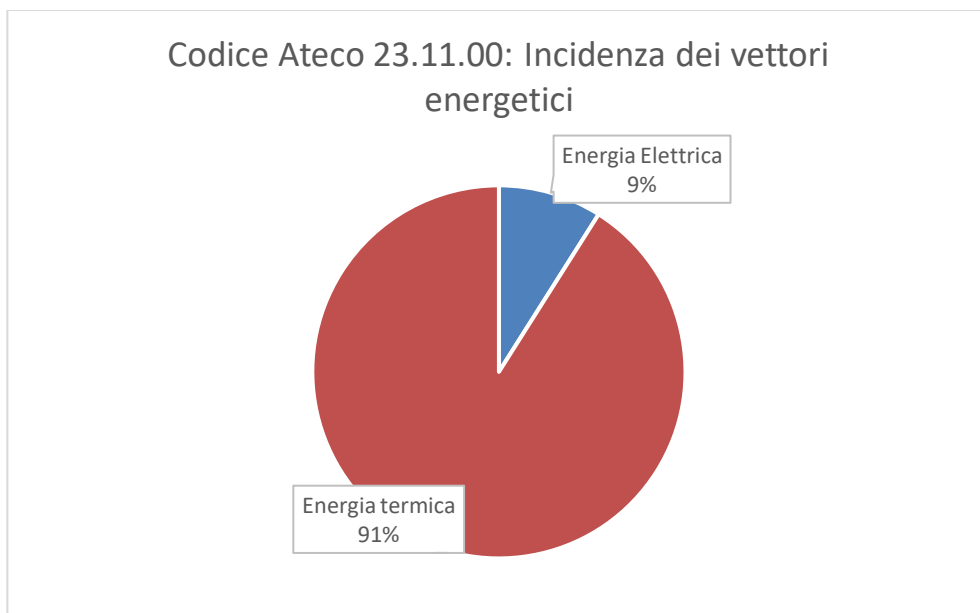


Figura 22 –Ateco 23.11.00: Incidenza dei vettori energetici

Andando ad analizzare la suddivisione dei consumi energetici per le differenti aree funzionali (Figura 23) è possibile osservare come circa il 94% del consumo totale di energia è imputabile alle attività principali il restante 6% risulta imputabile ai servizi ausiliari per il 4% ed ai servizi generali per il 2%

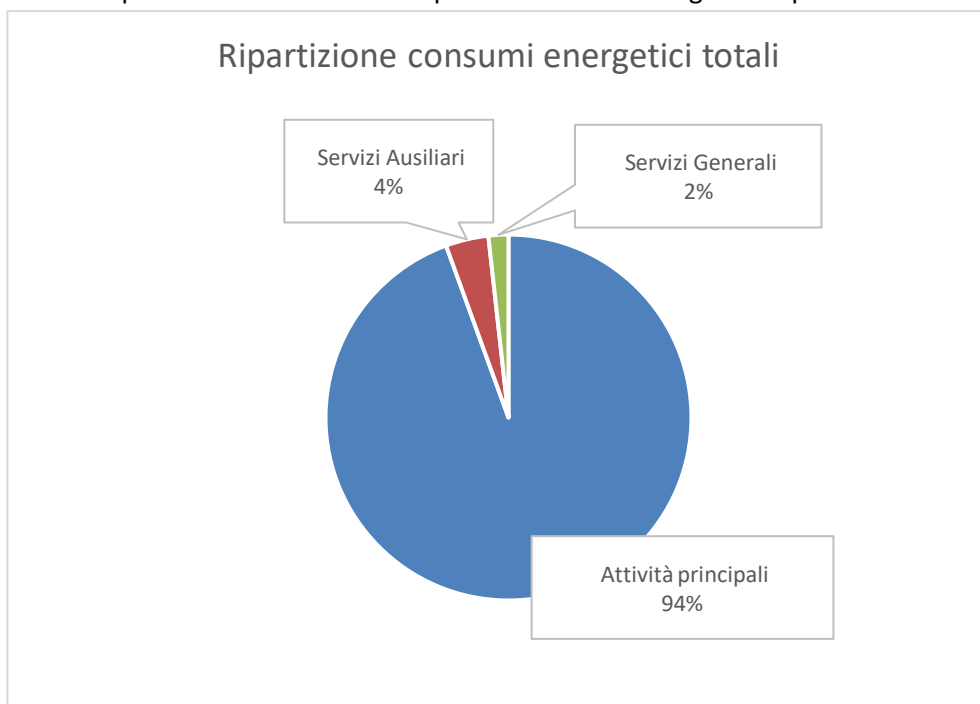
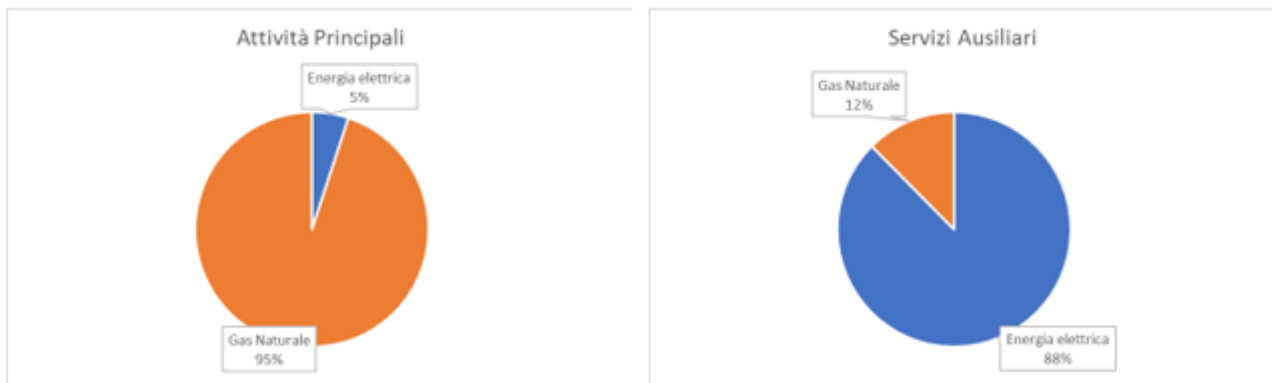


Figura 23 - Ateco 23.11.00: Ripartizione dei consumi energetici tra le aree funzionali

Di questi, come evidenziano i diagrammi riportati in Figura 24, le attività principali sono caratterizzate da una netta prevalenza (circa il 95% del consumo totale dell'attività principale) del consumo termico (GN o Olio combustibile) e al contrario i servizi ausiliari presentano una predominanza del consumo elettrico (88% del consumo totale dei servizi ausiliari) rispetto al consumo termico.



**Figura 24 - Ateco 23.11.00: Incidenza dei vettori energetici nelle attività principali e sui servizi ausiliari**

Benchè per il codice Ateco 23.11.00 il numero delle diagnosi energetiche presenti nella banca dati ENEA fosse esiguo è stato possibile determinare con buona affidabilità degli indici di prestazione energetica di primo livello (Tabella 24), maggiori dettagli sull'analisi degli indici di primo livello sono riportati nella scheda presente nell'allegato 1.

**NOTA BENE:** Gli indici individuati di prestazione energetica individuati debbono considerarsi riferiti ai consumi finali di energia e non a consumi primari

Osservazione sul campione statistico: Il campione dati è molto limitato, tuttavia l'analisi dati delle diagnosi relative alla produzione di vetro piano ha permesso di determinare degli indici di prestazione energetici caratteristici con una buona affidabilità nel campo di esistenza riportato. Si fa però presente che i siti produttivi presentano produzioni di due tipologie differenti, intesi per usi e mercati differenti. Ciascuna produzione potrebbe risentire di specializzazioni produttive che potrebbero rendere l'analisi poco significativa in termini di media per tutto il codice merceologico che si intende rappresentare.

Analizzando nel dettaglio le diagnosi energetiche afferenti al codice Ateco 23.11.00 è stato possibile isolare il consumo energetico afferente alla fase di fusione, è stato quindi individuato un indice di prestazione energetico della fase di fusione relativo ai forni "Side Port". Anche in questo caso l'indice di prestazione energetico individuato deve essere considerato come un indice relativo ai consumi finali di energia e non consumi primari (Tabella 25).

**Tabella 24 –Ateco 23.11.00 – IPE di I livello: globale, elettrico e termico**

23.11.00: IPE Globale				
t	t	MJ/t	Affidabilità	Coeff. Di Variazione
170.000	250.000	7.039 ± 367	ALTA	5,2 %
23.11.00: IPE elettrico				
t	t	MJ/t	Affidabilità	Coeff. Di Variazione
170.000	250.000	592 ± 186	MEDIA	31,4 %
23.11.00: IPE termico				
t	t	MJ/t	Affidabilità	Coeff. Di Variazione
170.000	250.000	6.445 ± 370	ALTA	5,7 %

**Tabella 25 - Ateco 23.11.00 – IPE di II livello: fase di fusione - forni side-port**

23.11.00: IPE medio forni Side Port				
t/g	t/g	MJ/t	Affidabilità	Coeff. Di Variazione
480	660	6.320 ± 620	ALTA	10,2 %

#### 6.2.2.5 Ateco 23.12.00: lavorazione e trasformazione del vetro piano

Per quanto riguarda il sottogruppo Ateco 23.12.00 “Lavorazione e trasformazione del vetro piano” l’analisi delle diagnosi ha evidenziato una forte eterogeneità nei prodotti e processi che si evidenzia anche con l’utilizzo di differenti parametri di riferimento della produzione. Infatti, le 45 diagnosi energetiche presentate per l’ottemperamento dell’obbligo previsto dal D.Lgs. 102/2014 sono state suddivise in base all’unità di misura utilizzata per definire la produzione:

- 28 diagnosi presentano come unità di misura della produzione la superficie prodotta [m2]
- diagnosi presentano come unità di misura della produzione l’unità di massa [t]
- 4 diagnosi presentano come unità di misura della produzione il numero di pezzi [pz]
- 2 diagnosi presentano come unità di misura della produzione il volume [m3]
- 3 diagnosi presentano come unità di misura della produzione le ore lavorate [h]

L’analisi di è concentrata sui due principali gruppi di diagnosi energetiche, cioè quelle che riportano come unità di misura della produzione i metri quadri e quelle che riportano le tonnellate.

Il sottogruppo Ateco 23.12.00 a differenza del 23.11.00 presenta, trattandosi di seconde o terze lavorazioni, una predominanza del vettore energetico elettrico rispetto a quello termico. Il diagramma in Figura 25 evidenzia come circa l’80% dei consumi è relativo all’energia elettrica e solo il restante 20% relativo a consumi termici.

In Figura 26 è riportata la ripartizione dei consumi termici ed elettrici nelle diverse aree funzionali, in particolare il consumo elettrico è concentrato principalmente sulle attività principali con un'incidenza di circa il 78% e sui servizi ausiliari con un'incidenza del 16% con solo un 6% del consumo elettrico imputabile ai servizi generali. Situazione completamente diversa per il consumo termico dove risulta essere concentrato in egual maniera, con un'incidenza del 45% sua sulle attività principali che sui servizi generali, mentre i servizi ausiliare presentano solamente una quota di consumo termico pari al 10%.

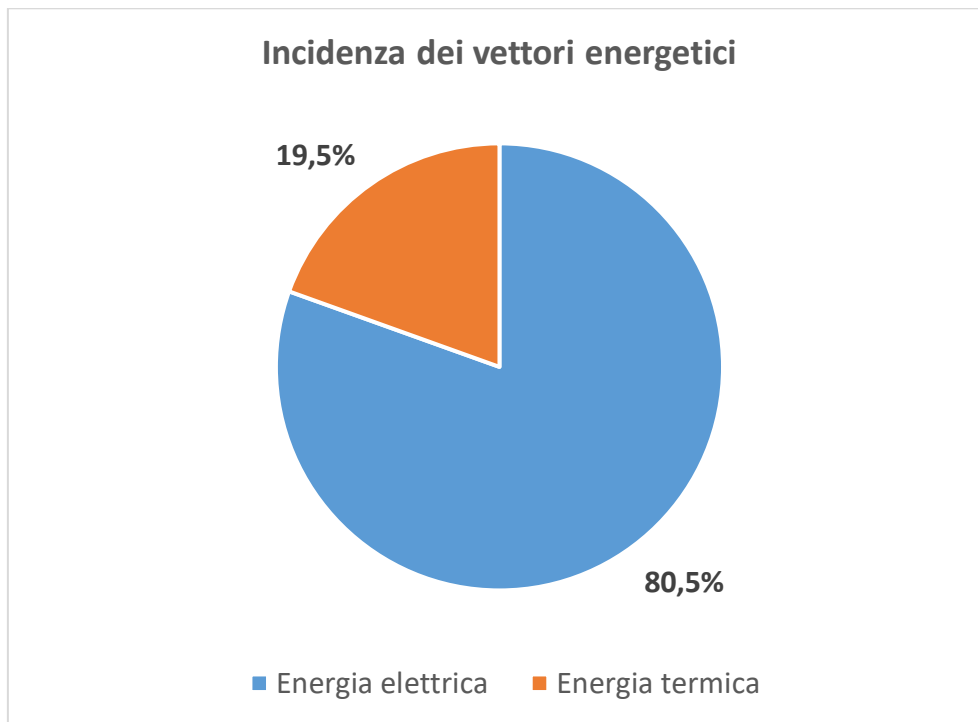


Figura 25 – Incidenza dei vettori energetici sul processo di lavorazione del vetro

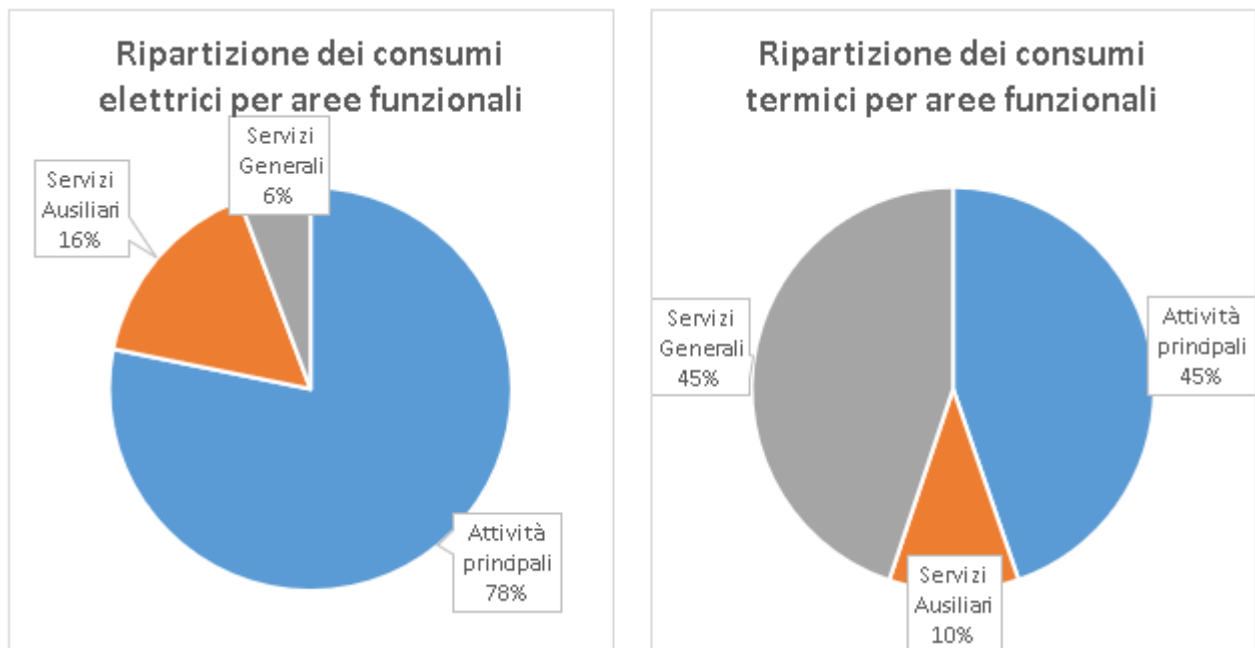


Figura 26 – Ripartizione dei consumi elettrici e termici sulle differenti aree funzionali

Per quanto riguarda la determinazione degli indici di prestazione energetica, questi sono stati calcolati sia rispetto alla lavorazione del vetro in tonnellate che in metri quadri.

Causa l'elevata eterogeneità del campione dati non è stato possibile individuare indici di prestazione energetica di secondo livello per il sotto-gruppo Ateco 23.12.00.

**Indici di prestazione energetica riferiti alle tonnellate di vetro lavorato**

Per quanto riguarda la lavorazione del vetro con produzione espressa in tonnellata è stato possibile ricavare l'indice di prestazione energetica di primo livello, globale, elettrico e termico (Tabella ). Maggiori dettagli sull'analisi degli indici di primo livello sono riportati nella scheda presente nell'allegato A.

**NOTA BENE:** Gli indici individuati di prestazione energetica individuati debbono considerarsi riferiti ai consumi finali di energia e non a consumi primari

**Osservazione sul campione statistico:** Il campione dati ricavato risulta essere poco omogeneo in quanto presenta una notevole varietà di secondo e terze lavorazioni che non è stato possibile aggregare ulteriormente.

**Tabella 26 - Ateco 23.12.00 – IPE di I livello per produzioni espresse in tonnellate: globale, elettrico e termico**

23.12.00: IPE Globale				
t	t	MJ/t	Affidabilità	Coeff. Di Variazione
1.500	7.500	2.367 ± 787	MEDIA	33,2%
23.12.00: IPE elettrico				
t	t	MJ/t	Affidabilità	Coeff. Di Variazione
1.500	7.500	2.414 ± 567	MEDIA	23,5%
23.12.00: IPE termico				
t	t	MJ/t	Affidabilità	Coeff. Di Variazione
1.500	7.500	169 ± 142	BASSA	84,0%

**Indici di prestazione energetica riferiti ai metri quadri di vetro lavorato**

Per quanto riguarda la lavorazione del vetro con produzione espressa in metri quadri è stato possibile ricavare l'indice di prestazione energetica di primo livello riferito solo al consumo globale e al consumo elettrico (Tabella 27). I dati relativi al consumo termico presentano un'elevata eterogeneità non correlata con i livelli di produzione. Maggiori dettagli sull'analisi degli indici di primo livello sono riportati nella scheda presente nell'allegato A.

**NOTA BENE:** Gli indici individuati di prestazione energetica individuati debbono considerarsi riferiti ai consumi finali di energia e non a consumi primari



**Osservazione sul campione statistico:** Il campione dati ricavato risulta essere poco omogeneo in quanto presenta una notevole varietà di secondo e terze lavorazioni che non è stato possibile aggregare ulteriormente. Inoltre la produzione espressa solamente in metri quadri crea un'ulteriore difficoltà nel rendere omogenei i dati. Questa elevata eterogeneità del campione dati non ha permesso l'individuazione di un indice di prestazione energetica termico riferito alle produzioni in metri quadri.

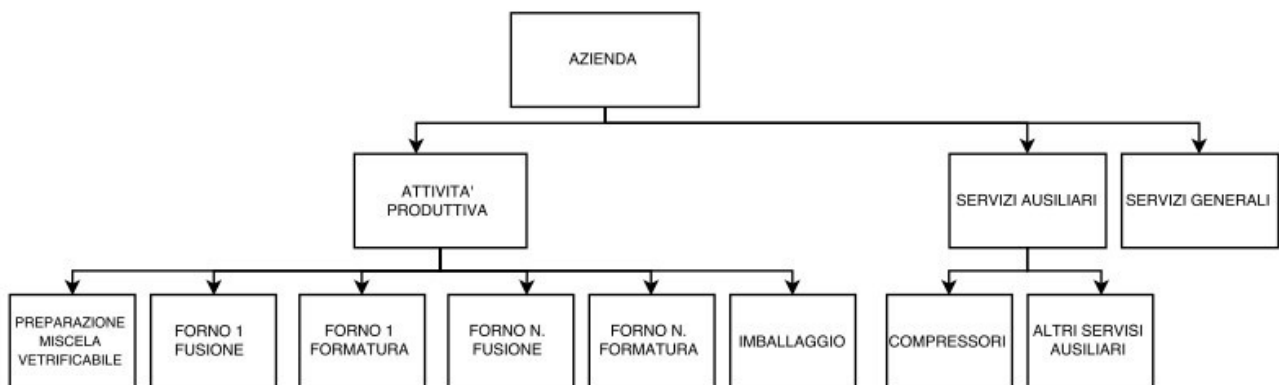
**Tabella 27 - Ateco 23.12.00 – IPE di I livello per produzioni espresse in metri quadri: globale ed elettrico**

23.12.00: IPE Globale				
m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	MJ/m <sup>2</sup>	Affidabilità	Coeff. Di Variazione
30.000	99.999	127 ± 56	MEDIA	44,1%
100.000	900.000	53 ± 26	MEDIA	49,1%
23.12.00: IPE elettrico				
m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	MJ/m <sup>2</sup>	Affidabilità	Coeff. Di Variazione
30.000	290.000	63,2 ± 37,2	MEDIA	58,9%
640.000	890.000	45,9 ± 19,2	MEDIA	41,8%

### 6.2.3 Ateco 23.13.00: Vetro Cavo per la produzione di imballaggi alimentari -

In questo capitolo viene definita la struttura energetica che dovrebbe essere presa in considerazione nel momento in cui si affronta la diagnosi energetica in stabilimenti produttivi relativi alla produzione di vetro cavo per la produzione di imballaggi alimentari.

#### 6.2.3.1 Struttura Energetica vetro cavo



**Figura 27 - Diagramma di Flusso nel processo di produzione del vetro cavo**

La struttura energetica dell'industria del vetro cavo risulta abbastanza omogenea e standardizzabile (Figura 27).

I principali consumi energetici derivano dalla fusione e formatura del vetro, e in misura minore, ma comunque significativa, dalla produzione di aria compressa per la movimentazione e funzionamento dei macchinari, in particolare per le macchine di formatura.

#### 6.2.3.2 I vettori energetici

La tipologia di vettori energetici impiegati nella produzione del vetro cavo dipende dal tipo di azienda e dalle singole scelte di politica energetica adottate: tipicamente si tratta di energia elettrica, metano ed olio combustibile BTZ. Gli altri vettori hanno un peso minore sul consumo energetico complessivo (generalmente marginale, i.e. < 5%), e comprendono principalmente gasolio per autotrazione e per i generatori di emergenza, e gas tecnici (e.g. acetilene per stampi e saldature, ossigeno). In rari casi possono essere presenti anche forniture di energia da fonti esterne, quali vapore e acqua calda.

Nel caso di forni ad ossicombustione in cui l'ossigeno comburente non venga totalmente autoprodotta in situ, il quantitativo di ossigeno acquistato deve essere specificato nella diagnosi, affinché i consumi di energia primaria (tep) associati alla sua generazione possano essere debitamente contabilizzati.

L'autoproduzione di elettricità dai cascami energetici del forno fusorio o mediante altri mezzi (e.g. solare o eolico) risulta al momento sostanzialmente marginale, seppur in progressiva diffusione.

I vettori energetici individuabili all'interno dell'industria del vetro cavo sono pertanto:

1. Energia elettrica
2. Metano
3. Olio combustibile BTZ
4. Ossigeno per ossicombustione (se acquistato)
5. Gasolio per autotrazione
6. Altri (gas tecnici, vapore, acqua calda, ecc.)

#### 6.2.3.3 Analisi dei consumi energetici

Per analizzare i consumi energetici di un qualsivoglia stabilimento produttivo è necessario che questi vengano normalizzati con i "driver di consumo" corretti in modo tale da individuare degli Indici di Prestazione Energetica che siano realmente rappresentativi e confrontabili.

Questi "driver di consumo" possono essere differenti in funzione del livello energetico ed in funzione dello specifico processo che si va ad analizzare.

In particolare, è possibile individuare i seguenti parametri correttivi o driver energetici per i differenti Livelli della struttura energetica proposta da ENEA:

- Livelli A, B e C, quantità di vetro prodotto (cavato in tonnellate/anno) e quantità di rottame utilizzato (rottame in tonnellate/anno);
- Livello D – Attività Principale:
  - o Preparazione e fusione quantità di vetro prodotto (cavato in tonnellate/anno) e quantità di rottame utilizzato (rottame in tonnellate/anno);
  - o Formatura quantità di vetro prodotto (cavato in tonnellate/anno);
  - o Imballaggio quantità di vetro prodotto (cavato in tonnellate/anno) e quantità di vetro imballato (tonnellate/anno);

- Livello D – Servizi ausiliari: quantità di vetro prodotto (cavato in tonnellate/anno) o quantità di vetro lavorato (tonnellate/anno) e se disponibile quantità di aria compressa prodotta ed utilizzata (Nm3/anno)
- Livello D – Servizi generali: quantità di vetro prodotto (cavato in tonnellate/anno) e superficie locali climatizzati

**Nota bene:** Per la determinazione degli Indici di Prestazione Energetica Specifici (IPS) per la fase di preparazione della miscela vetrificabile e di fusione, come anche indicato nelle BAT di settore [22], bisogna ricondursi ad un consumo energetico normalizzato al 50 % di rottame. Questo normalizzazione permette un confronto prestazionale oggettivo tra le diverse realtà produttive, non influenzato da componenti esterne quali la quantità di rottame introdotto nel forno. La riduzione del consumo energetico legato all’aumento dell’uso del rottame non è infatti legato alle prestazioni della macchina, ma alla possibilità di approvvigionamento di rottame di qualità e alla qualità di vetro prodotto.

Nel calcolo dell’Indice Prestazionale Specifico (Ips) relativo al livello LD della struttura energetica proposta da ENEA deve quindi essere applicata la seguente formula:

$$IPE50\% = \frac{\frac{\text{Consumo energetico totale}}{1 + \frac{(50 - \text{percentuale rottame}\%) * 0,025}{10}}}{\text{Cavato}}$$

Per tutte le altre aree funzionali si deve considerare come driver energetico o destinazione d’uso la quantità di vetro prodotto (cavato in tonnellate/anno), ma per il calcolo dell’Indice di Prestazione Specifico i consumi energetici non debbono essere normalizzati al 50% di rottame, in quanto l’energia richiesta da tali aree non è influenzata dalla quantità di rottame utilizzato.

Inoltre nel caso di produzione prevalente di vetro bianco e mezzo bianco nella valutazione degli indici globali che specifici relativi alle attività principali la deviazione standard riportata, utilizzata per determinare l’intervallo di confidenza deve essere moltiplicata per 1,5.

Per quanto riguarda il sotto-gruppo afferente al vetro cavo siti che hanno presentato la diagnosi energetica sono circa il 34% del totale dei siti riconducibili alla produzione del vetro (Figura 19).

#### 6.2.3.4 Ateco 23.13.00: Fabbricazione di vetro cavo - Indici di I livello

L’analisi delle diagnosi per il codice Ateco 23.13.00 “Fabbricazione di vetro cavo” ha evidenziato una netta prevalenza dell’utilizzo del calore nei consumi energetici legati al processo produttivo del vetro cavo. Nel diagramma riportato in Figura 28 è possibile osservare come l’energia termica incida quasi per l’82% rispetto ai consumi totali e solamente il 18% è imputato al consumo di energia elettrica. Nel campione analizzato l’energia termica utilizzata per il processo proviene per il 75% da Gas naturale e per il 7% da BTZ.

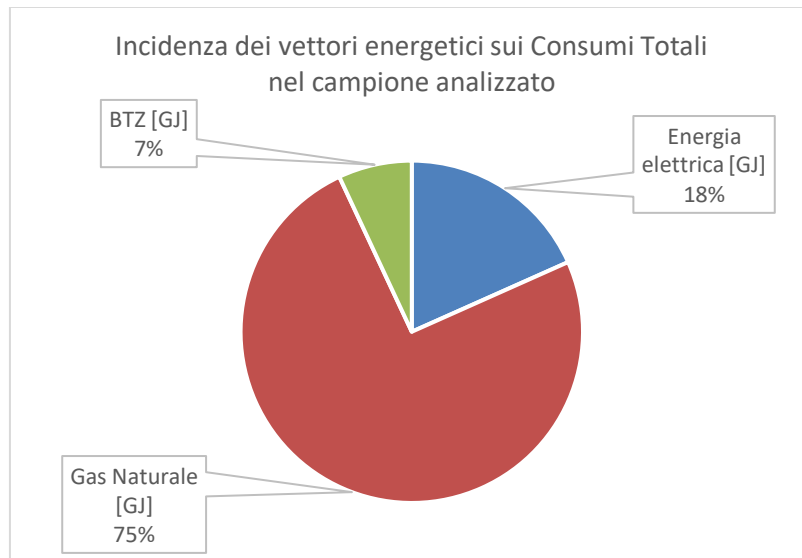


Figura 28 – Ateco 23.13.00: Incidenza dei vettori energetici

L'analisi dei consumi energetici per le differenti aree funzionali (Figura 29) permette di evidenziare come circa l'86% del consumo totale di energia è imputabile alle attività principali, circa il 10% ai servizi ausiliari e solo un 2% dei consumi è imputabile ai servizi generali. Vi è un ulteriore 2% di energia non rendicontata all'interno delle aree funzionali.

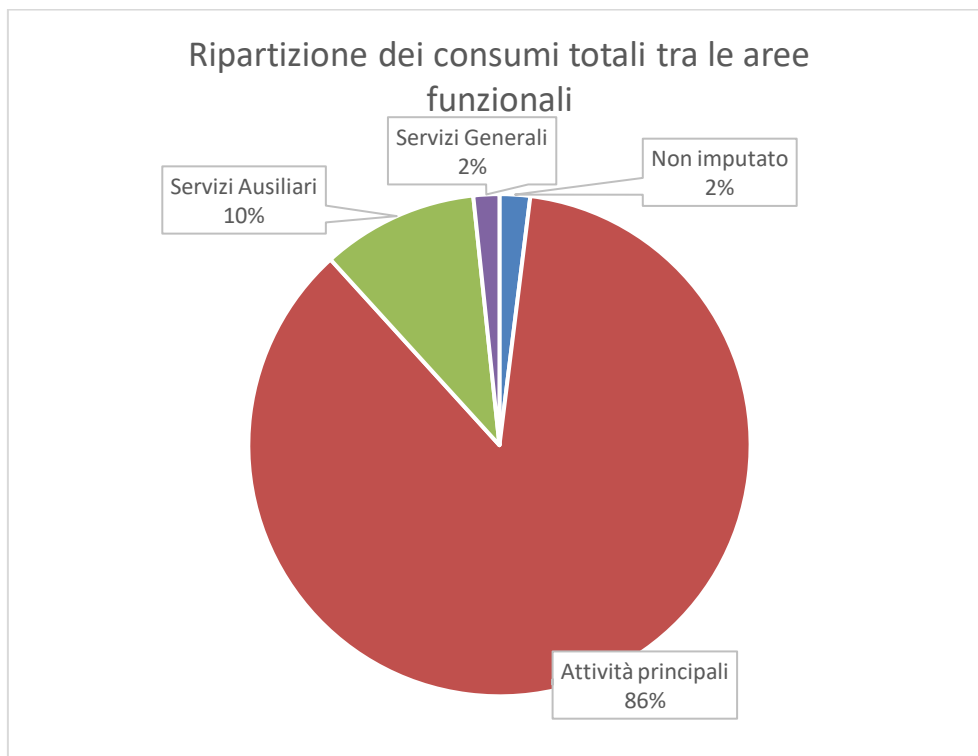


Figura 29 – Ateco 23.13.00: Ripartizione dei consumi energetici totali tra le aree funzionali

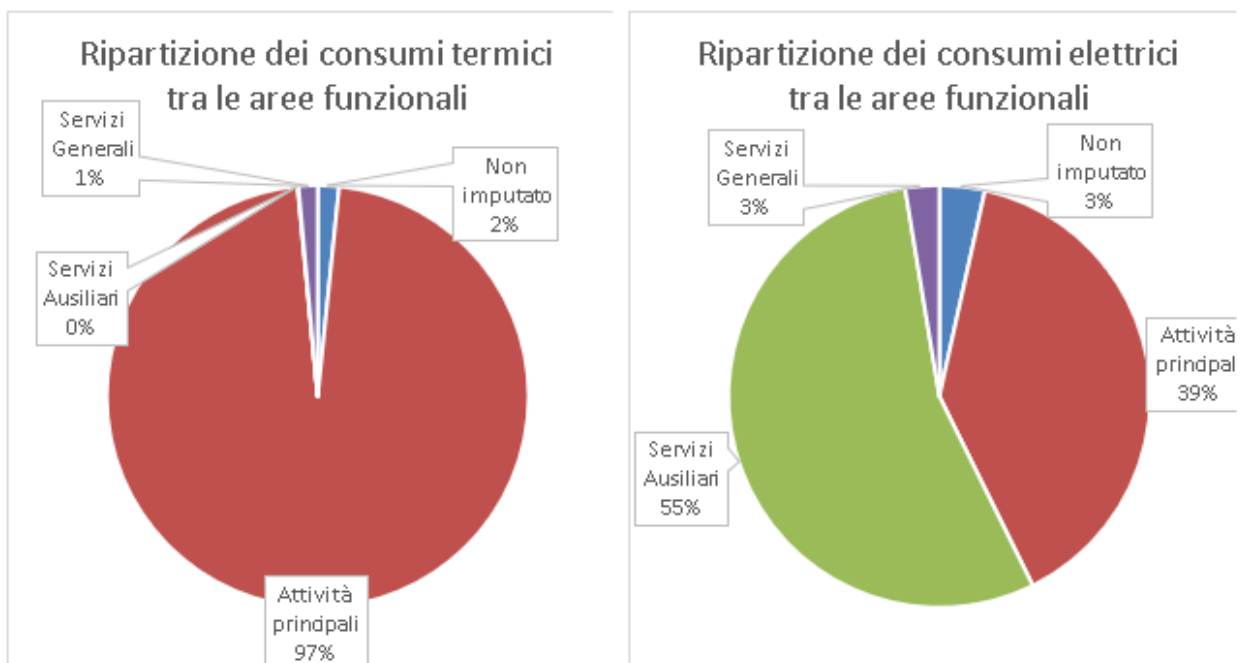
L'analisi della ripartizione dei consumi sulle differenti aree funzionali in base alla tipologia di vettore energetico (Figura 30) evidenzia come il vettore termico proveniente dall'utilizzo di Gas Naturale e BTZ sia imputabile quasi esclusivamente alle attività principali (con un'incidenza del 97%). Per quanto riguarda i consumi elettrici, si osserva un'alta incidenza sia sulle attività principali (con incidenza del 39%), che sui

servizi ausiliari (con un'incidenza di circa il 55%). L'alta incidenza dell'energia elettrica sui servizi ausiliari è legato fortemente alla produzione di aria compressa.

Il campione statistico a disposizione ha permesso di individuare sia gli indici di primo livello (Tabella 28) che alcuni indici di secondo livello. Per l'analisi di dettaglio degli indici di primo livello si rimanda alla scheda presente nell'allegato 1 del presente documento.

**NOTA BENE: Gli indici individuati di prestazione energetica individuati debbono considerarsi riferiti ai consumi finali di energia e non a consumi primari**

Osservazione sul campione statistico: benché il campione dati sia consistente, questo presenta al suo interno tipologie di prodotto differenti. Pertanto gli indici sono stati determinati solamente sulla produzione prevalente all'interno del sottogruppo Ateco 23.13.00 ed in particolare sulla produzione di imballaggi ad uso alimentare con l'esclusione quindi dei prodotti per la casa, prodotti farmaceutici, profumeria e cristalleria.



**Figura 30 – Ateco 23.13.00: Ripartizione dei consumi energetici termici ed elettrici tra le aree funzionali**

**Tabella 28 - Ateco 23.13.00 – IPE di I livello: globale, elettrico e termico**

<b>23.13.00: IPE Globale</b>				
<b>t</b>	<b>t</b>	<b>MJ/t</b>	<b>Affidabilità</b>	<b>Coeff. Di Variazione</b>
30.000	124.999	<b>6.627 ± 1.471</b>	<b>MEDIA</b>	<b>22,2 %</b>
125.000	400.000	<b>5.497 ± 606</b>	<b>ALTA</b>	<b>11,0%</b>
<b>23.13.00: IPE elettrico</b>				
<b>t</b>	<b>t</b>	<b>MJ/t</b>	<b>Affidabilità</b>	<b>Coeff. Di Variazione</b>
30.000	124.999	<b>1.256 ± 247</b>	<b>ALTA</b>	<b>19,7%</b>
125.000	400.000	<b>998 ± 137</b>	<b>ALTA</b>	<b>13,7%</b>
<b>23.13.00: IPE termico</b>				
<b>t</b>	<b>t</b>	<b>MJ/t</b>	<b>Affidabilità</b>	<b>Coeff. Di Variazione</b>
30.000	124.999	<b>5.358 ± 1.293</b>	<b>MEDIA</b>	<b>24,1 %</b>
125.000	400.000	<b>4.491 ± 524</b>	<b>ALTA</b>	<b>11,7%</b>

**Nota:** nel caso di produzione prevalente di vetro bianco e mezzo bianco nella valutazione degli indici globali che specifici relativi alle attività principali la deviazione standard riportata, utilizzata per determinare l'intervallo di confidenza deve essere moltiplicata per 1,5.

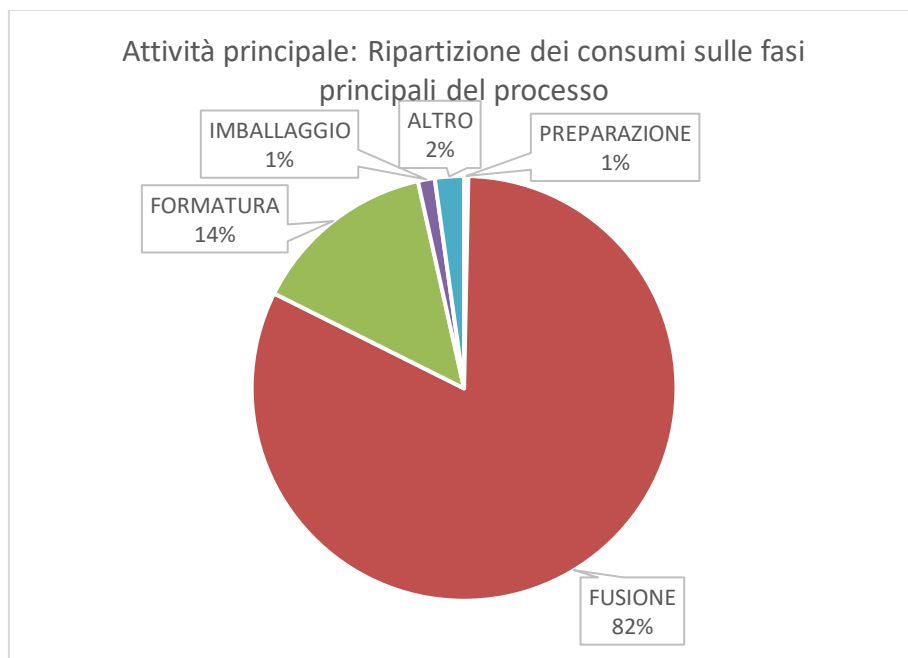
#### 6.2.3.5 Ateco 23.13.00: Fabbricazione di vetro cavo- Indici di II livello

Il processo di produzione del vetro cavo risulta essere sufficientemente omogeneo, presentando tuttavia differenze sostanziali nella tipologia di prodotto. Pertanto l'analisi del sottogruppo Ateco 23.13.00 si è incentrata sulla produzione di imballaggi ad uso alimentare con l'esclusione quindi dei prodotti per la casa, prodotti farmaceutici e profumeria e cristalleria. Tale analisi risulta pertanto coerente con la suddivisione suggerita sia dalle Bref che dall'associazione di categoria.

#### 6.2.3.6 Attività principali – la fusione

Il primo aspetto preso in considerazione è stata la suddivisione dei consumi energetici all'interno delle attività principali, in particolari come questi si ripartiscono su:

- Preparazione;
- Fusione;
- Formatura;
- Imballaggio;
- Altro.



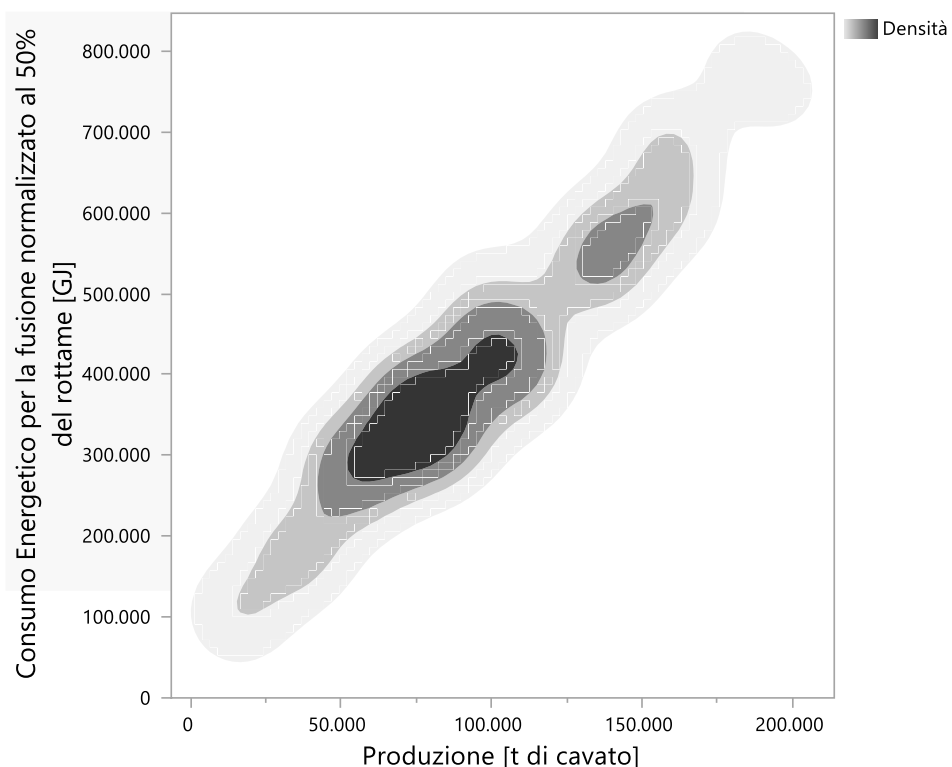
**Figura 31 – Ateco 23.13.00 – Attività principale: ripartizione dei consumi energetici**

Il grafico, riportato in Figura 31, evidenzia come i consumi energetici associati all'attività principale si concentrino nelle fasi di fusione, con circa l'82% dei consumi totali associati all'attività principale, e formatura con un 14% dei consumi totali dell'attività principale. Come già evidenziato in precedenza nella definizione della struttura energetica le altre fasi presentano un'incidenza marginale sui consumi energetici.

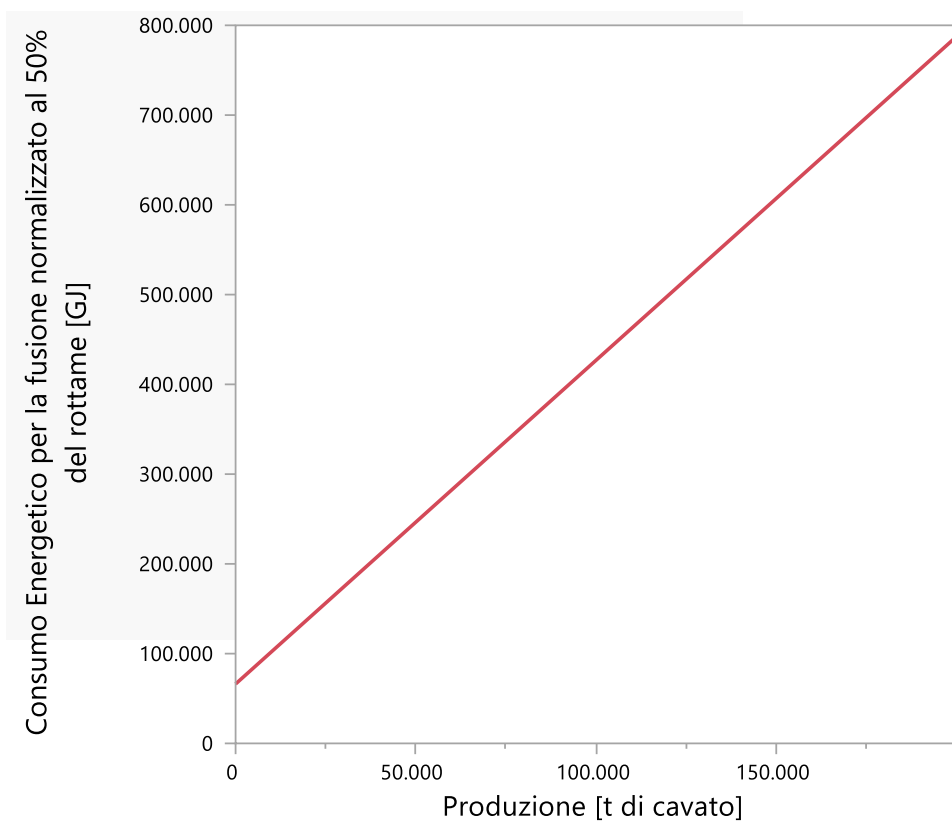
Per le attività principali si è quindi proceduto all'individuazione di indici specifici ed in particolare ci si è concentrati sulla fase di fusione. L'analisi dati ha evidenziato come i forni end-port risultino essere la tipologia prevalente nella produzione di vetro cavo per uso imballaggi alimentari.

Nel grafico di Figura 32 viene riportata la distribuzione dei singoli forni end-port presenti negli stabilimenti produttivi rappresentati come livello di produzione annuo vs consumo energetico normalizzato. Risulta evidente come vi sia una forte correzione tra il consumo energetico ed la produzione di cavato.

Nella successiva Figura 33 è riportata la relativa analisi di regressione.



**Figura 32 – Ateco 23.13.00 – Forni fusori: densità di distribuzione dei punti (consumo energetico normalizzato vs produzione) relativi ai forni fusori end-port presenti negli stabilimenti produttivi**



**Figura 33- Ateco 23.13.00 – Forni fusori: curva di regressione lineare per forni fusori end-port**



L'analisi di regressione lineare mostra un forte correlazione tra il consumo energetico normalizzato e la quantità di vetro prodotto. È possibile, quindi, fornire l'equazione che lega il consumo energetico stimato in funzione del vetro cavato per i forni port-end:

$$\text{Consumo energetico normalizzato al 50\% [GJ]} = 66.179 + 3,606 * \text{Produzione di cavato [t]}$$

La quale presenta i seguenti indici statistici:

R <sup>2</sup>	R	P <sub>value</sub>	N	R <sub>crit</sub> (bidirezionale) α=0,05	R <sub>crit</sub> (bidirezionale) α=0,01
0,951	0,976	<0,0001	39	0,304	0,393

Gli indici statistici qui riportati confermano l'alta affidabilità della retta di regressione.

Oltre alla relazione tra consumo e produzione dato dalla retta di regressione vengono forniti gli indici di prestazione energetica specifici della tipologia di forno end-port (Tabella 2). In questo caso vengono riportati sulla base della produzione giornaliera.

**Tabella 29 - Ateco 23.13.00 – Forni fusori end-port IPE di II livello**

23.13.00: IPE forni fusori "end-port"				
t/g	t/g	GJ/t	Affidabilità	Coeff. di Variazione
40	149,999	5,56 ± 0,80	ALTA	14,4%
150	209,999	4,83 ± 0,35	ALTA	7,2%
210	289,999	4,42 ± 0,50	ALTA	11,3%
290	500	3,95 ± 0,24	ALTA	6,1%

**Nota:** Nel caso di produzione prevalente di vetro bianco e mezzo bianco nella valutazione degli indici globali che specifici relativi alle attività principali la deviazione standard riportata, utilizzata per determinare l'intervallo di confidenza deve essere moltiplicata per 1,5.

#### 6.2.3.7 Servizi Ausiliari – Aria compressa

Come descritto nella struttura energetica del sottogruppo Ateco 23.13.00 il consumo degli ausiliari può essere suddividere tra il consumo energetico dell'aria compressa e altri consumi per servizi ausiliari.

Il grafico di Figura 34 evidenzia come l'incidenza del consumo di aria compressa nei servizi ausiliari sia maggioritario rispetto agli altri consumi con il 58% del consumo totale assorbito. Gli altri impianti ausiliari (impianto acque di raffreddamento formatura, dal prelievo al trattamento finale e riciclo; raffreddamenti; aria comburente; impianto filtrazione emissioni in atmosfera, compreso ventilatore; ecc.) si dividono il restante 42%.

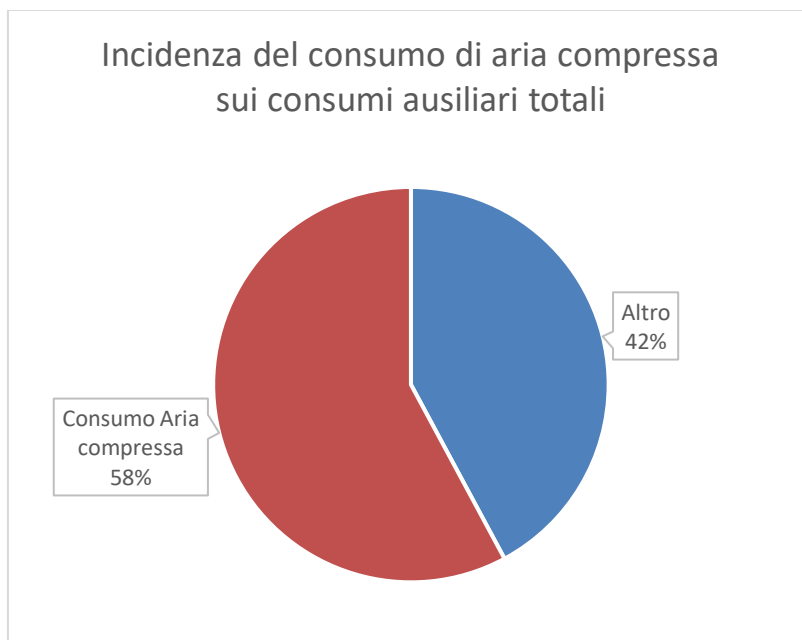


Figura 34 -Ateco 23.13.00 – Ripartizione dei consumi dei Servizi Ausiliari

L'elevata incidenza del consumo di aria compressa sui consumi totali dei siti produttivi risulta anche evidente dall'attenzione mostrata da i redattori dei rapporti di diagnosi energetica, attenzione che ha permesso di determinare degli indici di riferimento per quanto riguarda il consumo energetico imputabile all'utilizzo di aria compressa.

Quando si parla di aria compressa negli stabilimenti produttivi di vetro cavo è necessario fare una premessa, infatti solitamente all'interno degli stabilimenti sono presenti due differenti linee di produzione e distribuzione di aria compressa:

- la linea detta di bassa pressione [BP] relativa all'alimentazione dei sistemi di soffiaggio del vetro, che presenta livelli di pressione indicativamente ricompresi tra 2,5 – 3,5 bar;
- la linea detta di alta pressione [AP] relativa all'alimentazione dei sistemi di attuazione e movimentazione, che presenta livelli di pressione indicativamente ricompresi tra 6 – 8 bar.

Vista l'elevata differenza di pressione tra le due differenti linee di produzione e distribuzione dell'aria compressa si è ritenuto doveroso individuare degli indici di prestazione energetica differenti. Tale differenziazione è stata possibile in quanto i dati presenti nei rapporti di diagnosi energetica sono risultati numerosi e completi. L'analisi ha permesso infatti di individuare il consumo specifico e quindi l'IPE di 64 compressori, 15 dei quali riconducibili a linee di Alta Pressione e i restanti 49 a linee di bassa pressione (Figura 35).

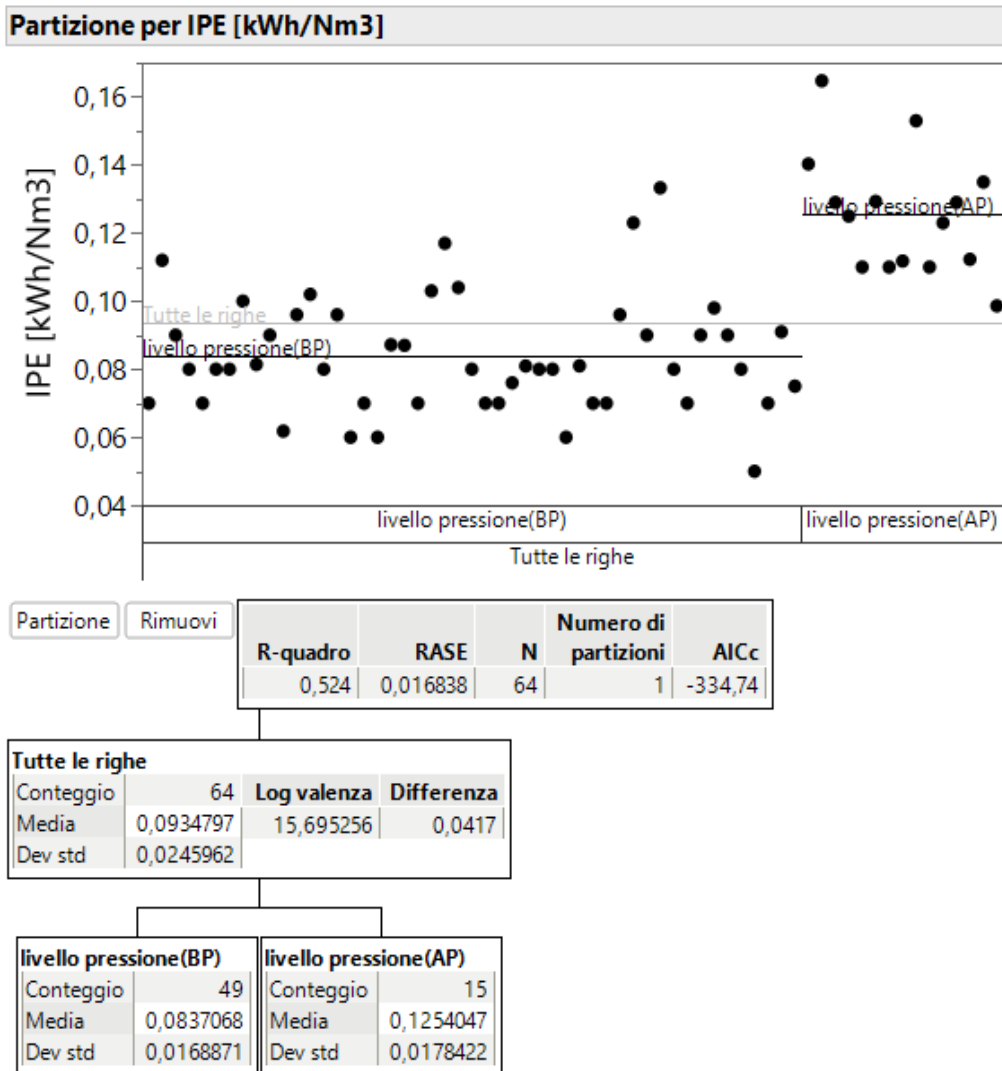


Figura 35 -Ateco 23.13.00 – Aria compressa, analisi dati per i due differenti livelli di pressione

Tabella 30 - Ateco 23.13.00 – Servizi Ausiliari: IPE centrali aria compressa alta e bassa pressione

23.13.00: IPE aria compressa			
	kWh/Nm <sup>3</sup>	Affidabilità	Coeff. di Variazione
<b>AP</b>	<b>0,125 ± 0,018</b>	<b>ALTA</b>	<b>14%</b>
<b>BP</b>	<b>0,084 ± 0,017</b>	<b>ALTA</b>	<b>20%</b>

#### 6.2.4 Conclusioni

L'analisi delle diagnosi energetiche del gruppo Ateco 23.1, in particolare dei sette sottogruppi Ateco ad esso collegati, ha evidenziato una forte concentrazione di diagnosi, circa il 78%, nei sottogruppi Ateco 23.11.00, 23.12.00 e 23.13.00, fotografando il panorama industriale italiano legato alla produzione del vetro. La scarsa numerosità di diagnosi presenti negli altri sottogruppi Ateco, legata anche alla loro eterogeneità, non ha permesso di effettuare analisi rappresentative dei tutti i settori del gruppo 23.1. Pertanto l'analisi si è

concentrata sui sottogruppi Ateco 23.11.00 e 23.12.00 che riguardano la produzione lavorazione del vetro piano e del sottogruppo 23.13.00 relativo alla produzione di vetro cavo.

Per questi si è proceduto per step andando prima a studiare il campione dati a disposizione valutandone l'omogeneità e quindi la rilevanza statistica. Questa prima fase ha visto restringere ulteriormente l'ambito di validità delle analisi. Successivamente si è andato lì dove possibile a determinare gli indici di prestazione energetica sia di primo che di secondo livello.

Per il sottogruppo Ateco 23.11.00, malgrado il numero limitato di diagnosi energetiche analizzato e la presenza di due tipologie differenti di prodotto, è stato possibile determinare sia gli indici di primo livello, che l'indice di secondo livello legato alla fase di fusione ed in particolare del forno side-port. Tutte le diagnosi infatti presentavano la medesima tipologia di fusorio. Questa caratteristica comune ha permesso di individuare in principali indici in quanto il peso del consumo energetico associato alla fase fusione è risultato predominante andando a marginalizzare gli altri consumi.

Situazione differente ha presentato invece l'analisi del sottogruppo Ateco 23.12.00. dove malgrado il campione dati fosse molto numeroso, questo, riguardando lavorazioni del vetro piano, si caratterizzava da un'eterogeneità intrinseca alla tipologia attività, infatti sono presenti una grande varietà di secondo o terze lavorazioni senza un elemento comune avente un consumo predominante. Tale eterogeneità si è resa evidente nella rappresentazione dei dati che le singole aziende hanno fatto, infatti nelle diagnosi energetiche sono presenti differenti unità di misura per rappresentare la produzione: tonnellate, metri quadri, ore uomo, metri cubi, pezzi lavorati. Tale eterogeneità non ha permesso di individuare indici di secondo livello caratteristici e ci si è pertanto fermati all'individuazione solamente dell'indici di primo livello che sono stati calcolati sia per l'unità produttiva espressa in tonnellate che in metri quadri.

Nell'analisi sottogruppo Ateco 23.13.00 si è in parte riproposta la situazione del sottogruppo Ateco 23.11.00 con il vantaggio che in questo caso il numero di diagnosi era numeroso, ed ha permesso di scendere più nel dettaglio del processo. Anche in questo caso il campione dati era caratterizzato da alcuni prodotti e processi con differenze non marginali, tuttavia le diagnosi a disposizione hanno evidenziato una grande maggioranza di processi legati all'imballaggio alimentare (food and beverage), pertanto ci si è concentrati nell'analisi degli indici di questa tipologia di prodotto/processo. Pertanto, gli indici individuati non sono rappresentativi di tutto il sottogruppo Ateco, in quanto sono stati escluse le produzioni legate ai prodotti per la casa, prodotti farmaceutici, profumeria e cristalleria. Per questo sottogruppo ateco, quindi, oltre l'individuazione degli indici di primo livello, è stata fatta un'analisi dei flussi energetici tra le aree funzionali (attività principali, servizi ausiliari e servizi generali). Per le attività principali è stato calcolato l'indici di prestazione energetica della fase predominante, cioè della fusione (82% del consumo delle attività principali), in particolare l'indice relativo ai processi che presentano forni end-port. È stato possibile analizzare con dettaglio anche i servizi ausiliari andando a caratterizzare i consumi energetici legati all'utilizzo di aria compressa fornendo indici caratteristici sia per la fase di compressione a bassa pressione (legata alla fase di soffiaggio) che quella a più alta pressione (legata alla movimentazione e attuazione).

Per altri sottogruppi Ateco purtroppo non avendo a disposizione un campione dati significativo non è stato possibile determinare degli indici rappresentativi

### 6.3 Il settore cemento

Il volume di produzione di cemento in Italia nel 2019 è stato di 19,2 milioni di tonnellate<sup>1</sup>, dato che fa dell'Italia uno dei maggiori produttori di cemento in ambito europeo, nonostante la contrazione degli ultimi anni (-26,7% rispetto al 2012).

Le aziende italiane di produzione del cemento sono 192, con una distribuzione capillare dei diversi stabilimenti produttivi sul territorio nazionale: attualmente operano 55 unità di produzione, sparse in modo capillare su tutto il territorio nazionale, delle quali 32 sono cementifici a ciclo completo e 23 sono officine di macinazione.

In particolare in Tabella 31 sono specificate le tipologie degli stabilimenti, mentre in Figura 36 è riportata la mappa dei cementifici italiani.

**Tabella 31 Distribuzione degli stabilimenti di produzione sul territorio nazionale (fonte AITEC)**

	<b>Nord</b>	<b>Centro e Sardegna</b>	<b>Sud</b>	<b>Totale</b>
<b>Cementerie a ciclo completo</b>	11	9	12	<b>32</b>
<b>Officine di macinazione</b>	12	2	9	<b>23</b>
			<b>Totale</b>	<b>55</b>

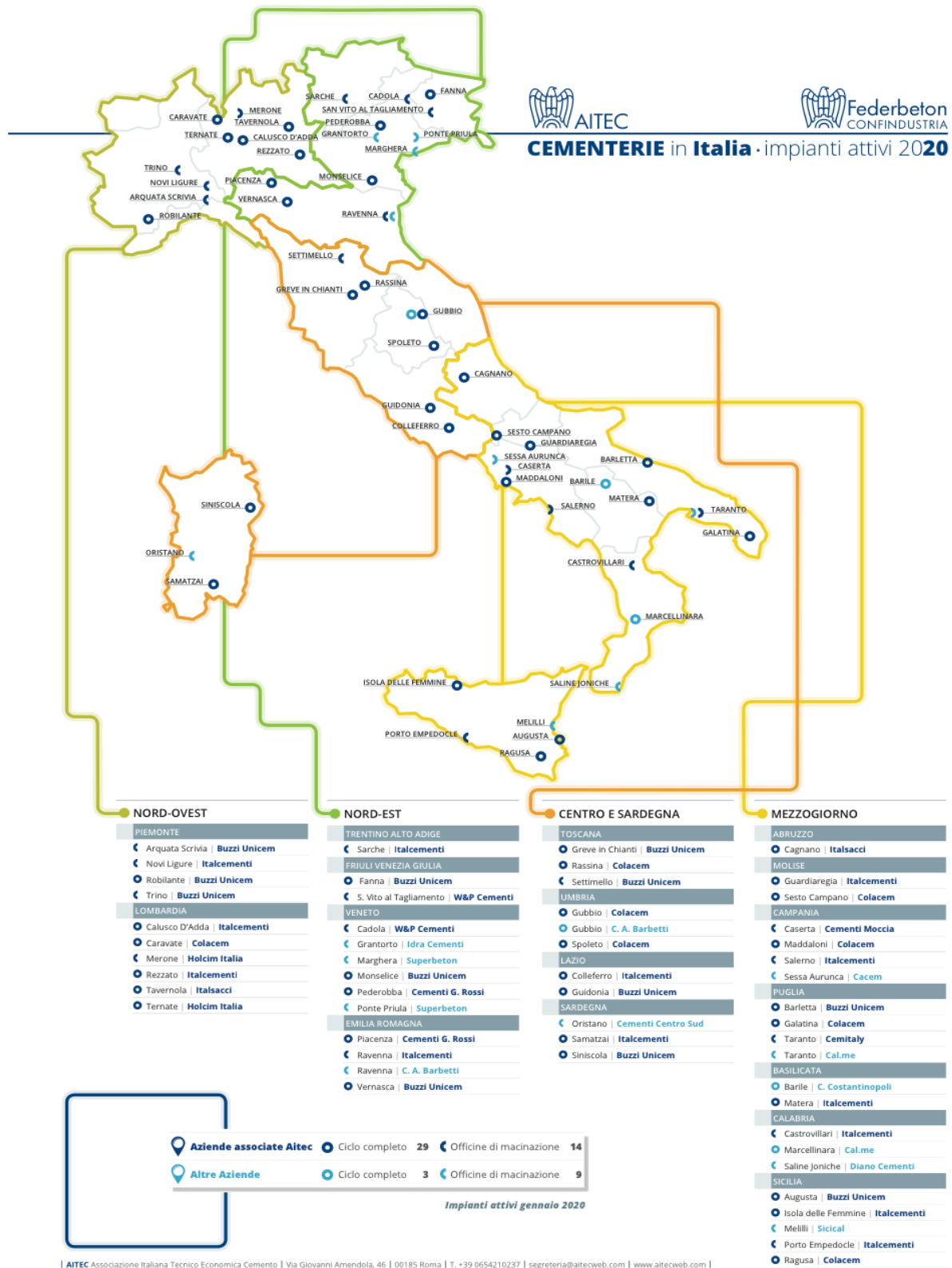


Figura 36 Mappa dei cementifici italiani anno 2020 (Fonte AITEC)

### 6.3.1 Il Ciclo di produzione del cemento

Le fasi principali del ciclo di produzione del cemento sono 5:

1. Estrazione e Frantumazione delle materie prime (calcare e marne) da cave o miniere.
2. Macinazione (riduzione in polvere) delle materie prime ("crudo") e Omogeneizzazione della "farina" ottenuta.
3. Cottura della farina in forno per ottenere il clinker, poi raffreddato bruscamente per mezzo di aria fredda. A questa fase sono attribuiti anche i consumi per il trasporto e trattamento dei combustibili.
4. Macinazione del clinker ("cotto") e dei materiali correttivi (gesso, ceneri volanti, pozzolana, calcare) per la produzione del cemento.
5. Stoccaggio e spedizione del cemento (sfuso o in sacchi).

In Figura 37 è schematizzato il ciclo completo di produzione del cemento.

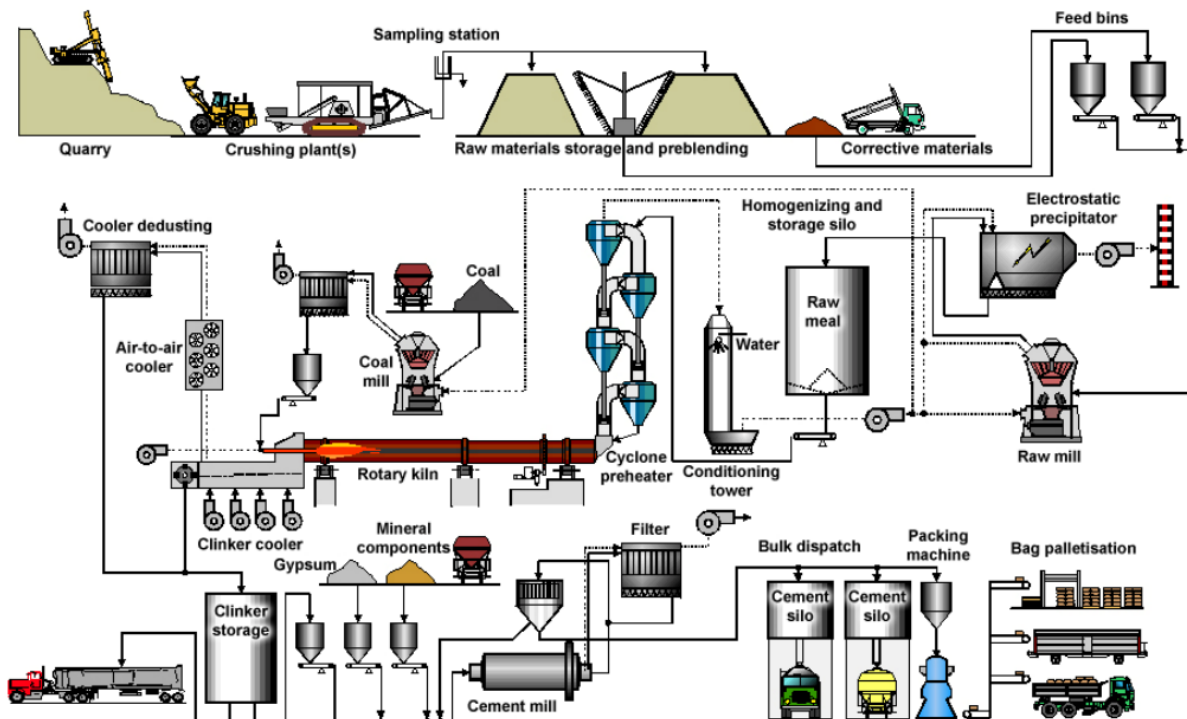


Figura 37 Schema del processo completo di produzione del cemento (Fonte: CEMBUREAU, 2006)

### 6.3.2 Le diagnosi presentate per il settore cemento

Le diagnosi presentate per il Codice ATECO 23.51.00, in relazione alla scadenza del 5 dicembre 2019 sono state 47, di cui:

- 44 diagnosi erano relative a siti in cui si produce cemento grigio;
- 2 diagnosi erano relative, rispettivamente ad un sito in cui si produce cemento bianco e l alla sezione di un sito sempre dedicata alla produzione di cemento bianco;
- 1 diagnosi non era relativa ad un sito produttivo, ma ad una sede amministrativa.

Delle 44 diagnosi relative a siti in cui si produce cemento grigio, solo 30 erano relative cementifici in cui è presente il ciclo completo di produzione del cemento, comprese le fasi di Macinazione e di Cottura delle materie prime, mentre le restanti 14 erano relative ad altrettanti siti in cui si effettua solo la fase di Macinazione del clinker.

### 6.3.3 Indici di prestazione energetica di I livello

Dall'analisi ed elaborazione dei dati contenuti in 29 delle 30 diagnosi relative al processo completo di produzione del cemento grigio sono stati determinati gli Indici di prestazione energetica generali, ovvero relativi all'intero ciclo (di primo livello): Elettrico, Termico e Totale (un sito è stato escluso in quanto outlier per alcuni consumi).

In particolare le elaborazioni hanno previsto la determinazione di:

- Retta di regressione dei consumi (Elettrico, Termico e Totale) in funzione della destinazione d'uso generale dei siti, rappresentata dalla produzione di cemento, espressa in t.
- IPE medio (Elettrico, Termico e Totale) con la rispettiva deviazione standard.

Si riportano in Tabella 32 gli Indici di Prestazione Energetica generali o di primo livello (Elettrico, Termico e Globale), maggiori dettagli sull'analisi degli indici di primo livello sono riportati nella scheda presente nell'allegato A.

**Tabella 32 Ateco 23.51.00: IPE di I livello: Globale, elettrico e termico**

<b>23.51.00: IPE Globale</b>				
<b>t</b>	<b>t</b>	<b>MJ/t_cem</b>	<b>Affidabilità</b>	<b>Coeff. Di Variazione</b>
144.803	1.015.000	<b>3.181 ± 307</b>	<b>ALTA</b>	<b>9,65 %</b>
<b>23.51.00: IPE elettrico</b>				
<b>t</b>	<b>t</b>	<b>kWh/t_cem</b>	<b>Affidabilità</b>	<b>Coeff. Di Variazione</b>
145.000	1.015.000	<b>114* ± 13</b>	<b>ALTA</b>	<b>11,40 %</b>
<b>23.51.00: IPE termico</b>				
<b>t</b>	<b>t</b>	<b>MJ/t_clinker</b>	<b>Affidabilità</b>	<b>Coeff. Di Variazione</b>
142.000	1.097.000	<b>3.533 ± 252</b>	<b>ALTA</b>	<b>7,13 %</b>

\*In caso di presenza di Cava o della fase di frantumazione delle materie prime in stabilimento, il valore del consumo può essere incrementato del 2%.

### 6.3.4 Indici di prestazione energetica di II livello - Attività principali

Dopo la determinazione degli IPE generali di sito, sono stati analizzati consumi delle diverse fasi (aree funzionali) del processo di produzione del cemento. Per ciascuna fase sono stati determinati l'IPE Elettrico o Termico o entrambi, in funzione della tipologia di consumi presenti, riferiti alla destinazione d'uso specifica della fase in esame.

#### 6.3.4.1 Indici Elettrici

Le macro-aree di processo caratterizzate da consumi di tipo Elettrico sono le 6 seguenti:

- **REPARTO CAVA:** in cui si svolge la fase di Escavazione e Frantumazione delle materie prime. Tale macro-area non sempre è presente nei cementifici.
- **REPARTO MATERIE PRIME:** in cui si svolgono le fasi di:



- Trasporto e deposito materie prime;
- Essiccazione materie prime;
- Frantumazione materie prime (se effettuata in stabilimento).
- REPARTO CRUDO: in cui si svolge la fase di Macinazione delle materie prime (“crudo”) e Omogeneizzazione della “farina” ottenuta.
- REPARTO FORNO: in cui si svolgono le fasi di:
  - Trasporto e trattamento combustibili;
  - Cottura della farina per ottenere il clinker.
- REPARTO COTTO: in cui si svolgono le fasi di:
  - Macinazione del clinker;
  - Trasporto cemento ai silos di deposito.
- REPARTO SPEDIZIONE: in cui si svolgono le fasi di:
  - Spedizione cemento sfuso;
  - Insacco cemento e pallettizzazione;
  - Spedizione clinker.

Qui di seguito sono riportate le elaborazioni per le fasi comprese all’interno delle 6 macro-aree.

#### ***Reparto Cava: fase di Escavazione e Frantumazione delle materie prime***

Il cemento nasce da materie prime di origine naturale che sono costituite per l’80% da calcare e per il 20% da un materiale ricco in silice ed allumina, ad esempio argilla o caolino. Queste materie sono estratte da cave o miniere coltivate, situate generalmente in prossimità dei cementifici, tramite l’uso di esplosivo o per escavazione, a seconda della durezza. Ad esempio il calcare, che è un materiale duro, richiede l’utilizzo di esplosivo (circa 120 g per tonnellata), mentre l’argilla, tenera e plastica, viene estratta per escavazione.

L’attività estrattiva è accompagnata dallo studio di tecniche per il ripristino e recupero paesaggistico delle aree che possono essere destinate ad attività agricole, al rinverdimento e rimboschimento, alla creazione di aree ricreative, come parchi naturali o giardini, oppure all’insediamento di nuove aree di sviluppo industriale, artigianale o commerciale.

Per la fase di processo di fase di Escavazione e Frantumazione delle materie prime effettuate in cava, il campione è costituito dai 13 siti che, tra tutti quelli oggetto di diagnosi energetica, sono dotati di cava. Il consumo da imputare a tale fase è solo di tipo Elettrico.

La retta di regressione dei consumi Elettrici della fase di Escavazione e Frantumazione delle materie prime relativa al campione dei 12 siti è stata ricavata in funzione della quantità di materia prima frantumata, espressa in tonnellate ed è mostrata in Figura 38, mentre nella Tabella 3 sono riassunti i parametri della regressione stessa.

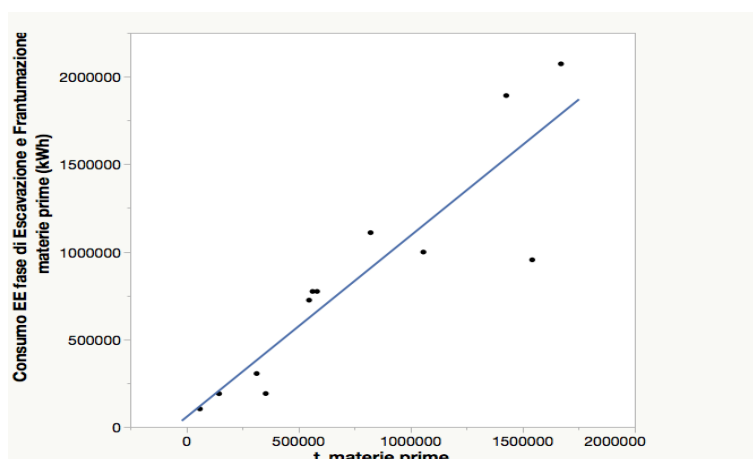


Figura 38 Ateco 23.51.00: Consumo EE vs Produzione per Escavazione e Frantumazione materie prime

Tabella 33 Ateco 23.51.00: Parametri ed equazione retta di regressione consumo vs produzione per attività di escavazione e frantumazione materie prime

$\text{kWh} = 55.156 + 1,036 * \text{Materie prime frantumate [t]}$ Int. Confidenza= 99%						
	R <sup>2</sup>	R	P <sub>value</sub>	N	R <sub>crit</sub> (bidirezionale) α=0,05	R <sub>crit</sub> (bidirezionale) α=0,01
<b>kWh (t_materie prime)</b>	0,805	0,897	< 0,0001	12	0,5324	0,6614

In Tabella 34 è riportato l’IPE medio del consumo Elettrico della fase di Escavazione e Frantumazione delle materie prime effettuata in cava e la relativa deviazione standard per due intervalli di produzione. Nella tabella è riportata anche l’affidabilità dell’IPE Elettrico medio di tale fase del processo.

Tabella 34 Ateco 23.51.00: IPE di II livello elettrici per escavazione e frantumazione materie prime

Determinazione campo esistenza ed IPE reale: media +/- dev.stnd. Prodotto Finale				
Unità misura utilizzate	Produzione		t_materie prime	
	Energia		kWh	
	IPE		kWh/t	
Campo variazione produzione		IPE	Affidabilità	
Min	Max			
t	t	kWh/t	Affidabilità	Coeff di Variazione
60.800	822.000	1,22 ± 0,36	MEDIA	30%
822.000	1.671.000	1,10 ± 0,31	MEDIA	28%
60.800	1.671.000	1,17 ± 0,33	MEDIA	28%

### Reparto materie prime: fase di Frantumazione delle materie prime in stabilimento

La prima fase effettiva di lavorazione è costituita dalla Frantumazione delle materie prime estratte al fine di facilitarne la movimentazione e lo stoccaggio. In genere si utilizza un frantoio che riduce la pezzatura in un intervallo tra i 5 e i 10 cm. Segue la fase di miscelazione che è un'operazione atta ad assicurare una composizione chimica costante alle materie prime e che viene effettuata depositando strati orizzontali dei diversi materiali e poi vengono prelevati in senso verticale, in modo da assicurare omogeneità alla miscela. I materiali miscelati sono campionati e analizzati di continuo tramite apparecchi a raggi gamma. I risultati di queste analisi permettono di individuare le correzioni necessarie per ottenere una miscela ottimale (“crudo”) da inviare come alimentazione alla fase successiva di macinazione. Ad esempio per compensare lo scarso tenore di silice si impiegano sabbia, argilla ad alto contenuto di silice, diatomea o altri materiali, mentre per aumentare il tenore di ossido di ferro si ricorre al ferro naturale oppure all’aggiunta di scaglie di laminazione provenienti dalla lavorazione dell’acciaio. Per la fase di Frantumazione delle materie prime effettuata in stabilimento il campione è costituito da 20 siti. Il consumo da imputare a tale fase è solo di tipo Elettrico. La retta di regressione dei consumi Elettrici della fase di Frantumazione e miscelazione delle materie prime effettuata in stabilimento, relativa al campione dei 20 siti è stata ricavata in funzione della quantità di materia prima frantumata, espressa in tonnellate ed è mostrata in Figura 39 mentre nella Tabella 3 sono riassunti i parametri della regressione stessa.

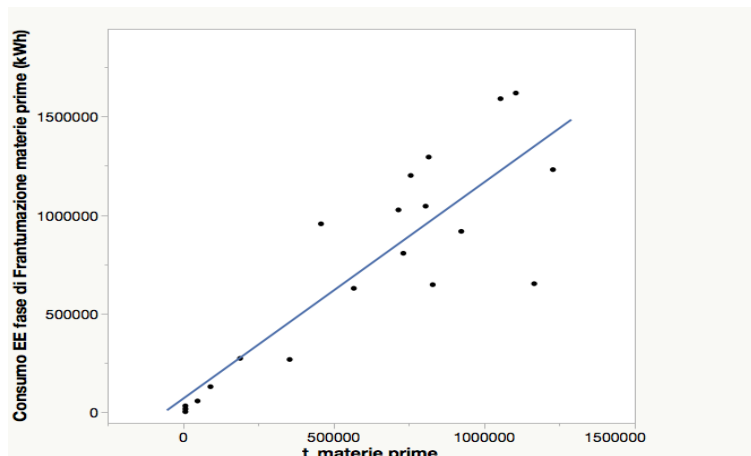


Figura 39 Ateco 23.51.00: Consumo EE vs Produzione per Frantumazione materie prime in stabilimento

Tabella 35 Ateco 23.51.00: Parametri ed equazione retta di regressione consumo EE vs produzione per attività di frantumazione materie prime on stabilimento

Prodotto Finale:						
<b>kWh = 66.651+ 1,10 * Materie prime frantumate [t]</b>						
Int. Confidenza= 99%						
	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R</b>	<b>P<sub>value</sub></b>	<b>N</b>	<b>R<sub>crit</sub> (bidirezionale) α=0,05</b>	<b>R<sub>crit</sub> (bidirezionale) α=0,01</b>
<b>kWh (t_materie prime)</b>	0,749	0,866	< 0,0001	20	0,4227	0,5368

In Tabella 36 è riportato l’IPE medio del consumo Elettrico della fase di Frantumazione delle materie prime effettuata in stabilimento e la relativa deviazione standard per due intervalli di produzione. Nella tabella è riportata anche l’affidabilità dell’IPE Elettrico medio di tale fase del processo.

**Tabella 36 Ateco 23.51.00: IPE di II livello elettrici per frantumazione materie prime in stabilimento**

<b>Determinazione campo esistenza ed IPE reale: media +/- dev.stnd.</b>				
<b>Unità misura utilizzate</b>	Produzione		t_materie prime	
	Energia		kWh	
	IPE		kWh/t	
<b>Campo variazione produzione</b>		IPE	Affidabilità	
<b>Min</b>	<b>Max</b>			
<b>t</b>	<b>t</b>	<b>kWh/t</b>	<b>Affidabilità</b>	<b>Coeff di Variazione</b>
8.300	91.700	<b>1,48 ± 0,80</b>	<b>MEDIA</b>	<b>54%</b>
91.700	1.228.000	<b>1,05 ± 0,37</b>	<b>MEDIA</b>	<b>35%</b>
8.300	1.228.000	<b>1,35 ± 0,71</b>	<b>MEDIA</b>	<b>53%</b>

**Reparto crudo: fase di Macinazione delle materie prime e Omogeneizzazione farina**

L’impianto di macinazione delle materie prime le riduce in farina molto fine, con dimensioni dei granelli inferiori ai 160 µm, e il molino che effettua tale operazione è indicato come “molino del crudo”, proprio perché tratta un materiale non ancora cotto nel forno. L’impianto effettua contemporaneamente anche l’essiccazione per eliminare il contenuto di acqua che può arrivare al 7%.

I molini del crudo sono di due tipi:

- Molini a sfere,
- Molini a piste e rulli

I molini a sfere sono quelli più in uso e sono costituiti da un corpo cilindrico entro cui sono contenute delle sfere metalliche di diverso diametro che costituiscono i corpi macinanti. La materia prima entra nel molino dove delle corazze metalliche, montate all’interno del molino, sollevano le sfere facendole ricadere insieme alla materia prima che viene così ridotta di pezzatura per effetto dell’urto.

I molini a piste e rulli sono costituiti da rulli che premono su una pista di forma anulare che gira a bassa velocità. In tale caso la riduzione di pezzatura della materia prima avviene per compressione.

Per la fase di Macinazione delle materie prime e Omogeneizzazione della farina il campione è costituito da 26 siti. Il consumo da imputare a tale fase è solo di tipo Elettrico.

La retta di regressione dei consumi Elettrici della fase di Macinazione delle materie prime e Omogeneizzazione della farina, relativa al campione dei 26 siti è stata ricavata in funzione della quantità di farina prodotta, espressa in tonnellate ed è mostrata in Figura 40, mentre nella Tabella 37 sono riassunti i parametri della regressione stessa.

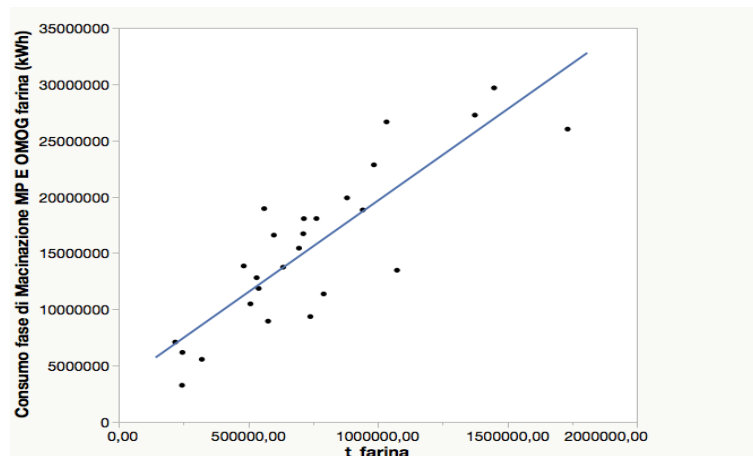


Figura 40 Ateco 23.51.00: Consumo EE vs Produzione per Macinazione e Omogeneizzazione

Tabella 37 Ateco 23.51.00: Parametri ed equazione retta di regressione consumo EE vs produzione per attività di Macinazione e Omogeneizzazione

$\text{kWh} = 3.395.804 + 16,24 * \text{farina prodotta [t]}$ Int. Confidenza = 99%						
	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R</b>	<b>P<sub>value</sub></b>	<b>N</b>	<b>R<sub>crit</sub> (bidirezionale) α=0,05</b>	<b>R<sub>crit</sub> (bidirezionale) α=0,01</b>
<b>kWh (t_farina)</b>	0,730	0,854	< 0,0001	26	0,3809	0,4869

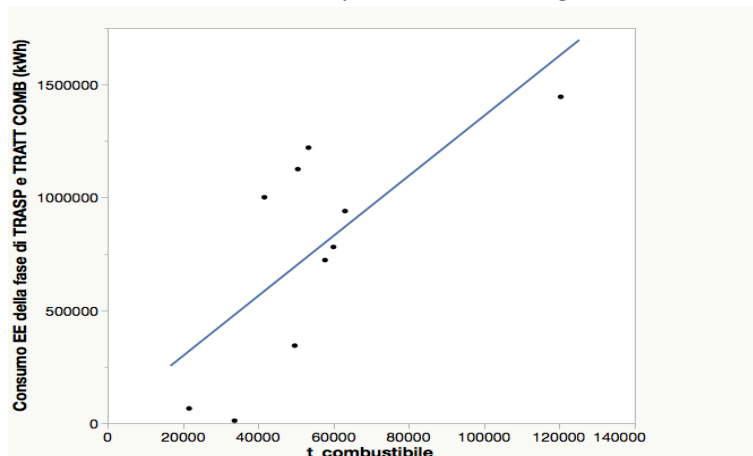
In Tabella 38 è riportato l'IPE medio del consumo Elettrico della fase di Macinazione delle materie prime e Omogeneizzazione della farina e la relativa deviazione standard per due intervalli di produzione. Nella tabella è riportata anche l'affidabilità dell'IPE Elettrico medio di tale fase del processo.

Tabella 38 Ateco 23.51.00: IPE di II livello elettrici per attività di Macinazione e Omogeneizzazione

Determinazione campo esistenza ed IPE reale: media +/- dev.stnd.				
Unità misura utilizzate	Produzione		t_farina	
	Energia		kWh	
	IPE		kWh/t	
Campo variazione produzione		IPE	Affidabilità	
Min	Max			
t	t	kWh/t	Affidabilità	Coeff di Variazione
219.000	740.000	23,51 ± 5,71	MEDIA	24%
740.000	1.733.000	19,09 ± 4,70	MEDIA	25%
219.000	1.733.000	21,64 ± 5,66	MEDIA	26%

**Reparto forno: fase di Trasporto e Trattamento combustibili**

Al reparto forno sono attribuiti anche i consumi inerenti il Trasporto e il Trattamento dei combustibili utilizzati nel forno di cottura. Da questi consumi sono esclusi i consumi relativi alla macinazione del coke, che invece fanno parte dei Servizi Ausiliari. Per la fase di Trasporto e trattamento dei combustibili il campione è costituito da 10 tra i 12 che registrano dei consumi per tale fase (due siti sono stati esclusi in quanto outlier. La retta di regressione dei consumi Elettrici della fase di Trasporto e Trattamento combustibili relativa al campione dei 10 siti è stata ricavata in funzione della quantità di combustibile, espressa in tonnellate ed è mostrata in Figura 41, mentre nella Tabella 39 sono riassunti i parametri della regressione stessa.



**Figura 41 Ateco 23.51.00: Consumo EE vs Produzione per trasporto e trattamento combustibili**

**Tabella 39 Ateco 23.51.00: Parametri ed equazione retta di regressione consumo EE vs produzione per attività di Trasporto e Trattamento combustibili**

<p><b>kWh = 31.442 + 13,30 * combustibile [t]</b>                      Int. Confidenza compreso tra il 95 e il 99%</p>						
	R <sup>2</sup>	R	P <sub>value</sub>	N	R <sub>crit</sub> (bidirezionale) α=0,05	R <sub>crit</sub> (bidirezionale) α=0,01
<b>kWh (t_clinker)</b>	0,513	0,716	0,0198	10	0,5760	0,7079

In Tabella 40 è riportato l’IPE medio del consumo Elettrico della fase di Trasporto e Trattamento dei combustibili e la relativa deviazione standard per due intervalli di produzione. Nella tabella è riportata anche l’affidabilità dell’IPE Elettrico medio di tale fase del processo.

**Tabella 40 Ateco 23.51.00: IPE di II livello elettrici per attività di Trasporto e Trattamento combustibili**

Determinazione campo esistenza ed IPE reale: media +/- dev.stnd.				
Unità misura utilizzate	Produzione		t_combustibile	
	Energia		kWh	
	IPE		kWh/t	
Campo variazione produzione		IPE	Affidabilità	
Min	Max			
t	t	kWh/t	Affidabilità	Coeff di Variazione
22.000	53.000	<b>11,31 ± 11,08</b>	<b>BASSA</b>	<b>98%</b>
53.000	120.000	<b>15,06 ± 4,50</b>	<b>MEDIA</b>	<b>30%</b>
22.000	120.000	<b>13,19 ± 8,21</b>	<b>BASSA</b>	<b>62%</b>

**Reparto forno: fase di cottura delle materie prime**

L'impianto di cottura si compone di 3 fasi:

1. La torre a cicloni.
2. Il forno rotante.
3. Il raffreddatore a griglia.

La torre a cicloni è composta da alcuni stadi o cicloni (in genere da 4 a 6). Lo stadio posto più in alto, che riceve la farina in arrivo dopo la fase di macinazione, è in realtà un doppio ciclone. Ogni ciclone è collegato alla condotta accendente dei gas caldi in uscita dal forno rotante che riscaldano la farina man mano che percorre i vari stadi. In questa fase si realizza la "decarbonatazione" della farina, cioè la separazione dell'anidride carbonica in essa contenuta sotto forma di carbonati, dagli ossidi che sono necessari per produrre il clinker.

Il forno rotante produce il clinker tramite la cottura della farina. A tale scopo la temperatura all'interno del forno è innalzata fino a 1.450°C. Il raffreddatore a griglia è costituito da una serie di piastre forate sovrapposte che si muovono in maniera alternata e trasportano il clinker all'uscita dal forno. Durante il passaggio il clinker viene raffreddato rapidamente ad opera dell'aria di raffreddamento proveniente da ventilatori posti sotto la griglia, così da stabilizzare la sua composizione chimica e la sua struttura.

Per la fase di Cottura delle materie prime il campione è costituito da 29 siti in cui si svolge il processo completo di produzione del cemento. Il consumo di tale fase è di tipi Elettrico e Termico. Per tale fase sono state fatte due elaborazioni, una riferendosi alla produzione effettiva di clinker e l'altra a quella di cemento calcolata dal rapporto tra il clinker effettivamente prodotto in sito e il parametro R (rapporto tra il clinker macinato e il cemento effettivamente prodotto in sito).

**Prima elaborazione del consumo Elettrico della fase di Cottura delle materie prime in funzione del clinker effettivamente prodotto in sito**

La retta di regressione dei consumi Elettrici della fase di Cottura delle materie prime relativa al campione di 29 siti è stata ricavata in funzione della quantità di clinker prodotto, espressa in tonnellate ed è mostrata in Figura 42, mentre nella Tabella 41 sono riassunti i parametri della regressione stessa.

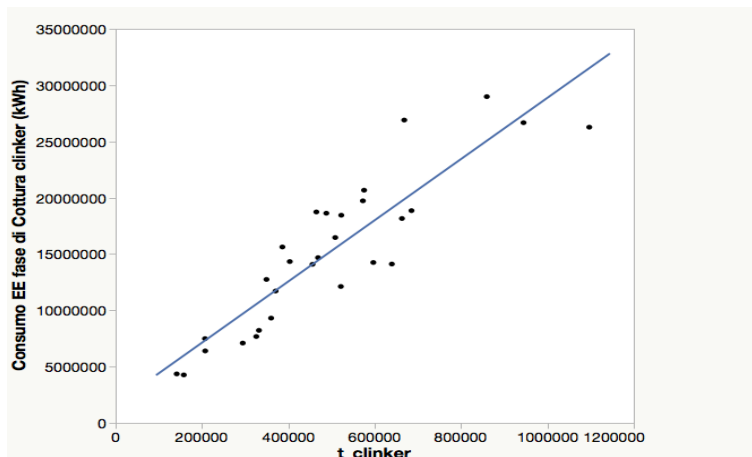


Figura 42 Ateco 23.51.00: Consumo EE vs Produzione clinker per cottura materie prime

Tabella 41 Ateco 23.51.00: Parametri ed equazione retta di regressione consumo EE vs produzione clinker per cottura materie prime

$\text{kWh} = 394.780 + 30,34 * \text{clinker prodotto [t]}$ Int. Confidenza= 99%						
	R <sup>2</sup>	R	P <sub>value</sub>	N	R <sub>crit</sub> (bidirezionale) α=0,05	R <sub>crit</sub> (bidirezionale) α=0,01
kWh (t_clinker)	0,804	0,897	< 0,0001	29	0,3809	0,4869

In Tabella 42 è riportato l’IPE medio del consumo Elettrico della fase di di Cottura delle materie prime e la relativa deviazione standard per due intervalli di produzione di cemento. Nella tabella è riportata anche l’affidabilità dell’IPE Elettrico medio di tale fase del processo.

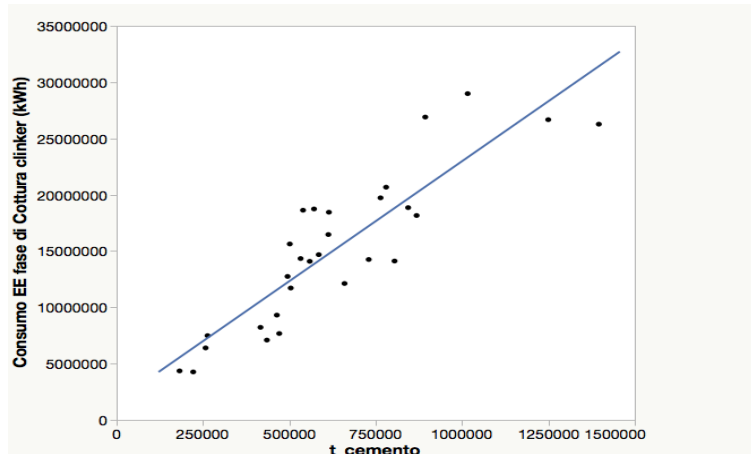
Tabella 42 Ateco 23.51.00: IPE di II livello elettrici per cottura materie prime riferiti a tonnellate di clinker

Determinazione campo esistenza ed IPE reale: media +/- dev.stnd.				
Unità misura utilizzate	Produzione		t_clinker	
	Energia		kWh	
	IPE		kWh/t	
Campo variazione produzione		IPE	Affidabilità	
Min	Max			
t	t	kWh/t	Affidabilità	Coeff di Variazione
141.558	597.000	31,84 ± 5,44	ALTA	17%
597.000	1.097.000	28,36 ± 5,99	MEDIA	21%
141.558	1.097.000	30,88 ± 5,71	ALTA	18%



**Seconda elaborazione del consumo Elettrico della fase di Cottura delle materie prime in funzione del cemento calcolato come rapporto tra il clinker effettivamente prodotto in sito e il parametro R (rapporto tra il clinker macinato e il cemento prodotto nel sito9).**

La retta di regressione dei consumi Elettrici della fase di Cottura delle materie prime relativa al campione di 29 siti è stata ricavata in funzione della quantità di cemento calcolata dal rapporto tra il clinker effettivamente prodotto in sito e il parametro R (rapporto tra il clinker macinato e il cemento prodotto in sito), espressa in tonnellate ed è mostrata in Figura 43 mentre nella Tabella 43 sono riassunti i parametri della regressione stessa.



**Figura 43 Ateco 23.51.00: Consumo EE vs Produzione cemento per cottura materie prime**

**Tabella 43 Ateco 23.51.00: Parametri ed equazione retta di regressione consumo EE vs produzione cemento per cottura materie prime**

<b><math>kWh = 1.665.264 + 21,31 * \text{cemento prodotto [t]}</math></b> Int. Confidenza= 99%						
	R <sup>2</sup>	R	P <sub>value</sub>	N	R <sub>crit (bidirezionale)</sub> α=0,05	R <sub>crit (bidirezionale)</sub> α=0,01
<b>kWh (t_cemento)</b>	0,778	0,882	< 0,0001	29	0,3809	0,4869

Nella Tabella 44 è riportato l'IPE medio del consumo Elettrico della fase di cottura delle materie prime e la relativa deviazione standard per due intervalli di produzione di cemento. Nella tabella è riportata anche l'affidabilità dell'IPE Elettrico medio di tale fase del processo.

**Tabella 44 Ateco 23.51.00: IPE di II livello elettrici per cottura materie prime riferiti a tonnellate di cemento**

Determinazione campo esistenza ed IPE reale: media +/- dev.stnd.				
Unità misura utilizzate	Produzione		t_cemento*	
	Energia		kWh	
	IPE		kWh/t	
Campo variazione produzione		IPE	Affidabilità	
Min	Max		Affidabilità	Coeff di Variazione
t	t	kWh/t		
182.000	597.000	21,08 ± 4,27	<b>MEDIA</b>	<b>20%</b>
597.000	1.396.000	25,29 ± 4,85	<b>ALTA</b>	<b>19%</b>
182.000	1.396.000	24,13 ± 5,00	<b>MEDIA</b>	<b>21%</b>

\* calcolato dal rapporto tra il clinker effettivamente prodotto in sito e il parametro R (rapporto tra il clinker macinato e il cemento prodotto in sito).

**Reparto cotto: fase di Macinazione del clinker**

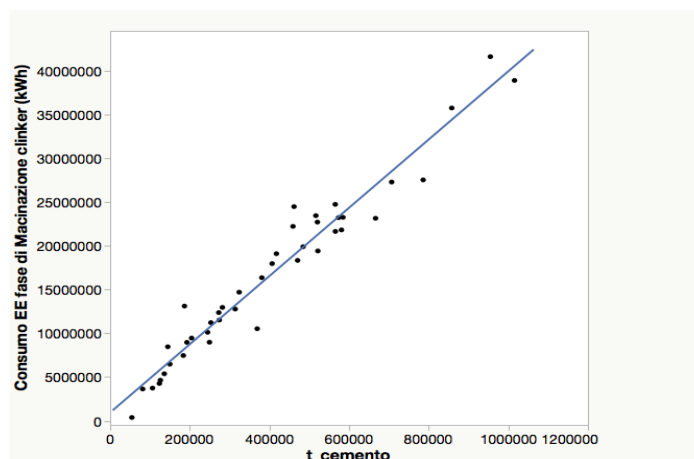
Il cemento si produce macinando finemente una miscela, opportunamente dosata, di clinker e altri costituenti, tra cui alcuni sottoprodotti minerali e/o industriali in sostituzione di materie prime naturali. Gli additivi, oltre che conferire particolari proprietà al cemento, hanno la funzione di favorire il processo di macinazione ed evitare la formazione di masse di particelle agglomerate.

Il più importante tra gli additivi del cemento è il gesso che permette al cemento di essere lavorabile quando viene impastato con l'acqua.

Per la fase di Macinazione del clinker il campione è costituito da 42 siti.

La retta di regressione dei consumi Elettrici della fase di Macinazione del clinker relativa al campione dei 42 siti è stata ricavata in funzione della quantità di cemento prodotto, espressa in tonnellate ed è mostrata in Figura 44, mentre nella Tabella 45 sono riassunti i parametri della regressione stessa.

In Tabella 46 è riportato l'IPE medio del consumo Elettrico della fase di Macinazione del clinker e la relativa deviazione standard per due intervalli di produzione. Nella tabella è riportata anche l'affidabilità dell'IPE Elettrico medio di tale fase del processo.



**Figura 44 Ateco 23.51.00: Consumo EE vs Produzione cemento per fase macinazione clinker**

**Tabella 45 Ateco 23.51.00: Parametri ed equazione retta di regressione consumo EE vs produzione cemento fase macinazione clinker**

$\text{kWh} = 946.440 + 38,98 * \text{cemento prodotto [t]}$ Int. Confidenza = 99%						
	$R^2$	R	P <sub>value</sub>	N	R <sub>crit</sub> (bidirezionale) $\alpha=0,05$	R <sub>crit</sub> (bidirezionale) $\alpha=0,01$
kWh (t_cemento)	0,951	0,975	< 0,0001	42	0,3044	0,3932

**Tabella 26 Ateco 23.51.00: IPE di II livello elettrici per fase macinazione clinker**

Determinazione campo esistenza ed IPE reale: media +/- dev.stnd.				
Unità misura utilizzate	Produzione		t_cemento	
	Energia		kWh	
	IPE		kWh/t	
Campo variazione produzione		IPE	Affidabilità	
Min	Max			
t	t	kWh/t	Affidabilità	Coeff di Variazione
55.000	1.015.000	41,51 ± 8,74	<b>MEDIA</b>	<b>21%</b>

**Reparto Cotto: trasporto cemento ai sili di deposito**

Una volta effettuata la fase di Macinazione del clinker e ottenuto il cemento, questo deve essere trasportato ai sili di deposito, in attesa della successiva fase di spedizione.

Per la fase di Trasporto del cemento ai sili di deposito, il campione è costituito da 19 siti.

La retta di regressione dei consumi Elettrici della fase di Trasporto del cemento ai sili di deposito relativa al campione dei 19 siti è stata ricavata in funzione della quantità di cemento prodotto, espressa in tonnellate ed è mostrata in Figura 45, mentre nella Tabella 47 sono riassunti i parametri della regressione stessa.

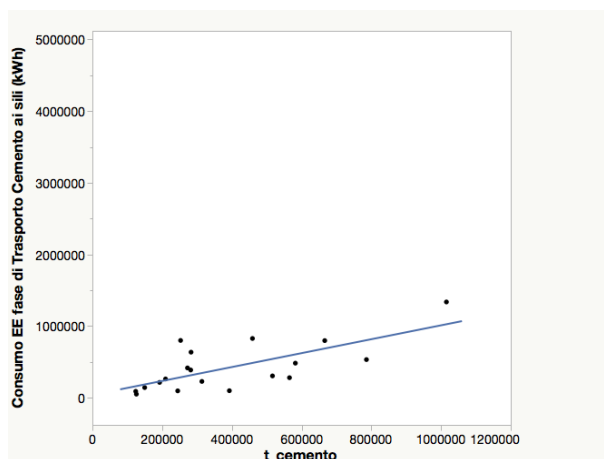


Figura 45 Ateco 23.51.00: Consumo EE vs Produzione cemento per trasporto cemento ai sili

Tabella 47 Ateco 23.51.00: Parametri ed equazione retta di regressione consumo EE vs produzione cemento per trasporto cemento ai sili

$kWh = 39.064 + 0,97 * cemento [t]$ Int. Confidenza compreso tra il 95 e il 99%						
	R <sup>2</sup>	R	P <sub>value</sub>	N	R <sub>crit</sub> (bidirezionale) α=0,05	R <sub>crit</sub> (bidirezionale) α=0,01
<b>kWh (t_cemento)</b>	0,496	0,704	0,0008	19	0,4329	0,5487

In Tabella 48 è riportato l’IPE medio del consumo Elettrico della fase di Trasporto di cemento ai sili di deposito e la relativa deviazione standard per due intervalli di produzione. Nella tabella è riportata anche l’affidabilità dell’IPE Elettrico medio di tale fase del processo.

Tabella 48 Ateco 23.51.00: IPE di II livello elettrici per trasporto cemento ai sili

Determinazione campo esistenza ed IPE reale: media +/- dev.stnd.				
Unità misura utilizzate	Produzione		t_cemento	
	Energia		kWh	
	IPE		kWh/t	
Campo variazione produzione		IPE	Affidabilità	
Min	Max			
t	t	kWh/t	Affidabilità	Coeff di Variazione
124.000	314.000	1,31 ± 0,85	BASSA	65%
314.000	1.015.000	0,87 ± 0,48	MEDIA	55%
124.000	1.015.000	1,10 ± 0,72	BASSA	65%

### **Reparto spedizione**

Una volta prodotto, il cemento è stoccato in sili ed è pronto per essere insaccato oppure per essere venduto sfuso. A volte viene venduto anche parte del clinker prodotto.

Per le 3 fasi che si svolgono nel reparto spedizione:

1. Spedizione cemento sfuso;
2. Insacco cemento sfuso;
3. Spedizione clinker

non sono riportate le elaborazioni in quanto scarsamente affidabili e significative.

#### 6.3.4.2 Indici Termici

I consumi Termici sono quelli di maggiore entità nel processo di produzione del cemento, anche se riguardano un numero di aree funzionali minore rispetto a quelli Elettrici.

Le macro-aree di processo caratterizzate da consumi di tipo Termico sono le seguenti:

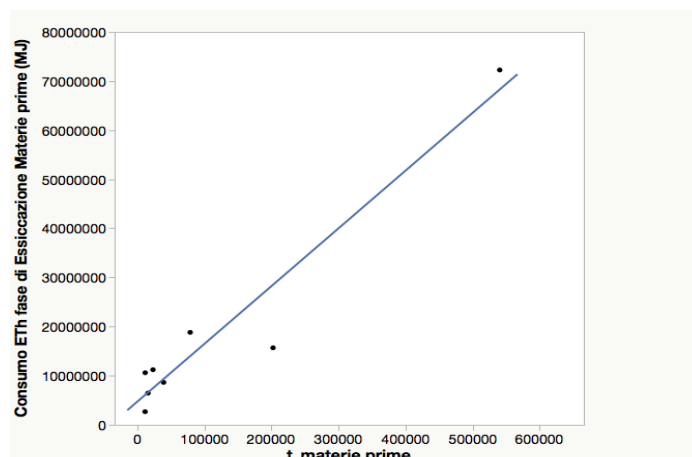
1. REPARTO MATERIE PRIME, dove si svolge la fase di Essiccazione delle materie prime.
2. REPARTO FORNO: fase di Cottura delle materie prime.

### **Reparto materie prime: fase di Essiccazione delle materie prime**

L'essiccazione delle materie prime (sia quelle che fanno parte della composizione del clinker, sia gli additivi del cemento) viene condotta in genere tramite utilizzo di gas naturale, ma sono utilizzati come combustibile anche coke di petrolio e bitume e altri combustibile.

Per la fase di Essiccazione delle materie prime il campione è costituito da 8 siti. Il consumo di tale fase è solo di tipo Termico.

La retta di regressione dei consumi termici della fase di Essiccazione delle materie prime relativa al campione degli 8 siti è stata ricavata in funzione della quantità di cemento prodotto, espressa in tonnellate ed è mostrata in Figura 46, mentre nella Tabella 26 sono riassunti i parametri della regressione stessa.



**Figura 46 Ateco 23.51.00: Consumo Eth vs tonnellate di materie prime per fase essiccazione materie prime**

**Tabella 49 Ateco 23.51.00: Parametri ed equazione retta di regressione consumo ET vs tonnellate di materie prime per fase essiccazione materie prime**

$MJ = 4.720.150 + 117,55 * \text{materie prime [t]}$ Int. Confidenza > 99%						
	R <sup>2</sup>	R	P <sub>value</sub>	N	R <sub>crit (bidirezionale)</sub> α=0,05	R <sub>crit (bidirezionale)</sub> α=0,01
<b>MJ</b>	0,929	0,964	<0,0001	8	0,6319	0,7646

In Tabella 50 è riportato l'IPE medio del consumo termico della fase di Essiccazione delle materie prime e la relativa deviazione standard per due intervalli di produzione. Nella tabella è riportata anche l'affidabilità dell'IPE termico medio di tale fase del processo.

**Tabella 50 Ateco 23.51.00: IPE di II livello ETh vs tonnellate di materie prime per la fase di essiccazione**

Determinazione campo esistenza ed IPE reale: media +/- dev.stnd.				
Unità misura utilizzate	Produzione		t_materie prime	
	Energia		MJ	
	IPE		MJ/t	
Campo variazione produzione		IPE	Affidabilità	
Min	Max			
t	t	MJ/t	Affidabilità	Coeff di Variazione
12.000	541.000	337 ± 266	<b>BASSA</b>	<b>79%</b>

**Reparto forno: fase di cottura delle materie prime**

La fase del processo di produzione del cemento fonte primaria di consumi termici è la fase di cottura delle materie prime.

I combustibili principali utilizzati nel forno sono:

- gas naturale (quasi esclusivamente per la fase di accensione e per i transitori);
- coke di petrolio;
- carbon fossile;
- biomassa;
- combustibile da rifiuto (CDR/CSS);
- pneumatici fuori uso (PFU);

- olio combustibile ad alta viscosità (CAV) o bitume di petrolio;
- olio combustibile denso (OCD).

Nel forno rotante, la temperatura arriva fino a 1.450 °C, in modo da permettere il verificarsi delle seguenti fasi:

1. Espulsione dell'acqua combinata ancora presente nella farina
2. Dissociazione del carbonato di magnesio
3. Dissociazione del carbonato di calcio
4. Combinazione della calce con i minerali argillosi: formazione dei 4 minerali principali del clinker, secondo la seguente reazione:



5. Tempra del clinker.

I parametri del forno rotante sono:

**Inclinazione del tubo rotante:** con pendenze limitate (dal 2% al 4%) si riesce ad ottenere uno scambio termico maggiore per il materiale contenuto nel forno.

**Grado di riempimento:** se ipoteticamente, in un determinato istante, si ricava una sezione trasversale di forno e si misura quanto di questa superficie circolare ottenuta è occupata da materiale in lavorazione, si ottiene il grado di riempimento del forno in percentuale.

**Velocità di rotazione:** questo parametro influenza il tempo di permanenza del materiale all'interno del forno e quindi, in definitiva, lo scambio termico.

**Dilatazione termica:** a causa delle elevate temperature che si raggiungono all'interno del forno rotante, il mantello subisce una dilatazione termica controllata.

Per la fase di Cottura delle materie prime il campione è costituito da 29 siti in cui si svolge il processo completo di produzione del cemento. Il consumo di tale fase è di tipi Elettrico e Termico.

Dai 29 siti esaminati è emerso che l'energia termica da combustibili alternativi nel forno di Cottura delle materie prime è il 19% del totale. I combustibili alternativi utilizzati sono: Biomassa, combustibile da rifiuto (CDR/CSS), pneumatici fuori uso (PFU) e, in misura minore, gomme, fanghi essiccati, solventi. Va evidenziato che l'utilizzo di combustibili alternativi in sostituzione di quelli tradizionali (che solo apparentemente è collegato ad una diminuzione dell'efficienza), rende il bilancio energetico estremamente favorevole e quindi è sempre da incoraggiare.

La retta di regressione dei consumi Elettrici della fase di Cottura delle materie prime relativa al campione dei 29 siti è stata ricavata in funzione della quantità di clinker prodotto, espressa in tonnellate ed è mostrata in Figura 47, mentre nella Tabella 51 sono riassunti i parametri della regressione stessa.

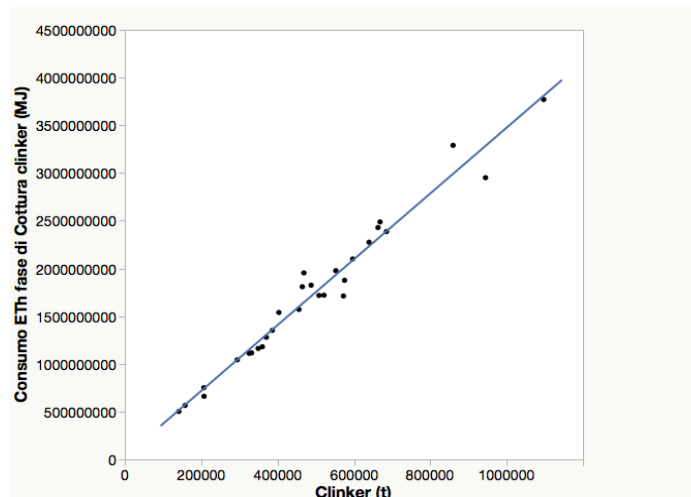


Figura 47 Ateco 23.51.00: Consumo Eth vs tonnellate di clinker per fase cottura del clinker

Tabella 51 Ateco 23.51.00: Parametri ed equazione retta di regressione consumo termico vs tonnellate di clinker per fase cottura del clinker

<b>Prodotto Finale:</b> $MJ = 2,749 * 10^7 + 3.447,57 * \text{clinker prodotto [t]}$ <b>Int. Confidenza = 99%</b>						
	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R</b>	<b>P value</b>	<b>N</b>	<b>R<sub>crit</sub> (bidirezionale) α=0,05</b>	<b>R<sub>crit</sub> (bidirezionale) α=0,01</b>
<b>MJ(t_clinker)</b>	0,969	0,984	< 0,0001	29	0,3809	0,4869

In Tabella 52 è riportato l’IPE medio del consumo Elettrico della fase di Cottura delle materie prime e la relativa deviazione standard per due intervalli di produzione. Nella tabella è riportata anche l’affidabilità dell’IPE Elettrico medio di tale fase del processo.

Tabella 52 Ateco 23.51.00: IPE di II livello ETH vs tonnellate di clinker per la fase di cottura delle materie prime

<b>Determinazione campo esistenza ed IPE reale: media +/- dev.stnd.</b> <b>Prodotto Finale</b>				
Unità misura utilizzate	Produzione		t_clinker	
	Energia		MJ	
	IPE		MJ/t	
Campo variazione produzione		IPE	Affidabilità	
Min	Max			
t	t	MJ/t	Affidabilità	Coeff di Variazione
141.558	1.097.000	3.505 ± 247	ALTA	7%



### Numero di cicloni

Dei siti in cui è presente il Processo completo di produzione del cemento e quindi la fase di Cottura delle materie prime, solo 23 forniscono il numero di stadi o cicloni del forno di cottura. In particolare:

- in 11 dei 23 siti il numero di cicloni è pari a 4;
- in 12 dei 23 siti il numero di cicloni è pari a 5.

Nella Tabella 53 sono mostrati i valori dell'IPE medio Termico della fase di Cottura delle materie prime (espresso in MJ/t\_clinker) in funzione del numero di cicloni: come si può osservare dalla tabella l'IPE è inversamente proporzionale al numero di cicloni adottati.

**Tabella 53 Ateco 23.51.00: IPE di II livello Eth vs tonnellate di clinker per la fase di cottura delle materie prime in funzione del numero di cicloni**

Determinazione campo esistenza ed IPE reale: media +/- dev.stnd.					
Unità misura utilizzate	Produzione		t_clinker		
	Energia		MJ		
	IPE		MJ/t		
Campo variazione produzione		IPE	Affidabilità		
Min	Max				
t	t	MJ/t	Numero di cicloni	Affidabilità	Coeff di Variazione
142.000	860.000	3.609 ± 291	4	ALTA	8%
207.000	1.097.000	3.431 ± 214	5	ALTA	6%

### 6.3.5 Indici di prestazione energetica di II livello- Servizi Ausiliari

Anche per le aree funzionali comprese all'interno dei Servizi Ausiliari si è proceduto alla determinazione della retta di regressione dei consumi rispetto alla produzione di aria compressa e dell'IPE medio.

#### 6.3.5.1 Produzione di aria compressa

Per la fase di Produzione di aria compressa il campione è costituito da 6 siti. Il consumo di tale fase è di tipo Elettrico. La retta di regressione dei consumi Elettrici della fase di Produzione di aria compressa relativa al campione del 6 siti è stata ricavata in funzione della quantità di aria compressa prodotta, espressa in Nm3 ed è mostrata in Figura 48, mentre nella Tabella 54 sono riassunti i parametri della regressione stessa.

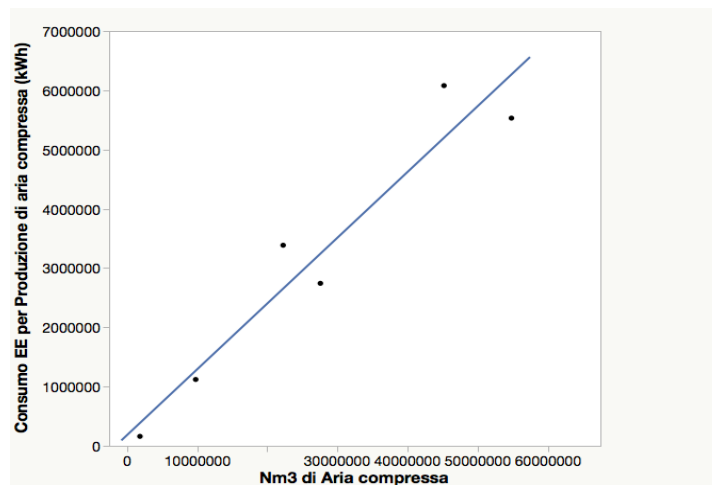


Figura 48 Ateco 23.51.00: Consumo EE vs Nm3 aria compressa

Tabella 54 Ateco 23.51.00: Parametri ed equazione retta di regressione consumo EE vs Nm3 aria compressa

$\text{kWh} = 178.122 + 0,11 * \text{aria compressa prodotta [Nm3]}$ Int. Confidenza= 99%						
	R <sup>2</sup>	R	P <sub>value</sub>	N	R <sub>crit (bidirezionale)</sub> α=0,05	R <sub>crit (bidirezionale)</sub> α=0,01
kWh	0,921	0,960	0,0024	6	0,7067	0,8343

In Tabella 55 è riportato l'IPE medio del consumo elettrico della fase di Produzione di aria compressa e la relativa deviazione standard. Nella tabella è riportata anche l'affidabilità dell'IPE Elettrico medio di tale fase del processo.

**Tabella 55 Ateco 23.51.00: IPE di II livello EE per produzione aria compressa**

Determinazione campo esistenza ed IPE reale: media +/- dev.stnd.				
Unità misura utilizzate	Produzione		Nm <sub>3</sub> di aria compressa	
	Energia		kWh	
	IPE		kWh/Nm <sub>3</sub> di aria compressa	
Campo variazione produzione		IPE	Affidabilità	
Min	Max			
Nm <sub>3</sub> di aria compressa	Nm <sub>3</sub> di aria compressa	kWh/Nm <sub>3</sub> di aria compressa	Numerosità campione	Livello di affidabilità
1.900.000	55.000.000	0,114 ± 0,025	6	MEDIA

#### 6.3.5.2 Pompaggio acqua di processo

Per la fase di Pompaggio dell'acqua di processo il campione è costituito da 10 siti che forniscono il valore della quantità di acqua pompata. Il consumo di tale fase è di tipo Elettrico.

La retta di regressione dei consumi Elettrici della fase di Pompaggio dell'acqua di processo non è riportata in quanto poco affidabile e significativa.

Per la fase di Pompaggio dell'acqua di processo si riporta solo l'IPE medio (Tabella 56) del consumo Elettrico e la relativa deviazione standard. Nella tabella è riportata anche l'affidabilità dell'IPE Elettrico medio di tale fase del processo.

**Tabella 56 Ateco 23.51.00: IPE di II livello EE per pompaggio acqua di processo**

Determinazione campo esistenza ed IPE reale: media +/- dev.stnd.				
Unità misura utilizzate	Produzione		m <sup>3</sup> di acqua pompata	
	Energia		kWh	
	IPE		kWh/m <sup>3</sup>	
Campo variazione produzione		IPE	Affidabilità	
Min	Max			
m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	kWh/m <sup>3</sup>	Numerosità campione	Livello di affidabilità
12.000	174.000	14,56 ± 8,24	5	<b>MEDIA</b>
174.000	961.000	2,05 +/- 1,43	5	<b>BASSA</b>
12.000	961.000	8,31 +/- 8,64	10	<b>non affidabile</b>

6.3.5.3 Macinazione coke

Per la fase di Macinazione coke il campione è costituito da 27 siti (in cui si effettua il processo completo di produzione del cemento grigio). Il consumo di tale fase è di tipo Elettrico. La retta di regressione dei consumi Elettrici della fase di Macinazione coke relativa al campione dei 27 siti è stata ricavata in funzione della quantità di polverino prodotto, espressa in t ed è mostrata in Figura 49, mentre nella Tabella 57 sono riassunti i parametri della regressione stessa.

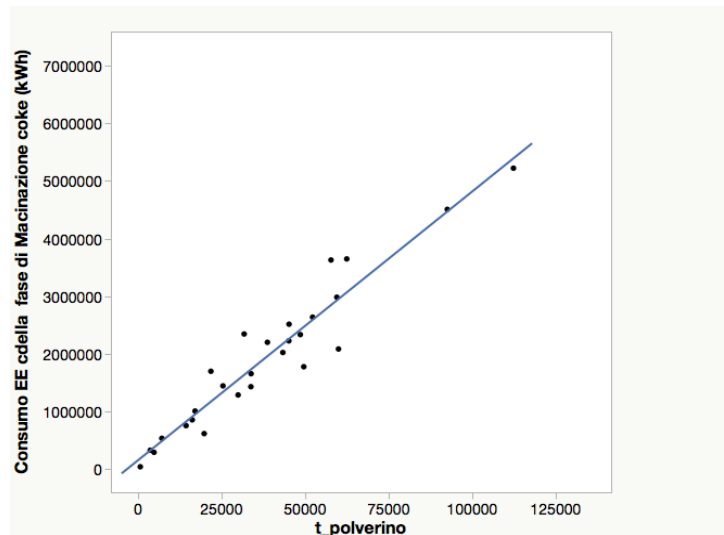


Figura 49 Ateco 23.51.00: Consumo EE vs tonnellate polverino

Tabella 57 Ateco 23.51.00: Parametri ed equazione retta di regressione consumo EE vs tonnellate di polverino per macinazione coke

$\text{kWh} = 156.186 + 46,57 * t\_polverino$ Int. Confidenza= 99%						
	$R^2$	R	P <sub>value</sub>	N	$R_{crit} (bidirezionale)$ $\alpha=0,05$	$R_{crit} (bidirezionale)$ $\alpha=0,01$
<b>kWh</b>	0,916	0,957	< 0,0001	27	0,3809	0,4869

In Tabella 58 è riportato l'IPe medio del consumo Elettrico della fase di Macinazione coke e la relativa deviazione standard. Nella tabella è riportata anche l'affidabilità dell'IPe Elettrico medio di tale fase del processo.

Tabella 58 Ateco 23.51.00: IPE di II livello EE per macinazione coke

Determinazione campo esistenza ed IPE reale: media +/- dev.stnd.				
Unità misura utilizzate	Produzione		t_polverino	
	Energia		kWh	
	IPE		kWh/t_polverino	
Campo variazione produzione		IPE	Affidabilità	
Min	Max			
t_polverino	t_polverino	kWh/t_poverino	Numerosità campione	Livello di affidabilità
553	16.000	69,74 ± 14,83	5	<b>MEDIA</b>
16.000	112.000	51,37 +/- 11,34	22	<b>MEDIA</b>
553	112.000	55,77 +/- 13,81	27	<b>MEDIA</b>

### 6.3.6 Indici di prestazione energetica di Il livello- Servizi Generali

Per quanto riguarda i Servizi Generali sono stati presi in considerazione i consumi elettrici per l'Illuminazione e quelli termici per il Riscaldamento ambienti di lavoro. Tuttavia per l'Illuminazione, nonostante 27 siti avessero fornito i dati di consumo Elettrico e superficie servita, non è stata ottenuta una elaborazione affidabile, mentre per il Riscaldamento ambienti di lavoro solo due siti forniscono il dato di superficie servita, quindi non si è potuto procedere all'elaborazione.

### 6.3.7 Il cemento bianco

La produzione di cemento bianco è poco diffusa nel territorio nazionale. La caratteristica peculiare del cemento bianco è l'assenza di colorazione che lo rende adatto ad applicazioni particolari, soprattutto in ambito architettonico.

La norma UNI 197/1, non contempla il colore tra le caratteristiche qualificanti di un cemento. I cementi bianchi quindi sono solo dei cementi, che garantiscono di possedere anche un determinato "colore", il quale richiede però un processo produttivo, a partire dalle materie prime utilizzate, differente da quello dei corrispondenti cementi grigi.

La produzione del cemento bianco parte dalla produzione di un clinker bianco, che differisce dal grigio in quanto materie prime impiegate devono essere "pure", soprattutto per quanto riguarda il loro contenuto in elementi di transizione, primi fra tutti Cromo e Ferro. Tale caratteristica rende la miscela di materie prime del bianco di minore cuocibilità determinando, nonostante l'aggiunta di fluorite come fondente, dei consumi Termici della fase di Cottura del clinker maggiori rispetto a quelli del cemento grigio. I maggiori consumi termici per la produzione del clinker bianco rispetto al grigio sono anche correlati con il fatto che, il repentino raffreddamento del clinker in uscita dal forno con la tempra in acqua, rende non recuperabile il calore latente del clinker stesso.

Inoltre, a differenza del grigio, il clinker bianco deve subire un brusco raffreddamento, necessario per bloccare nella giusta forma cristallina i costituenti principali ed evitare l'ossidazione del ferro, così da garantire le necessarie caratteristiche cromatiche. A tale scopo il raffreddamento avviene tramite tempra in acqua con eccesso di acqua, in modo da garantire un raffreddamento omogeneo di tutte le particelle del clinker qualsiasi sia la loro distribuzione granulometrica. La necessità di tempra con eccesso di acqua comporta una successiva fase di essiccazione del clinker bianco per eliminare l'umidità in eccesso, con conseguente dispendio di energia Termica.

Inoltre il raffreddamento tramite tempra in acqua comporta l'impossibilità di recuperare calore dal clinker bianco in uscita dal forno peggiorando quindi l'efficienza dell'intero processo rispetto al grigio.

Infine, la necessità di utilizzo di sabbia silicea in sostituzione del caolino, a causa della sua difficile reperibilità comporta:

- la necessità di una maggiore finezza della farina per garantire la cuocibilità, con un conseguente aumento del consumo Elettrico della fase di Macinazione delle MP;
- la perdita delle prestazioni meccaniche del clinker e di conseguenza un aumento del consumo Elettrico della fase di Macinazione del clinker per ottenere un cemento di pari caratteristiche.

Per tutte queste peculiari caratteristiche il processo di produzione del cemento bianco comporta maggiori consumi sia Elettrici che Termici rispetto al grigio.

In particolare quindi i consumi per la produzione del cemento bianco (ciclo completo) risultano essere:

- del **70% circa maggiori** per quanto riguarda il consumo **Elettrico** rispetto a quelli imputabili al ciclo completo di produzione del cemento grigio.
- del **50% circa maggiori** per quanto riguarda il consumo **Termico** rispetto a quelli imputabili al ciclo completo di produzione del cemento grigio.

## 7 Analisi degli interventi di efficientamento energetico

### 7.1 Introduzione

L'obiettivo della metodologia qui sviluppata è stato la sistematizzazione dell'analisi degli interventi effettuati e individuati riportati nelle diagnosi, elaborando un approccio metodologico replicabile per ogni Ateco e aggiornabile nel tempo. Tale approccio è diretto a monitorare i risparmi conseguiti e potenziali e fornire informazioni utili agli operatori del settore e ai policy makers.

L'analisi ha avuto come punto di partenza il database di informazioni relative agli interventi effettuati e individuati caricate sul portale Audit 102. Sul portale a maggio 2020 risultavano caricati 7.265 interventi effettuati e 30.953 interventi individuati.

La classificazione in aree di intervento scelta per l'analisi è descritta in Tabella 5, dove l'elenco di interventi riportato nella seconda intende avere un carattere esemplificativo e non esaustivo di tutti i possibili interventi. Chiaramente ogni area di intervento sarà più o meno rilevante a seconda delle specificità del codice Ateco esaminato e anche del sito produttivo oggetto di diagnosi. Le schede allegate al presente capitolo offrono una panoramica delle peculiarità esistenti all'interno della Divisione Ateco 23 - Fabbricazione di altri prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi.

### 7.2 Descrizione della metodologia

Le informazioni caricate sul portale e automaticamente raccolte in un unico database hanno costituito una fondamentale base di partenza per elaborare le informazioni presentate in questo capitolo. È stato necessario non utilizzare queste informazioni tal quali, bensì applicare una metodologia di analisi che ha previsto alcuni step di riorganizzazione dei dati e verifica della loro coerenza.

Gli step metodologici applicati possono essere così sintetizzati:

1. Ricodifica di circa 300 aree di intervento individuali in 16 principali, così definite
  - Altro
  - Aria compressa
  - Aspirazione
  - Centrale termica/Recuperi termici
  - Climatizzazione
  - Cogenerazione/Trigenerazione
  - Freddo di processo
  - Generale/Gestionale
  - Illuminazione
  - Impianti elettrici
  - Involucro edilizio
  - Linee produttive
  - Motori elettrici/Inverter
  - Produzione da fonti rinnovabili
  - Rifasamento
  - Trasporti
  - Reti di distribuzione
2. Individuazione degli indicatori di interesse, così elencabili
  - Risparmio totale di energia finale
  - Risparmio totale di energia primaria
  - Risparmi per tipologia: risparmi di energia elettrica, risparmi di energia termica, risparmi di carburante, altri risparmi

- Tempo di ritorno semplice
  - Investimento
  - Costo efficacia, definito come Investimento/risparmio di energia finale o primaria
3. Definizione e calcolo delle variabili che non erano presenti nel database, come risparmi totali e costo efficacia; in questo step è stata effettuata la conversione in tep dei risparmi elettrici e termici in tep di energia finale o primaria
  4. Eliminazione dei duplicati dei risparmi elettrici, termici o di carburante rispetto ai valori riportati alla voce altri risparmi
  5. Definizione delle aree di intervento con risparmi di energia primaria e correzione dei relativi risparmi, ove necessario
  6. Riallocazione dei risparmi di carburante nelle categoria di appartenenza rilevante di caso in caso, individuabile tra risparmi elettrici, termici e altri risparmi
  7. Analisi delle singole diagnosi per specifici codici Ateco e verifica/integrazione delle informazioni relative agli interventi caricate sul portale

In particolare, relativamente al punto 5, le aree di intervento con risparmi di energia primaria sono state identificate in Cogenerazione/Trigenerazione e Produzione da fonti rinnovabili. Il risparmio di energia elettrica associato all'autoproduzione di energia elettrica è considerato un risparmio di energia primaria, in quanto tale energia elettrica non viene più prelevata dalla rete e quindi prodotta dal sistema di generazione nazionale. Nel caso dell'area Cogenerazione/Trigenerazione, o di alcuni interventi nell'area Produzione da fonti rinnovabili associati alla produzione di energia termica, un discorso analogo può essere applicato alla produzione di calore.

**Tabella 59 – Aree di classificazione degli interventi e relativa descrizione**

Area di intervento	Descrizione
<b>Altro</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interventi non altrove classificati</li> <li>• Interventi di natura mista, appartenenti a diverse categorie (per esempio la riqualificazione globale, con interventi ricadenti nelle aree Climatizzazione, Involucro edilizio e Illuminazione)</li> </ul>
<b>Aria compressa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sostituzione di compressori</li> <li>• Ricerca ed eliminazione delle perdite</li> <li>• Installazione di sistemi di misura</li> <li>• Ottimizzazione degli impianti</li> <li>• Installazione di inverter</li> </ul>
<b>Aspirazione</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sostituzione di motori usati per aspirazione con nuovi di categoria più efficiente (IE3 o superiore)</li> <li>• Installazione di inverter</li> <li>• Ottimizzazione degli impianti</li> </ul>
<b>Centrale termica/Recuperi termici</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sostituzione dell'impianto di generazione calore con modelli più efficienti</li> <li>• Recupero termico, tra cui anche sistemi ORC</li> <li>• Sostituzione dei bruciatori</li> </ul>
<b>Climatizzazione</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sostituzione dell'impianto di riscaldamento e/o raffrescamento con modelli più efficienti</li> </ul>
<b>Cogenerazione/Trigenerazione</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Installazione di un impianto di cogenerazione o trigenerazione</li> <li>• Miglioramento di impianti esistenti</li> </ul>
<b>Freddo di processo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sostituzione di gruppi frigo</li> <li>• Sostituzione di ventilatori di raffreddamento</li> <li>• Ottimizzazione della gestione</li> </ul>
<b>Generale/Gestionale</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduzione o miglioramento del sistema di monitoraggio</li> <li>• Interventi di tipo organizzativo, come lo spegnimento programmato nelle ore notturne o nel weekend</li> <li>• Corsi di formazione in ambito efficienza energetica</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adozione della certificazione ISO 50001</li> <li>• Installazione di contatori</li> <li>• Adozione di nuovi strumenti software</li> <li>• Interventi di natura comportamentale</li> </ul>
<b>Illuminazione</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduzione di LED in aree specifiche</li> <li>• Relamping dello stabilimento</li> <li>• Installazione di rilevatori di presenza</li> </ul>
<b>Impianti elettrici</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Installazione di un sistema power quality</li> <li>• Sostituzione di trasformatori</li> <li>• Installazione di economizzatori di rete</li> </ul>
<b>Involucro edilizio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rifacimento del cappotto esterno</li> <li>• Coibentazione della copertura</li> <li>• Installazione o sostituzione di schermature solari</li> <li>• Sostituzione degli infissi</li> </ul>
<b>Linee produttive</b>	<p>Interventi relativi ai processi nell'area attività principale, come ad esempio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sostituzione del forno fusorio</li> <li>• Revamping dello stabilimento</li> <li>• Ottimizzazione della gestione dei forni</li> <li>• Interventi sui nastri trasportatori</li> <li>• Sostituzione dei carica batteria muletti</li> </ul>
<b>Motori elettrici/Inverter</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sostituzione di motori elettrici con nuovi di categoria più efficiente (IE3 o superiori)</li> <li>• Installazione di inverter</li> </ul>
<b>Produzione da fonti rinnovabili</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Installazione di un impianto fotovoltaico, solare termico o di una centrale a biomassa</li> </ul>
<b>Rifasamento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rifasamento degli impianti</li> <li>• Installazione di nuovi rifasatori</li> </ul>
<b>Trasporti</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mobilità elettrica e altri interventi di conversione del parco veicoli con modelli a maggiore efficienza</li> <li>• Corsi di formazione su eco-driving</li> </ul>
<b>Reti di distribuzione</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ricerca delle perdite di distribuzione</li> <li>• Verifica dello stato della rete vapore</li> <li>• Verifica delle coibentazioni nella rete di trasporto calore</li> <li>• Sostituzione di scaricatori di condensa</li> </ul>

### 7.3 Risultati complessivi

Le diagnosi energetiche inviate ad ENEA e caricate sul portale Audit 102 riportano 7.513 interventi effettuati, da parte di 2.429 imprese. Gli interventi individuati attraverso le diagnosi energetiche sono invece 31.261 e si riferiscono a 5.870 imprese, di cui 2.801 imprese che si dichiarano energivore.

Il settore C (Attività manifatturiere) si caratterizza per un maggior numero di interventi individuati per diagnosi rispetto alla media. Sette divisioni ATECO, appartenenti ai settori C e G (Commercio all'ingrosso e al dettaglio; Riparazione di autoveicoli e motocicli) arrivano a rappresentare circa la metà del totale degli interventi complessivi individuati, con le seguenti quote:

- ATECO 22 Fabbricazione di articoli in gomma e materie plastiche: 10,1% (3.169 interventi)
- ATECO 10 Industrie alimentari: 7,9% (2.454 interventi)
- ATECO 47 Commercio al dettaglio (escluso quello di autoveicoli e di motocicli): 7,7% (2.397 interventi)
- ATECO 25 Fabbricazione di prodotti in metallo (esclusi macchinari e attrezzature): 7,3% (2.264 interventi)

- ATECO 23 Fabbricazione di altri prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi: 5,9% (1.852 interventi)
- ATECO 24 Metallurgia: 5,5% (1.707 interventi)
- ATECO 28 Fabbricazione di macchinari ed apparecchiature nca: 5,0% (1.550 interventi)

Il numero di interventi effettuati e individuati può essere suddiviso in interventi che producono risparmi di energia finale e interventi associati a risparmi di energia primaria. Il numero di interventi individuati ed effettuati con risparmi di energia primaria risente delle specificità settoriali: infatti, questi interventi appartengono alle aree Cogenerazione/Trigenerazione e Produzione da fonti rinnovabili (prevalentemente installazione di impianti fotovoltaici), e soprattutto la cogenerazione appare relativamente poco diffusa nei settori Ateco appartenenti al terziario.

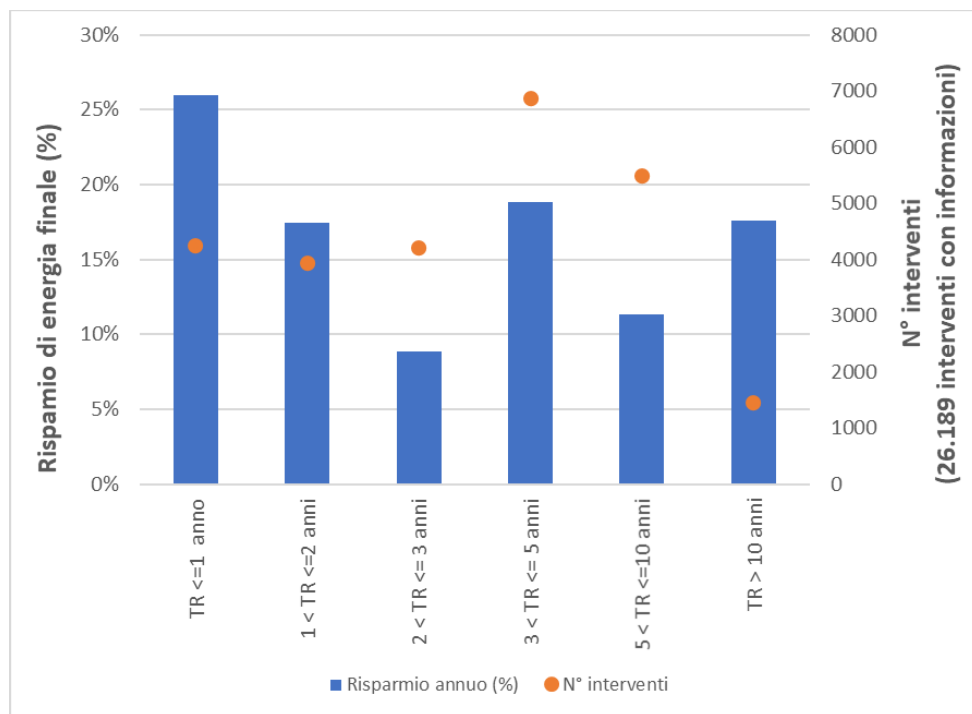
Secondo quanto dichiarato nelle diagnosi, gli interventi effettuati hanno consentito il raggiungimento di un risparmio di energia finale di 475 ktep/anno e di un risparmio di energia primaria di 193 ktep/anno, associato a interventi nelle categorie descritte sopra. Gli interventi individuati, se realizzati, sarebbero associati a un risparmio di energia finale di circa 1,690 Mtep/anno, suddiviso in diverse tipologie: risparmi di energia elettrica (23% del totale), di energia termica (14%), di carburante (4%) e altri risparmi (59%). La categoria altri risparmi può contenere diverse tipologie di risparmi, ad esempio risparmi associati a vettori energetici non altrove classificati o risparmi di energia finale o primaria relativi a più di un vettore energetico (ad esempio calore ed energia elettrica negli interventi di cogenerazione).<sup>3</sup> Gli interventi individuati sarebbero inoltre associati ad un risparmio di energia primaria di circa 0,859 Mtep/anno, riconducibile alle aree di intervento Cogenerazione/Trigenerazione e Produzione da fonti rinnovabili. Questi risparmi annui di energia finale e primaria sono da intendersi come un potenziale e una soglia massima, in quanto non tutti gli interventi individuati saranno realizzati e la loro attuazione sarà dilazionata nel tempo.

La Figura 50 mostra la distribuzione del risparmio di energia finale per classi di tempo di ritorno. Guardando alla distribuzione settoriale degli interventi individuati con risparmi di energia finale, il settore ATECO C ha quota maggiore e mostra una prevalenza della quarta classe di tempo di ritorno, tra 3 e 5 anni, che copre il 26% degli interventi individuati. Al suo interno, si rilevano anche in questo caso specificità: ad esempio, il codice 24 si caratterizza per una quota elevata dei risparmi associati a interventi con tempo di ritorno uguale o inferiore a 1 anno (56% del totale), a fronte di quote del 22% e 16% nei codici 22 e 23 e quote tra 3% e 8% nei codici 10, 25 e 28.

Le informazioni relative al tempo di ritorno possono essere utilizzate anche per ottenere il risparmio annuo cumulato associato agli interventi con tempo di ritorno inferiore a una certa soglia. Come indicato in Tabella , il tempo di ritorno è disponibile per 26.189 interventi, rappresentativi di circa il 98% degli interventi associati a risparmi di energia finale. La realizzazione degli interventi individuati con tempo di ritorno fino a 3 anni (12.382 interventi) implicherebbe il conseguimento del 52% del risparmio annuo di energia finale (0,740 Mtep/anno), a fronte di un investimento complessivo pari a circa 624,4 milioni di Euro (15% degli investimenti totali). Realizzando gli interventi individuati con tempo di ritorno fino a 5 anni (6.866 interventi aggiuntivi) si arriverebbe circa il 70% del risparmio totale, a fronte di un investimento pari a quasi 1,2 miliardi di Euro (circa 28% del totale).

#### Figura 50 - Quote di risparmio annuo di energia finale, tempi di ritorno e numero di interventi individuati

<sup>3</sup> La categoria è attualmente oggetto di approfondimento. Per l'Ateco 23, sulla base delle informazioni eventualmente disponibili in diagnosi energetica, si è proceduto a riallocare i risparmi categorizzati come altri risparmi nelle altre tre categorie più specifiche. In questo modo la categoria "Altri risparmi" è rimasta una categoria residuale.



**Tabella 60 - Numero di interventi, risparmio annuo e investimenti cumulati per classe di tempo di ritorno**

Classi tempo di ritorno	N° interventi individuati	% Interventi individuati	Risparmio annuo (tep/anno)	% Risparmio annuo (tep/anno)	Investimento (€)	% Investimento (€)
TR <= 1 anno	4.240	16,2%	368.324	26,0%	274.731.779	6,5%
TR <= 2 anni	8.175	31,2%	615.370	43,4%	410.447.847	9,7%
TR <= 3 anni	12.382	47,3%	740.793	52,2%	624.397.287	14,7%
TR <= 5 anni	19.248	73,5%	1.007.945	71,1%	1.166.725.446	27,5%
TR <= 10 anni	24.736	94,5%	1.168.774	82,4%	1.897.097.529	44,8%
TR > 10 anni	26.189	100,0%	1.418.125	100,0%	4.236.451.392	100,0%

#### 7.4 Analisi della Divisione ATECO 23

Per la Divisione Ateco 23, Fabbricazione di altri prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi, sono state esaminate le diagnosi di 12 codici Ateco per integrare e, ove necessario, correggere le informazioni relative agli interventi caricate sul portale, come da step 7 della metodologia descritta nel Paragrafo 1.1.2.

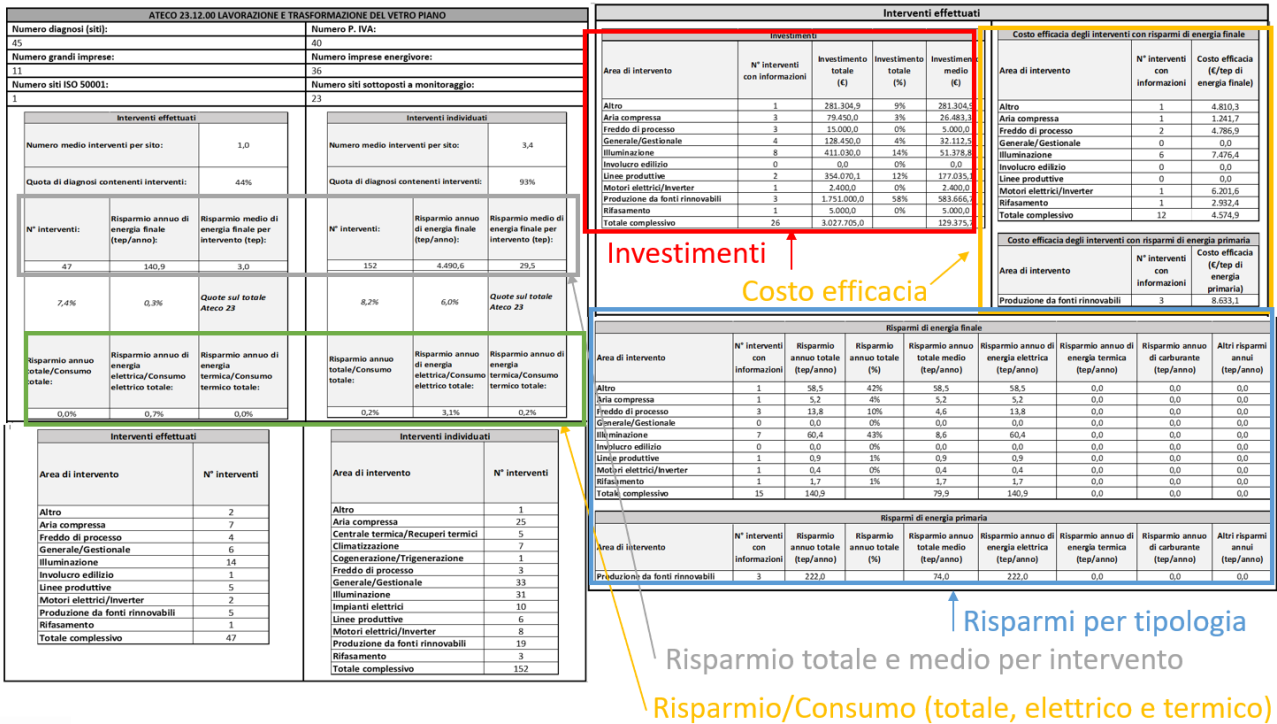
I codici Ateco, individuati in base a un criterio di numerosità delle diagnosi pervenute a Enea, sono i seguenti:

- 23.11.00 Fabbricazione di vetro piano
- 23.12.00 Lavorazione e trasformazione del vetro piano
- 23.13.00 Fabbricazione di vetro cavo
- 23.31.00 Fabbricazione di piastrelle in ceramica per pavimenti e rivestimenti
- 23.32.00 Fabbricazione di mattoni, tegole ed altri prodotti per l'edilizia in terracotta
- 23.51.00 Produzione di cemento
- 23.52.10 Produzione di calce
- 23.61.00 Fabbricazione di prodotti in calcestruzzo per l'edilizia
- 23.69.00 Fabbricazione di altri prodotti in calcestruzzo, gesso e cemento
- 23.70.10 Segagione e lavorazione delle pietre e del marmo

- 23.70.30 Frantumazione di pietre e minerali vari non in connessione con l'estrazione
- 23.99.00 Fabbricazione di altri prodotti in minerali non metalliferi nca

Per ognuno di questi codici Ateco è stata elaborata una scheda con tabelle e grafici di sintesi degli indicatori calcolati, di cui è riportata un'idea della struttura in Figura 51 – Sezioni della scheda interventi. Le tabelle relative agli interventi effettuati sono proposte anche relativamente agli interventi individuati e in questo caso l'analisi è corredata da informazioni relative al tempo di ritorno.

Figura 51 – Sezioni della scheda interventi



Le schede relative ai codici sopra elencati possono essere consultate in Appendice. L'informazione relativa ai restanti 14 codici Ateco appartenenti alla Divisione 23 viene proposta in maniera aggregata nella scheda consultabile in Appendice B. È inoltre proposta una scheda per la Divisione 23, con le informazioni complessive relative a tutti i codici Ateco ad essa appartenenti.

Le informazioni contenute nelle schede sono state organizzate in tabelle qualitative e quantitative di sintesi. La Tabella 61 sintetizza la presenza di interventi effettuati e individuati nelle diverse aree per i codici Ateco esaminati. Si fa riferimento agli interventi con informazioni, cioè descritti in termini di risparmio conseguito o potenziale e di costo di investimento. Una scala di colori indica la numerosità degli interventi, che chiaramente è dipendente dal numero di diagnosi pervenute per ogni codice Ateco ma anche dalla qualità delle diagnosi stesse.

**Tabella 61 – Quadro di sintesi del numero interventi effettuati ed individuati**

	23.11.00	23.12.00	23.13.00	23.31.00	23.32.00	23.51.00	23.52.10	23.61.00	23.69.00	23.70.10	23.70.30	23.99.00
Aria compressa	●	○●	○●	○●	○●	○●	●	○●	○●	●	○●	○●
Aspirazione	●		●	○●	●			●			●	●
Centrale termica/Recuperi termici	○●	●	●	○●	●	○●	●	○●		●		○●
Climatizzazione	●	●	○	○●		●		○	○	○		●
Cogenerazione/Trigenerazione				○	○●	●		○●	●		●	○●
Freddo di processo	●	○●	●	●				○●				●
Generale/Gestionale	●	●	○●	○●	○●	○●	●	○●	●	●	●	○●
Illuminazione	○●	○●	○●	○●	○●	○●	○●	○●	●	○●	●	○●
Impianti elettrici	●	●		○●	●	●	●	○●	●	●	●	●
Involucro edilizio			○									○
Linee produttive	○●	○●	○●	○●	●	○●	●	●		○●	●	○●
Motori elettrici/Inverter	○●	○●	○●	○●	○●	○●	○●	●	○●	●	○●	○●
Produzione da fonti rinnovabili	●	○			○●	●	●	●	●	○●	●	●
Rifasamento		○●	○		○●	●	●	○		●	○●	●
Trasporti				○●	●						●	●

area presente in interventi effettuati con informazioni	○
area presente in interventi individuati con informazioni	●
interventi individuati >20	○●
interventi effettuati >20	○●
interventi effettuati e individuati >20	○●

La Tabella 62 fa riferimento agli interventi effettuati e sintetizza la presenza di risparmi elettrici e termici per ogni area di intervento e codice Ateco. Anche in questo caso una scala di colori indica se il valore dei risparmi totali conseguito in quel codice Ateco è superiore a una soglia, individuata in 50 tep sulla base della distribuzione osservata. Il valore dei risparmi è strettamente collegato al numero di diagnosi pervenute a ENEA ma anche a specificità settoriali e di sito produttivo.

**Tabella 62 – Quadro di sintesi dei risparmi da interventi effettuati**

	23.11.00	23.12.00	23.13.00	23.31.00	23.32.00	23.51.00	23.52.10	23.61.00	23.69.00	23.70.10	23.70.30	23.99.00
Aria compressa		◇	◇	◇	◇	◇		◇	◇		◇	◇
Aspirazione				◇								
Centrale termica/Recuperi termici	◇ □			□		◇ □		□				□
Climatizzazione			□	◇ □				□	◇	□		
Cogenerazione/Trigenerazione				◇ □	◇ □			◇				◇
Freddo di processo		◇						◇				
Generale/Gestionale			◇ □	◇	◇	◇		◇				◇
Illuminazione	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇		◇		◇
Impianti elettrici				◇				◇				
Involucro edilizio			◇ □									◇
Linee produttive	□	◇	◇ □	◇ □		◇ □				◇		□
Motori elettrici/Inverter	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇		◇		◇	◇
Produzione da fonti rinnovabili	◇	◇			◇					◇		
Rifasamento		◇	◇		◇			◇			◇	
Trasporti				◇								

interventi effettuati con risparmi di energia elettrica	◇
interventi effettuati con risparmi di energia termica	□
risparmi elettrici >50 tep	◇
risparmi termici >50 tep	□
risparmi elettrici e termici >50 tep	◇ □

Nelle due tabelle successive sono fornite maggiori informazioni, in termini quantitativi, relativamente ai risparmi di energia finale conseguiti dagli interventi effettuati per area di intervento e codice Ateco. In particolare si riportano i risparmi elettrici (Tabella 63) attraverso due indicatori per ogni area di intervento:

1. risparmi totali rapportati al consumo elettrico totale di ogni codice Ateco (tabella superiore);
2. risparmi medi della specifica area di intervento rapportati al consumo elettrico totale di ogni codice Ateco (tabella inferiore).

Gli stessi due indicatori sono proposti nella Tabella 64 con riferimento ai risparmi termici, totali e medi, e ai consumi termici di ogni codice Ateco.

**Tabella 63 – Risparmi elettrici da interventi effettuati (tep e %)**

RISPARMI TOTALI	23.11.00	23.12.00	23.13.00	23.31.00	23.32.00	23.51.00	23.52.10	23.61.00	23.69.00	23.70.10	23.70.30
<b>Aria compressa</b>		5,2 (0,03%)	566,8 (0,18%)	230,6 (0,15%)	6,5 (0,03%)	162,0 (0,04%)		5,8 (0,34%)	1,7 (0,03%)		48,2 (1,04%)
<b>Aspirazione</b>				232,0 (0,15%)							
<b>Centrale termica/Recuperi termici</b>	35,8 (0,22%)					1.843,9 (0,47%)					
<b>Climatizzazione</b>				18,3 (0,01%)					2,4 (0,0%)		
<b>Freddo di processo</b>		13,8 (0,07%)						0,5 (0,03%)			
<b>Generale/Gestionale</b>			14,5 (0,00%)	10,3 (0,01%)	1,7 (0,01%)	15,5 (0,00%)		0,5 (0,03%)			
<b>Illuminazione</b>	64,2 (0,40%)	60,4 (0,30%)	93,8 (0,03%)	292,3 (0,19%)	2,5 (0,01%)	179,9 (0,05%)	5,2 (0,02%)	7,1 (0,42%)		104,6 (4,46%)	
<b>Impianti elettrici</b>				14,7 (0,01%)				11,7 (0,69%)			
<b>Involucro edilizio</b>			55,1 (0,02%)								
<b>Linee produttive</b>		0,9 (0,00%)	132,1 (0,04%)	752,3 (0,50%)		86,6 (0,02%)				34,8 (1,48%)	
<b>Motori elettrici/Inverter</b>	17,0 (0,11%)	0,4 (0,00%)	46,7 (0,01%)	19,8 (0,01%)	87,3 (0,47%)	13,2 (0,00%)	1,3 (0,01%)				1,1 (0,02%)
<b>Rifasamento</b>		1,7 (0,01%)						10,3 (0,61%)			3,4 (0,07%)
<b>Trasporti</b>											

RISPARMI MEDI	23.11.00	23.12.00	23.13.00	23.31.00	23.32.00	23.51.00	23.52.10	23.61.00	23.69.00	23.70.10	23.70.30
<b>Aria compressa</b>		1,7 (0,01%)	51,5 (0,02%)	9,2 (0,01%)	1,3 (0,01%)	33,2 (0,01%)		5,8 (0,34%)	0,1 (0,00%)		24,1 (0,52%)
<b>Aspirazione</b>				21,1 (0,01%)							
<b>Centrale termica/Recuperi termici</b>	11,9 (0,07%)					368,8 (0,09%)					
<b>Climatizzazione</b>				4,6 (0,00%)					2,4 (0,05%)		
<b>Freddo di processo</b>		3,4 (0,02%)						0,5 (0,03%)			
<b>Generale/Gestionale</b>			2,4 (0,00%)	0,9 (0,00%)	0,1 (0,00%)	15,5 (0,00%)		0,3 (0,01%)			
<b>Illuminazione</b>	16,0 (0,10%)	6,7 (0,03%)	31,3 (0,01%)	8,9 (0,01%)	1,1 (0,01%)	30,0 (0,01%)	2,6 (0,01%)	2,4 (0,14%)		10,5 (0,45%)	
<b>Impianti elettrici</b>				7,4 (0,00%)				11,7 (0,46%)			
<b>Involucro edilizio</b>			27,5 (0,01%)								
<b>Linee produttive</b>		0,4 (0,00%)	5,7 (0,00%)	27,9 (0,02%)		28,9 (0,01%)				34,8 (1,48%)	
<b>Motori elettrici/Inverter</b>	5,7 (0,04%)	0,4 (0,00%)	46,7 (0,01%)	19,8 (0,01%)	7,9 (0,04%)	6,6 (0,00%)	0,3 (0,00%)				0,5 (0,01%)
<b>Rifasamento</b>		1,7 (0,01%)						10,3 (0,61%)			3,4 (0,07%)
<b>Trasporti</b>											

**Tabella 64 – Risparmi termici da interventi effettuati (tep e %)**

RISPARMI TOTALI	23.11.00	23.12.00	23.13.00	23.31.00	23.32.00	23.51.00	23.52.10	23.61.00	23.69.00	23.70.10	23.70.30
Aria compressa											
Aspirazione											
Centrale termica/Recuperi termici	23,1 (0,01%)			2.107,7 (0,26%)		279,0 (0,02%)		35,3 (1,38%)			
Climatizzazione			496,1 (0,1%)	1,4 (0,00%)				8,1 (0,32%)		8,2 (6,43%)	
Freddo di processo											
Generale/Gestionale			146,0 (0,02%)								
Illuminazione											
Impianti elettrici											
Involucro edilizio			6,5 (0,00%)								
Linee produttive	5.087,6 (3,08%)		8.285,9 (1,36%)	3.379,6 (0,42%)		3.952,0 (0,32%)					
Motori elettrici/Inverter											
Rifasamento											
Trasporti											
RISPARMI MEDI	23.11.00	23.12.00	23.13.00	23.31.00	23.32.00	23.51.00	23.52.10	23.61.00	23.69.00	23.70.10	23.70.30
Aria compressa											
Aspirazione											
Centrale termica/Recuperi termici	7,7 (0,00%)			210,8 (0,03%)		55,8 (0,00%)		35,3 (1,38%)			
Climatizzazione			99,2 (0,02%)	0,4 (0,00%)				4,0 (0,16%)		8,2 (6,43%)	
Freddo di processo											
Generale/Gestionale			24,3 (0,00%)								
Illuminazione											
Impianti elettrici											
Involucro edilizio			3,2 (0,00%)								
Linee produttive	5.087,6 (3,08%)		360,3 (0,06%)	125,2 (0,02%)		988,0 (0,08%)					
Motori elettrici/Inverter											
Rifasamento											
Trasporti											

La Tabella 65 sintetizza la presenza di interventi individuati nelle diverse aree di intervento per i codici Ateco oggetto di analisi. Gli interventi individuati sono generalmente in numero maggiore rispetto agli interventi effettuati per ogni codice Ateco e sito esaminato. È opportuno ricordare che gli interventi individuati sono un set di proposte contenuto in diagnosi energetica: in quanto tali non saranno attuati tutti e la loro eventuale implementazione sarà dilazionata nel tempo. Il risparmio è quindi da intendersi come un risparmio potenziale, ragion per cui in questo caso non si è ritenuto opportuno identificare una soglia di risparmio.

**Tabella 65 - Quadro di sintesi dei risparmi da interventi individuati**

	23.11.00	23.12.00	23.13.00	23.31.00	23.32.00	23.51.00	23.52.10	23.61.00	23.69.00	23.70.10	23.70.30	23.99.00
Aria compressa	0	0	0□	0	0	0	0	0	0	0□	0	0
Aspirazione			0	0	0			0			0	0
Centrale termica/Recuperi termici	0□	□	0□	0□	0□	0□				0□		□
Climatizzazione	0□	0□		0□		0□						0
Cogenerazione/Trigenerazione		0		0□	0□	0		0□	0□		0□	0□
Freddo di processo	0	0□		0				0				0
Generale/Gestionale	0□	0□	0□	0	0□	0	0□	0	0□	0	0	0□
Illuminazione	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Impianti elettrici	0	0			0	0	0	0	0	0	0	0
Involucro edilizio			0	0								
Linee produttive	0□	0	0□	0□	0□	0□	0□	0		0	0□	0□
Motori elettrici/Inverter	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Produzione da fonti rinnovabili	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0□
Rifasamento				0	0	0	0			0		
Trasporti				0								
<b>interventi individuati con risparmi di energia elettrica</b>												0
<b>interventi individuati con risparmi di energia termica</b>												□

In modo analogo agli interventi effettuati, in Tabella 66 e Tabella 67 sono fornite informazioni quantitative relativamente ai risparmi potenziali di energia finale associati agli interventi individuati, per area di intervento e codice Ateco.

Inoltre è fornita una rappresentazione combinata di investimento e risparmio energetico, suddividendo i punti, rappresentativi dei singoli interventi, in quattro quadranti. I quadranti sono definiti in base alla mediana della distribuzione di risparmio di energia finale o primaria (linea orizzontale) e investimento (linea verticale), in ogni specifica area di intervento esaminata. Ricordando che il costo efficacia è definito come il rapporto tra investimento e risparmio energetico, il quadrante in alto a sinistra rappresenta gli interventi con migliore costo efficacia (interventi più convenienti) e quello in alto a destra gli interventi efficaci. Nel caso della Figura 52 viene rappresentata l'aria compressa, un'area di intervento trasversale ai codici Ateco esaminati della Divisione 23, che arriva a rappresentare un terzo degli interventi individuati nel codice Ateco 23.13.4 In figura sono rappresentati i gruppi Ateco, come indicato dalla legenda.

<sup>4</sup> Prendendo a riferimento le diagnosi pervenute a ENEA da parte di tutti i codici Ateco, l'aria compressa rappresenta il 15% sul totale degli interventi effettuati e il 17% sul totale degli interventi individuati.



**Tabella 66 – Risparmi elettrici da interventi individuati (tep e %)**

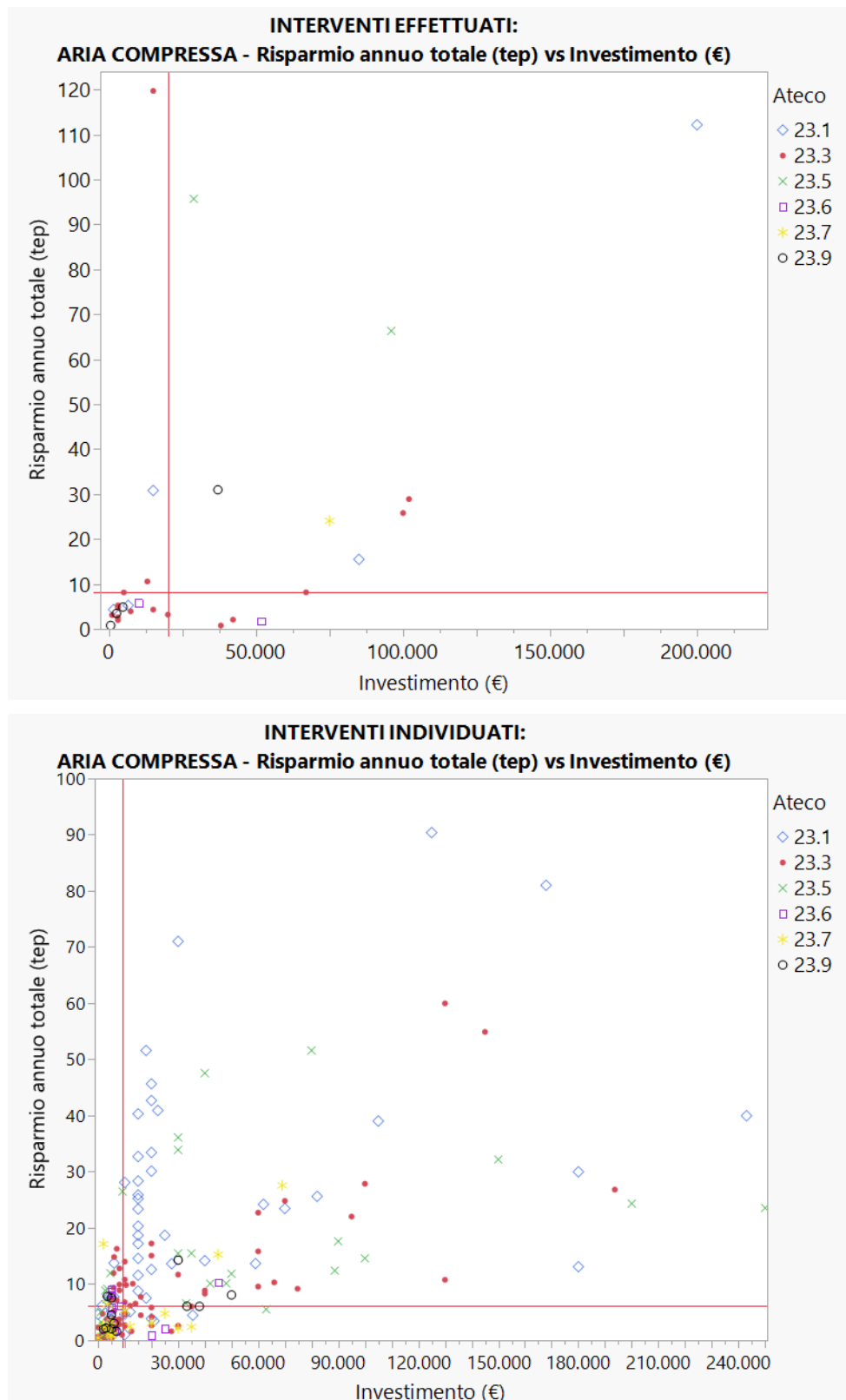
RISPARMI ELETTRICI TOTALI	23.11.00	23.12.00	23.13.00	23.31.00	23.32.00	23.51.00	23.52.10	23.61.00	23.69.00	23.70.10	23.70.30
Aria compressa	93,5 (0,58%)	152,0 (0,75%)	1.618,2 (0,51%)	596,7 (0,40%)	63,2 (0,34%)	445,6 (0,11%)	104,7 (0,47%)	24,1 (1,43%)	47,5 (0,90%)	34,4 (1,47%)	85,3 (1,85%)
Aspirazione			1,5 (0,00%)	266,8 (0,18%)	1,7 (0,01%)			2,7 (0,16%)			5,8 (0,13%)
Centrale termica/Recuperi termici	1.606,2 (0,88%)		788,9 (0,25%)	138,1 (0,09%)	4,0 (0,02%)	12.545,6 (3,19%)				3,1 (0,13%)	
Climatizzazione	3,7 (0,02%)	30,9 (0,15%)		86,0 (0,06%)							
Freddo di processo	23,1 (0,14%)	23,4 (0,12%)	18,7 (0,01%)	86,0 (0,06%)				10,3 (0,61%)			
Generale/Gestionale	64,7 (0,40%)	74,1 (0,36%)	430,2 (0,14%)	283,0 (0,19%)	33,7 (0,18%)	4,3 (0,00%)	45,2 (0,20%)	8,2 (0,48%)	315,2 (5,99%)	27,6 (1,18%)	23,8 (0,51%)
Illuminazione	62,5 (0,39%)	99,0 (0,49%)	154,1 (0,05%)	863,6 (0,57%)	211,1 (1,13%)	277,7 (0,07%)	43,4 (0,19%)	87,4 (5,16%)	61,9 (1,18%)	73,8 (3,14%)	32,9 (0,71%)
Impianti elettrici	143,1 (0,88%)	217,2 (1,07%)	156,0 (0,10%)		280,2 (1,50%)	718,9 (0,18%)	22,8 (0,10%)	12,9 (0,76%)	2,1 (0,04%)	49,8 (2,12%)	23,7 (0,51%)
Linee produttive	40,2 (0,25%)	25,9 (0,13%)	6.845,0 (2,15%)	251,3 (0,17%)	90,3 (0,49%)	525,8 (0,13%)	27,3 (0,12%)	3,5 (0,21%)		1,6 (0,07%)	26,6 (0,58%)
Motori elettrici/Inverter	15,3 (0,09%)	9,5 (0,05%)	234,9 (0,07%)	627,5 (0,42%)	361,1 (1,94%)	279,2 (0,07%)	418,6 (1,87%)	8,0 (0,47%)	218,7 (4,16%)	38,8 (1,65%)	147,0 (3,18%)
Rifasamento				2,2 (0,00%)	61,3 (0,33%)	103,2 (0,03%)	44,6 (0,20%)			2,7 (0,12%)	
Trasporti				4,2 (0,00%)							

RISPARMI MEDI	23.11.00	23.12.00	23.13.00	23.31.00	23.32.00	23.51.00	23.52.10	23.61.00	23.69.00	23.70.10	23.70.30
Aria compressa	15,6 (0,10%)	6,9 (0,03%)	32,7 (0,01%)	8,8 (0,01%)	2,9 (0,02%)	23,5 (0,01%)	8,1 (0,04%)	4,0 (0,24%)	5,9 (0,11%)	2,9 (0,12%)	4,7 (0,10%)
Aspirazione			1,5 (0,00%)	22,2 (0,01%)	1,7 (0,01%)			2,7 (0,16%)			5,8 (0,13%)
Centrale termica/Recuperi termici	535,4 (0,29%)		128,0 (0,04%)	5,3 (0,00%)	0,5 (0,00%)	1.394,0 (0,35%)				1,6 (0,07%)	
Climatizzazione	1,8 (0,01%)	6,2 (0,03%)		28,7 (0,02%)							
Freddo di processo	23,1 (0,14%)	11,7 (0,06%)	9,3 (0,00%)	43,0 (0,03%)				5,2 (0,31%)			
Generale/Gestionale	32,3 (0,20%)	3,0 (0,01%)	74,9 (0,02%)	8,8 (0,01%)	2,4 (0,01%)	4,3 (0,00%)	1,8 (0,01%)	4,1 (0,24%)	28,7 (0,54%)	1,8 (0,08%)	3,4 (0,07%)
Illuminazione	31,2 (0,19%)	3,2 (0,02%)	25,7 (0,01%)	12,7 (0,01%)	5,1 (0,03%)	17,4 (0,00%)	3,3 (0,01%)	7,9 (0,47%)	8,8 (0,17%)	3,5 (0,15%)	1,6 (0,04%)
Impianti elettrici	47,7 (0,29%)	4,3 (0,02%)		39,0 (0,03%)	40,0 (0,21%)	239,6 (0,06%)	7,6 (0,03%)	12,9 (0,76%)	2,1 (0,04%)	5,5 (0,24%)	4,7 (0,10%)
Linee produttive	13,4 (0,08%)	1,4 (0,01%)	475,4 (0,15%)	14,0 (0,01%)	5,6 (0,03%)	27,7 (0,01%)	6,8 (0,03%)	3,5 (0,21%)		0,8 (0,03%)	13,3 (0,29%)
Motori elettrici/Inverter	7,7 (0,05%)		21,4 (0,01%)	10,0 (0,01%)	16,4 (0,09%)	23,3 (0,01%)	18,2 (0,08%)	4,0 (0,24%)	12,9 (0,24%)	7,8 (0,33%)	6,4 (0,14%)
Rifasamento				0,7 (0,00%)	30,6 (0,16%)	103,2 (0,03%)	5,6 (0,02%)			2,7 (0,12%)	
Trasporti				0,4 (0,00%)							

**Tabella 67 – Risparmi termici da interventi individuati (tep e %)**

<b>RISPARMI TOTALI</b>	<b>23.11.00</b>	<b>23.12.00</b>	<b>23.13.00</b>	<b>23.31.00</b>	<b>23.32.00</b>	<b>23.51.00</b>	<b>23.52.10</b>	<b>23.61.00</b>	<b>23.69.00</b>	<b>23.70.10</b>	<b>23.70.30</b>
<b>Aria compressa</b>			18,7 (0,00%)							17,2 (13,40%)	
<b>Aspirazione</b>											
<b>Centrale termica/Recuperi termici</b>	1.912,6 (1,16%)	3.712,5 (0,20%)	235,0 (0,04%)	6.897,5 (0,85%)	675,1 (0,47%)	29,1 (0,00%)	779,1 (0,62%)			20,1 (15,66%)	
<b>Climatizzazione</b>	39,7 (0,02%)	34,1 (0,00%)		120,3 (0,01%)		19,6 (0,0%)					
<b>Freddo di processo</b>		2,5 (0,00%)									
<b>Generale/Gestionale</b>	94,5 (0,06%)	10,9 (0,00%)	2.176,5 (0,36%)		73,6 (0,05%)		117,1 (0,09%)		350,8 (0,57%)		
<b>Illuminazione</b>											
<b>Impianti elettrici</b>											
<b>Linee produttive</b>	141,6 (0,09%)		4.899,6 (0,80%)	2.516,3 (0,31%)	400,5 (0,28%)	5.295,3 (0,43%)	65,5 (0,05%)				15,3 (0,27%)
<b>Motori elettrici/Inverter</b>											
<b>Rifasamento</b>											
<b>Trasporti</b>											
<b>RISPARMI MEDI</b>	<b>23.11.00</b>	<b>23.12.00</b>	<b>23.13.00</b>	<b>23.31.00</b>	<b>23.32.00</b>	<b>23.51.00</b>	<b>23.52.10</b>	<b>23.61.00</b>	<b>23.69.00</b>	<b>23.70.10</b>	<b>23.70.30</b>
<b>Aria compressa</b>			0,4 (0,00%)							1,6 (1,22%)	
<b>Aspirazione</b>											
<b>Centrale termica/Recuperi termici</b>	637,5 (0,39%)		26,1 (0,00%)	255,5 (0,03%)						10,0 (7,8%)	
<b>Climatizzazione</b>	19,9 (0,01%)	742,5 (0,04%)		30,1 (0,00%)	75,0 (0,1%)	5,8 (0,0%)	155,8 (0,1%)	3,0 (0,1%)			
<b>Freddo di processo</b>		5,7 (0,00%)				4,9 (0,0%)					
<b>Generale/Gestionale</b>	47,2 (0,03%)	1,2 (0,00%)	55,8 (0,01%)								
<b>Illuminazione</b>		0,4 (0,00%)			5,3 (0,00%)		4,7 (0,00%)		31,9 (0,05%)		
<b>Impianti elettrici</b>											
<b>Linee produttive</b>	47,2 (0,03%)		169,0 (0,03%)	119,8 (0,01%)							
<b>Motori elettrici/Inverter</b>					23,6 (0,02%)	311,5 (0,03%)	16,4 (0,01%)				7,6 (0,13%)
<b>Rifasamento</b>											
<b>Trasporti</b>											

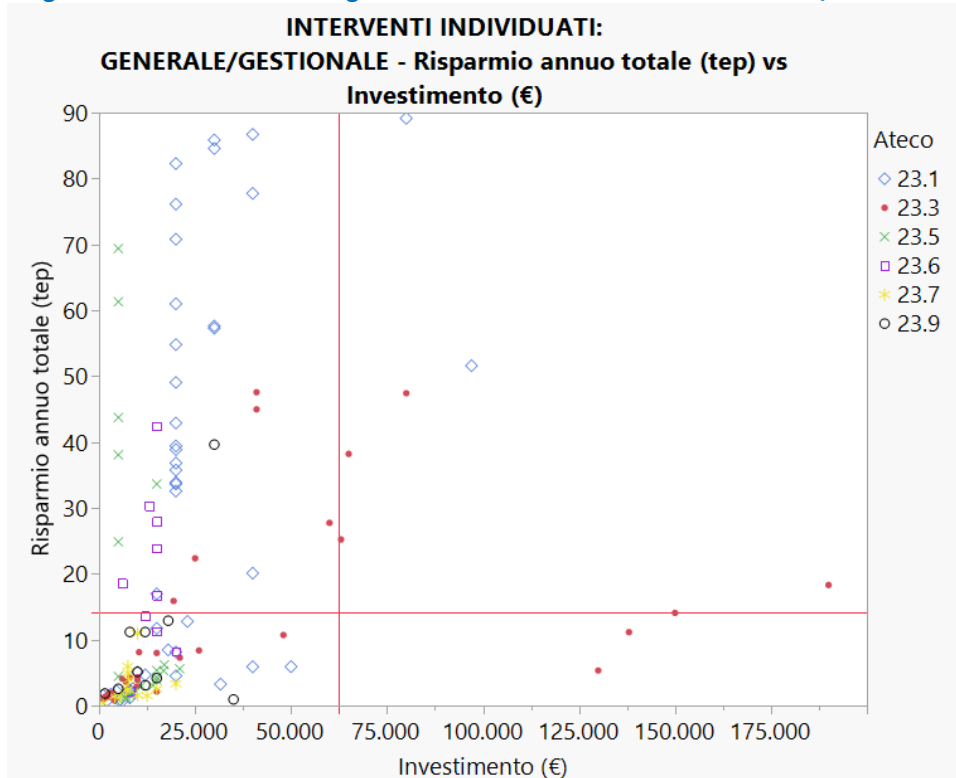
Figura 52 – Costo efficacia degli interventi effettuati e individuati nella categoria Aria compressa



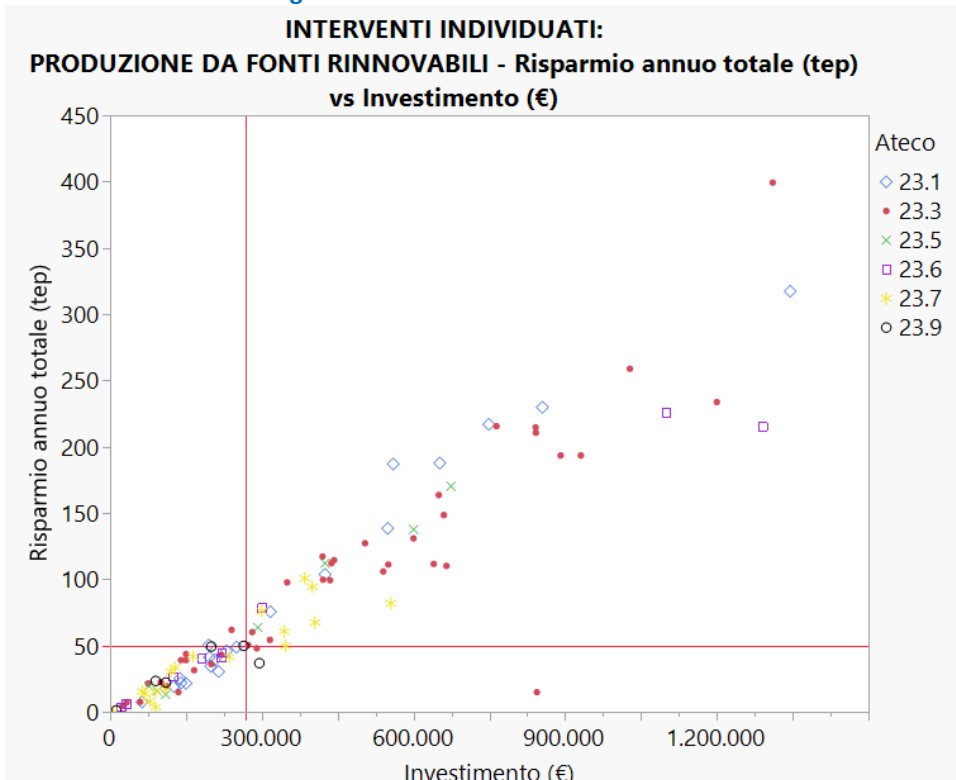
Di seguito sono proposti due ulteriori grafici sul costo efficacia, di confronto degli interventi individuati tra diversi gruppi Ateco. La Figura 53, relativa agli interventi nell'area Generale/Gestionale mostra un quadrante di interventi a migliore costo efficacia molto popolato, in particolare da interventi che a parità di costo di

investimento forniscono risparmi di energia finale variabili a seconda della dimensione e del processo del sito produttivo esaminato. La Figura 54 rappresenta i risparmi di energia primaria associati agli interventi individuati nell'area Produzione da fonti rinnovabili, e mostra un loro andamento lineare al costo di investimento.

**Figura 53 – Costo efficacia degli interventi individuati nell'area Generale/Gestionale**



**Figura 54 – Costo efficacia degli interventi individuati nell'area Produzione da fonti rinnovabili**



## 8 Le linee guida settoriali

Scopo di questa attività è quello di fornire a imprese e professionisti un'utile linea guida per effettuare delle diagnosi energetiche in maniera più consapevole ed efficace. Pertanto si è deciso di realizzare delle Linee Guida Settoriali che mettessero in luce tutte le informazioni necessarie a svolgere una diagnosi energetica di qualità.

L'idea è quella di creare una collana di "quaderni tecnici" dedicata ai settori più ad alta intensità energetica. I primi due quaderni della collana (Figura 55) sono relativi ai settori del vetro e del cemento. Per realizzarla sono stati utilizzati i contributi di tutte le linee di attività 2020 dal WP4.

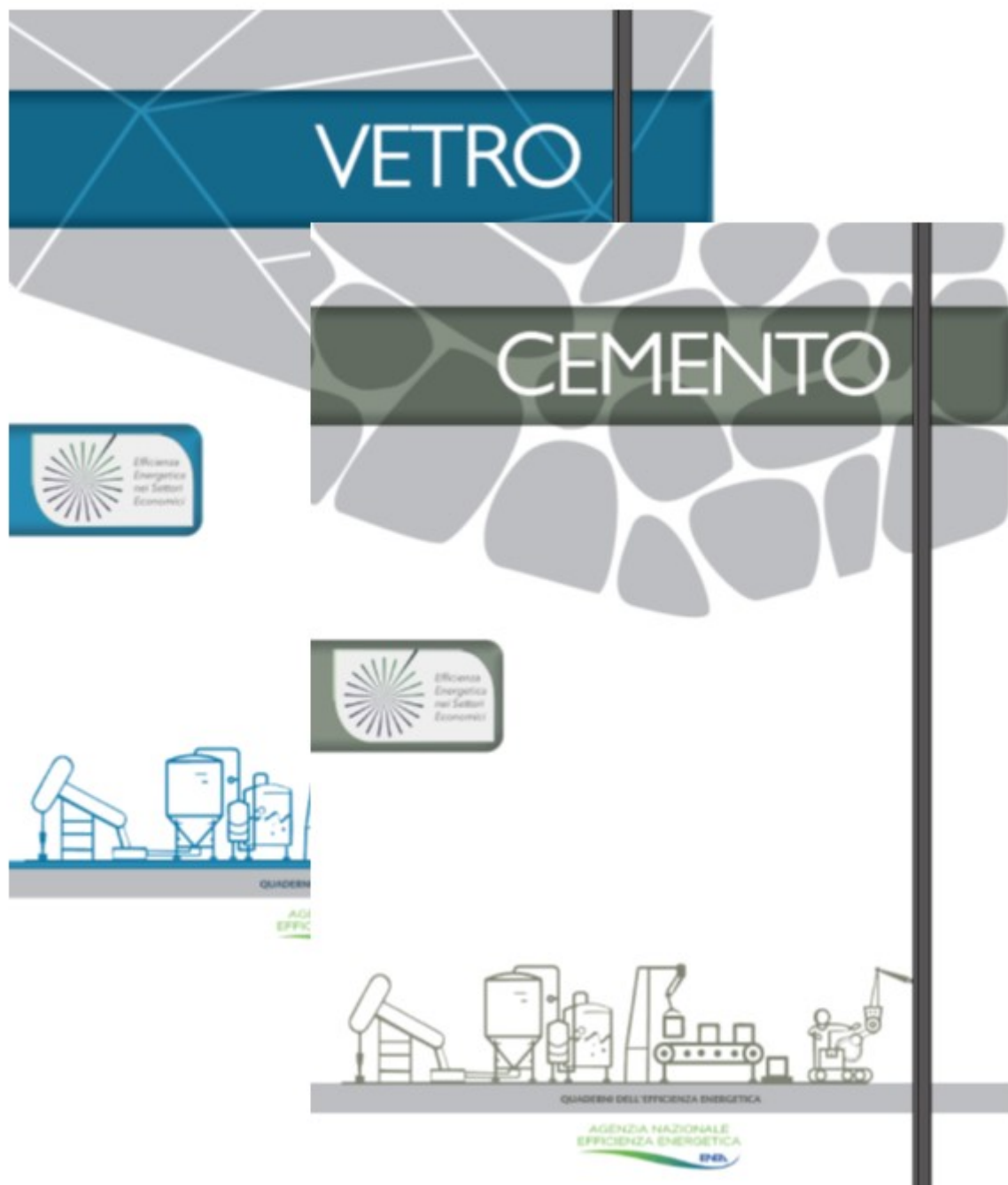


Figura 55 I quaderni dell'efficienza energetica: Vetro e Cemento

In particolare all'interno di ciascun documento oltre a fornire una descrizione di come dovrebbe essere realizzato un rapporto di diagnosi energetica, così come descritto nelle "Linee Guida ENEA" [1], si entra nello specifico del settore è quindi possibile trovare:

- Una panoramica generale del settore;
- La suddivisione per aree funzionali ed all'interno di queste: le varie fasi del processo, i principali servizi ausiliari e generale;
- Una ripartizione dei consumi tra le differenti aree funzionali;
- Gli indici di Prestazione Energetica (IPE) di primo e secondo livello;
- Un'ampia panoramica delle soluzioni tecnologiche suddivise per area funzionale e specifico reparto che possono essere prese in considerazione nella fase di proposizione degli interventi di efficientamento energetico.
- Una descrizione dei principali interventi che sono stati attuati e proposti nelle diagnosi energetiche passate, corredate anche di alcuni parametri economici come il tempo di ritorno medio degli interventi.

Per caratterizzare la collana è stato studiato un apposito stile grafico che riprende la struttura molecolare caratteristica del prodotto specifico e stilizzata. Il quaderno vuole ricordare un'agenda da consultare (la striscia nera vuol ricordare l'elastico dell'agenda) quando si affronta lo specifico settore. Inoltre è stato studiato anche un logo per caratterizzarla che vuole ricordare i ventuno settori economici caratteristici della suddivisione ATECO, il terzo dei quali (il raggio più lungo) è proprio il Settore C relativo alle attività manifatturiere.



Figura 56 Il logo della collana di quaderni tecnici

## 9 Il tool per la rendicontazione energetica

Sempre nell'ottica di fornire utili strumenti alle imprese ed ai consulenti per accrescere la consapevolezza energetica e semplificare per il consulente o l'impresa le incombenze relative alla preparazione del rapporto di diagnosi energetica e ad ENEA l'analisi dei dati fruibili con un livello di omogeneità migliore, si è pensato di sviluppare un tool di rendicontazione energetica.

Il tool verrà sviluppato nella terza annualità del progetto in corso, in questa prima fase sono state definite le specifiche che saranno richieste nel contratto di appalto. Il dettaglio delle specifiche è riportato nell'Allegato C del presente documento.

L'idea di sviluppare un tool di rendicontazione è nata dall'esperienza che ENEA ha maturato nella gestione delle diagnosi energetiche, dove, va ricordato non esiste nessun obbligo verso imprese e consulenti a fornire ulteriori informazioni rispetto a quelle riportate nel rapporto di diagnosi energetica, anche il foglio di rendicontazione, conosciuto come "*foglio F*", che ENEA ha curato, sviluppato, migliorato e personalizzato negli anni in funzione dei settori produttivi è a carattere puramente facoltativo. *Foglio F* che è risultato di estrema, se non fondamentale, utilità nelle analisi riportate in questo documento. Pertanto per incentivarne l'uso si è pensato di affiancarlo a un tool informatico che non debba necessariamente superarlo. Il tool informatico dovrebbe permettere, a chi vorrà utilizzarlo, di:

- storicizzare i consumi dei vari siti produttivi, che potranno essere inseriti con la periodicità che l'utente vuole;
- visualizzare trend di consumo attraverso grafici che verranno generati automaticamente;
- Calcolare gli indici di prestazione energetica di primo e secondo livello
- Fare confronti tra i diversi siti di proprietà dell'azienda;
- Inserire indici di benchmark al fine di verificarne lo scostamento rispetto ai propri;
- Storicizzare gli interventi effettuati con le informazioni che possono essere utili per il rapporto di diagnosi energetica;
- Fornire una semplice funzionalità per un primo Business Plan utile a valutare gli interventi proposti
- Effettuare in automatico la clusterizzazione prevista per le aziende multisito;
- Preparare il report annuale per dichiarazione dei risparmi energetici;
- Compilare in maniera automatica sia il Foglio F che tutti i campi richiesti dal portale AUDIT102 relativi alle informazioni dei singoli siti sottoposti a diagnosi

Si sta valutando l'ipotesi di inserire questo tool, come quello relativo all'autovalutazione della maturità energetica, all'interno del portale AUDIT102, che così si arricchirebbe di una serie di strumenti volontari che possono, qualora utilizzati, fornire quelle informazioni necessarie a avviare un percorso virtuoso nell'ambito dell'efficienza energetica e nella gestione dell'energia

## 10 Attività di coordinamento

Le numerose attività del presente WP, relative all'annualità 2020, hanno la caratteristica di essere notevolmente intercorrelate tra loro e hanno previsto il coinvolgimento di diversi attori.

La realizzazione del progetto ha previsto una fase di analisi dei dati provenienti da più di 4.000 diagnosi energetiche e la definizione di approcci metodologici che permettessero una rigorosa analisi degli stessi. Inoltre la gestione delle informazioni da e per le università e quelle provenienti dalle associazioni di categoria ha necessitato di un'intensa attività di coordinamento sia prettamente gestionale, ma anche e soprattutto di carattere tecnico.

Per quanto riguarda le attività interne, la necessità di analizzare più di 280 sottogruppi Ateco sia per l'individuazione degli indici di prestazione energetica che per l'individuazione delle soluzioni tecnologiche attuate e proposte ha richiesto l'impegno nell'attività di 21 ricercatori ENEA. Questo ha comportato un intenso lavoro di coordinamento sia per monitorare lo stato di avanzamento delle attività che, da un punto di vista tecnico, per affrontare e chiarire eventuali criticità che di volta in volta sono sorte. Tale attività di coordinamento si è resa ancora più indispensabili a cause delle condizioni ambientali create dalla pandemia di Sars-CoV-2, che ha impedito incontri e riunioni in presenza.

Sono state quindi programmate video conferenze bisettimanali di coordinamento. È stata, inoltre, realizzata una chat di gruppo per risolvere rapidamente problemi o particolarità specifiche di un settore. Sono state programmati incontri aggiuntivi qualora le problematiche riscontrate li rendessero indispensabili.

Tutti questi strumenti hanno permesso, malgrado tutto, un'attività fluida che ha portato a raggiungere pienamente i risultati previsti nei tempi stabiliti.

Altrettanta attenzione è stata posta all'attività di coordinamento con le cinque Università e le associazioni di categoria. In questo caso oltre a un fitto scambio di e-mail e telefonate sono stati programmati incontri mensili con i partner cobeneficiari. Inoltre, sono stati previsti incontri tecnici mediamente bimestrali con la presenza sia delle Università che dell'associazione di categoria che di volta in volta è stata coinvolta, a cui aggiungere ulteriori incontri programmati per trattare temi tecnici specifici in modo da superare le difficoltà che il Sars-CoV-2 ha prodotto impedendo di effettuare sopralluoghi in situ.



## 11 Attività di disseminazione

Le attività del progetto hanno previsto il coinvolgimento delle principali Associazioni di categoria dei settori oggetto di analisi e studio. Nella fattispecie, nelle attività del WP, sono state coinvolte Federbeton per il settore cemento, Assovetro per il settore vetro e Confindustria Ceramica per il settore ceramica. Il ruolo delle associazioni di settore è stato fondamentale perché il confronto con le stesse ha fornito tantissimi spunti di riflessione e di analisi a tutti i partecipanti al progetto. La conoscenza specifica di settore, inoltre, ha permesso di approfondire il discorso su alcune determinate tecnologie, andando anche a fornire utili spunti sull'analisi dei consumi settoriali e sulla determinazione degli indici di primo e secondo livello nei settori considerati.

Il confronto con le associazioni ha avuto luogo tramite tutta una serie di riunioni on line che sono state anche un utile momento di confronto con le più importanti imprese appartenenti ai settori vetro, cemento e ceramica. In totale sono state circa una ventina le riunioni (prevalentemente on line causa pandemia COVID 19 in corso) organizzate da ENEA che hanno visto la partecipazione sia delle associazioni che delle università coinvolte.

Contestualmente i ricercatori di ENEA hanno presentato le attività del Wp4 di R.d.s. anche in tutta una serie di eventi organizzati da ENEA o di eventi in cui comunque erano coinvolti come relatori. Tutti gli eventi sono stati realizzati in modalità online in quanto la pandemia da COVID 19 in corso ha reso impossibile l'organizzazione di eventi in presenza.

Nella fattispecie le attività di ricerca di sistema (analisi diagnosi energetiche pervenute ad ENEA ai sensi Art. 8 D.Lgs 102/2014, identificazione IPE settoriali ed IPE di primo e secondo livello, analisi interventi pianificati e realizzati, focus settoriali) sono state oggetto di un gran numero di eventi on line. Di seguito l'elenco completo dei seminari.

### 11.1 Eventi 2020

- Le diagnosi energetiche ai sensi del Decreto 102/2014 | Le risultanze del secondo ciclo di obbligo Web seminar ENEA - martedì 19 maggio 2020, ore 10.30. Ing. Marcello Salvio, Ing. Fabrizio Martini, Ing. Federico Alberto Tocchetti  
[https://www.enea.it/it/seguici/events/diagnosienergetiche\\_05mar2020/le-diagnosi-energetiche-ai-sensi-del-decreto-102-2014-le-risultanze-del-secondo-ciclo-di-obbligo](https://www.enea.it/it/seguici/events/diagnosienergetiche_05mar2020/le-diagnosi-energetiche-ai-sensi-del-decreto-102-2014-le-risultanze-del-secondo-ciclo-di-obbligo)
- Le diagnosi energetiche ai sensi del Decreto 102/2014 | Analisi degli interventi e focus ISO 50001 Web seminar ENEA - martedì 16 giugno 2020, ore 10.30. Dott.ssa Chiara Martini, Ing. Enrico Biele.  
[https://www.enea.it/it/seguici/events/diagnosi\\_iso50001\\_16giu2020/webinar](https://www.enea.it/it/seguici/events/diagnosi_iso50001_16giu2020/webinar)
- Le diagnosi energetiche ai sensi del Decreto 102/2014 | Le risultanze del secondo ciclo di obbligo nel settore industriale. M. Salvio, C. Toro. G. Bruni. C. Herce  
Web seminar promosso da Assolombarda, in collaborazione con ENEA - giovedì 18 giugno 2020, ore 10.00  
[https://www.enea.it/it/seguici/events/diagnosiassolombarda\\_18giu2020/webinar](https://www.enea.it/it/seguici/events/diagnosiassolombarda_18giu2020/webinar)
- L'attività ENEA nel campo delle diagnosi energetiche obbligatorie ai sensi dell'Art. 8 D.Lgs. 102/2014. Ing. Fabrizio Martini  
Webinar Advice4enterprise di EDISON. 18 giugno 2020.  
<https://register.gotowebinar.com/register/8664211407694844174>
- Le diagnosi energetiche ai sensi del Decreto 102/2014 | Le risultanze del secondo ciclo di obbligo nel settore terziario. - Ing. Fabrizio Martini, Ing. Daniele Ranieri

Web seminar ENEA - venerdì 26 giugno 2020, ore 10.30

[https://www.enea.it/it/seguici/events/diagnositerziario\\_26giu2020/webinar](https://www.enea.it/it/seguici/events/diagnositerziario_26giu2020/webinar)

- ENEA e CasaClima: Linee guida e strumenti per la Diagnosi Energetica nelle PMI. – Ing. Claudia Toro, Ing. Marcello Salvio  
Webinar organizzato da Casaclima, in collaborazione con ENEA - giovedì 9 luglio 2020, ore 10.30  
[https://www.enea.it/it/seguici/events/casaclima\\_09lug2020/DiagnosiPMI](https://www.enea.it/it/seguici/events/casaclima_09lug2020/DiagnosiPMI)
- KEYENERGY, 5 novembre 2020. “Fare efficienza energetica nei settori industria e terziario: sei storie per guidare il cambiamento”. – Ing. Marcello Salvio. L’evento a cura di ENEA  
<https://www.energiaenergetica.enea.it/vi-segnaliamo/save-the-date-key-energy-5-novembre-2020-fare-efficienza-energetica-nei-settori-industria-e-terziario-sei-storie-per-guidare-il-cambiamento-l-evento-a-cura-di-enea.html>
- Analisi e prospettive di una fetta importante del comparto produttivo italiano a valle delle diagnosi energetiche obbligatorie. Ing. Fabrizio Martini – Soiel Energy Management Web Edition 2020  
<https://www.soiel.it/eventi/2020/energy-management-web-conference-2020-edition/area-visitatori/contenuti/>
- Energy week – Dicembre 2020 - La diagnosi energetica obbligatoria: stato dell’arte e prospettive future. Ing. Marcello Salvio  
<https://www.eventiindustriali.com/energy-2021-industry-efficiency/salvio-enea/>

## 11.2 Eventi 2021

- ETIP-SNET WG3. “Flexible power generation in a decarbonised Europe”. Decarbonising Industry and Enterprises. EnR. Ing. Carlos Herce  
Webinar 4 Febbraio 2021. <https://www.etip-snet.eu/decarbonising-industry-enterprises/>
- Soluzioni Smart e 4.0 per l'efficienza nell'industria chimico-farmaceutica: I primi risultati delle analisi delle diagnosi 2019 nel settore farmaceutico. Ing. Giacomo Bruni  
Webinar MCTer – 26 febbraio 2021  
[https://www.mcter.com/webedition/Pharma\\_Chemical/programma.asp](https://www.mcter.com/webedition/Pharma_Chemical/programma.asp)
- L'efficienza energetica nei settori produttivi: l'attività ENEA per l'efficientamento delle PMI e le risultanze dell'obbligo di diagnosi. – Ing. Marcello Salvio, Ing. Giacomo Bruni, Ing. Claudia Toro, Ing. Fabrizio Martini, Ing. Federico Alberto Tocchetti.  
Webinar ENEA – 8 marzo 2021.  
<https://www.enea.it/it/seguici/events/efficienza-energetica-nei-settori-produttivi/save-the-date-lefficienza-energetica-nei-settori-produttivi-lattivita-enea-per-lefficientamento-delle-pmi-e-le-risultanze-dellobligo-di-diagnosi>
- Energy Efficiency Benchmarking based on Energy Audits in Italy”. IEA - Expert Workshop on Industry Energy Efficiency Benchmarking. – Ing. Carlos Herce  
Webinar IEA - 17 Marzo 2021  
<https://www.iea.org/events/expert-workshop-on-industry-energy-efficiency-benchmarking>
- Efficienza energetica e PMI. Stato dell’arte, analisi barriere, prospettive future. - Ing. Marcello Salvio  
Soiel Energy Management Web Conference 2021 - 8 aprile 2021

<https://www.soiel.it/eventi/2021/energy-management-web-conference-2021-edition/area-visitatori/contenuti/>

- Analysis of energy savings and behavioural trends from the application of the mandatory energy audits mechanism in Italy: focus on energy management systems in four different economic sectors. - Ing. Claudia Toro BEHAVE Conference 2020- 2021 - 21 aprile 2021  
<https://c2e2.unepdtu.org/wp-content/uploads/sites/3/2021/02/detailed-program-of-the-conference-behave2020-2021.pdf>
- Analysing the behavioural impacts of mandatory Energy Audits. - Dr. Chiara Martini BEHAVE Conference 2020- 2021 - 21 aprile 2021  
<https://c2e2.unepdtu.org/wp-content/uploads/sites/3/2021/02/detailed-program-of-the-conference-behave2020-2021.pdf>

Contestualmente le attività portate avanti nel WP sono state oggetto anche di articoli scientifici e pubblicazioni. Di seguito l'elenco completo.

### 11.3 *Articoli scientifici e pubblicazioni*

- C. Herce; A. González-Espinosa; A. Gil; C. Cortés; J. González Rebordinos; T. Guégués; M. Gil; L. Ferré; F. Brunet; A. Arias. Combustion Monitoring in an Industrial Cracking Furnace Based on Combined CFD and Optical Techniques. Fuel, 280C (2020) art. 118502  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0016236120314988>
- A. González-Espinosa, A. Gil, L. Royo-Pascual, A. Nueno, C. Herce. Effects of hydrogen and primary air in a commercial partially-premixed atmospheric gas burner by means of optical and supervised machine learning techniques. International Journal of Hydrogen Energy, 45(55) (2020) 31130-31150.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360319920330408>
- Wiedermann, M. Ladwig, C. Bergins, O. Bernstrauch, C. Herce, P. Jahnsen. Flexible Power Generation in a Decarbonised Europe. Flexible Generation (WG3) White Paper. ETIP-SNET, 2020.  
[https://www.etip-snet.eu/wp-content/uploads/2020/03/WG3\\_WhitePaper\\_Flexible-Power-Generation-in-a-Decarbonised-Europe.pdf](https://www.etip-snet.eu/wp-content/uploads/2020/03/WG3_WhitePaper_Flexible-Power-Generation-in-a-Decarbonised-Europe.pdf)
- Branchini, L.; Bignozzi, M.C.; Ferrari, B.; Mazzanti, B.; Ottaviano, S.; Salvio, M.; Toro, C.; Martini, F.; Canetti, A. Cogeneration Supporting the Energy Transition in the Italian Ceramic Tile Industry. Sustainability 2021, 13, 4006.  
<https://doi.org/10.3390/su13074006>
- Cantini, A.; Leoni, L.; De Carlo, F.; Salvio, M.; Martini, C.; Martini, F. Technological Energy Efficiency Improvements in Cement Industries. Sustainability 2021, 13, 3810.  
<https://doi.org/10.3390/su13073810>

## 12 Conclusioni

Il lavoro svolto nella seconda annualità ha avuto come obiettivo quello di analizzare gran parte dei settori manifatturieri al fine di individuare, laddove possibile, gli Indici di Prestazione Energetica di primo e di secondo livello.

L'analisi è stata accurata ed ha portato all'individuazione di un gran numero di indici statisticamente validi. L'approfondimento statistico, inoltre, non si è fermato alla sola regressione lineare individuata, ma si è concentrato anche sui livelli di affidabilità dei dati e dei modelli considerati. Inoltre, il lavoro di omogeneizzazione e di standardizzazione della reportistica e dei vari glossari settoriali che ENEA ha svolto nel corso degli anni, anche in collaborazione con le associazioni di categoria, ed, in contemporanea, il lavoro di rinnovamento del portale Audit102 (nuova versione per gli utenti messa on line nel luglio 2019) ha permesso di avere a disposizione e quindi di analizzare un set di dati altamente validi e significativi, soprattutto in considerazione il fatto che a partire dal 2019 le diagnosi presentate ad ENEA devono essere corredate di apposita strategia di monitoraggio e non possono basarsi sulle sole stime per la determinazione dei consumi energetici.

L'analisi dei consumi energetici settoriali, quindi, e l'analisi economica degli interventi di efficientamento energetico riportati nelle diagnosi ha permesso una caratterizzazione energetica/economica di gran parte dei settori manifatturieri analizzati, con un focus specifico sui settori del vetro e del cemento.

Il lavoro continuerà nella terza annualità, dove verrà completata la redazione degli indici di primo e secondo livello di altri settori manifatturieri. Saranno difatti oggetto di analisi settoriali specifiche altri 3 settori di primaria importanza produttiva a livello nazionale.

Contestualmente all'analisi dei consumi energetici settoriali e all'identificazione degli indici di prestazione, l'attività svolta ha riguardato anche la creazione di strumenti idonei per le imprese ed utili a supportare gli stakeholders di settore per l'implementazione e lo sviluppo dell'efficienza energetica nei contesti produttivi. In tal senso, come riportato anche nei cap. 9 e 10, l'ENEA ha redatto le Linee guida settoriali per la realizzazione di una corretta diagnosi energetica nei settori del vetro e del cemento, con l'intento appunto di fornire alle imprese del settore uno strumento per ottenere diagnosi energetiche di qualità e mirate all'incremento dell'efficienza energetica.

Anche lo strumento del tool per la rendicontazione energetica risponde a questa esigenza e durante la seconda annualità ENEA si è occupato di individuare le specifiche del tool, che verrà realizzato fattivamente nel corso della terza annualità.

Entrambi gli strumenti, oltre ad essere uno strumento utile per le imprese, si inquadrano in maniera chiara nel solco dell'attività istituzionale di ENEA quale Agenzia Nazionale per l'Efficienza Energetica. Il raggiungimento degli obiettivi di Efficienza Energetica sia a livello nazionale che a livello europeo non può che passare attraverso strumenti che rendano i comparti produttivi sempre più coscienti e sempre più attenti alle tematiche energetiche ed ambientali, soprattutto nei settori maggiormente energivori del tessuto imprenditoriale.

L'analisi dei consumi energetici settoriali, l'analisi degli interventi di miglioramento energetico indicati nelle diagnosi, la realizzazione di Linee Guida Settoriali e l'implementazione di tool atti a migliorare ed efficientare la distribuzione e la gestione dei vettori energetici nei comparti produttivi, rappresentano tutti tasselli molto importanti per il raggiungimento degli obiettivi nazionali in termini di efficienza energetica.

L'attività verrà portata avanti e conclusa nella terza annualità, con l'obiettivo di raggiungere il maggior numero possibile di utenti e con l'obiettivo di creare strumenti sempre più utili al sistema paese.

## 13 Riferimenti bibliografici

- [1] DUEE-SPS-ESE, *Diagnosi Energetiche art 8 del D.Lgs. 102/2014. Linee Guida e Manuale Operativo. Clusterizzazione, il rapporto di diagnosi ed il piano di monitoraggio*. ENEA, 2019.
- [2] ENEA-UTEE, *Valutazione di indici di prestazioni energetiche per i settori: fonderie, ceramica e produzione della carta*. ENEA, Dipartimento Unità per l'Efficienza Energetica, 2017.
- [3] D. Atzori et al., *Dalla diagnosi alla caratterizzazione energetica di processi industriali: metodi per la valutazione e la promozione degli interventi di riqualificazione energetica*. Report RdS/PAR2015/066 - Ricerca di Sistema elettrico - ENEA, 2016.
- [4] D. Santino, S. Ferrari, and M. Salvio, *Valutazioni preliminari sugli indici di prestazione energetica nel settore della produzione del vetro*. ENEA - UTEE, 2016.
- [5] US-DOE-AMO, "Energy Performance Indicator Tool - U.S. Department of Energy's Advanced Manufacturing Office," 2018. <https://www.energy.gov/eere/amo/articles/energy-performance-indicator-tool>.
- [6] P. Therikelsen et al., "The Value of Regression Models in Determining Industrial Energy Savings," in *Industrial Efficiency 2016*, 2016, pp. 389–399.
- [7] IPMVP, *Concepts and Options for Determining Energy and Water Savings Volume I*. International Performance Measurement & Verification Protocol, 2002.
- [8] DoE, *Guidance for the SEP 50001™ Program Measurement & Verification Protocol: 2019*. Superior Energy Performance 50001™(SEP 50001™), 2019.
- [9] UNI/ISO, *UNI ISO 50006:2015 - Sistemi di gestione dell'energia - Misurazione della prestazione energetica utilizzando il consumo di riferimento (Baseline - EnB) e gli indicatori di prestazione energetica (EnPI) - Principi generali e linee guida*. UNI, 2015.
- [10] IEA, *Energy Efficiency Indicators: Fundamentals on Statistics*. IEA, Paris, 2014.
- [11] IEA, *Energy Efficiency Indicators: Essentials for Policy Making*. IEA, Paris, 2014.
- [12] R. Menghi, A. Papetti, M. Germani, and M. Marconi, "Energy efficiency of manufacturing systems: A review of energy assessment methods and tools," *Journal of Cleaner Production*, vol. 240. Elsevier Ltd, p. 118276, Dec. 10, 2019, doi: 10.1016/j.jclepro.2019.118276.
- [13] G. A. Boyd and J. X. Pang, "Estimating the linkage between energy efficiency and productivity," *Energy Policy*, vol. 28, no. 5, pp. 289–296, May 2000, doi: 10.1016/S0301-4215(00)00016-1.
- [14] Y. Chen and P. Therikelsen, *The effect of linear regression modeling approaches on determining facility wide energy savings*. Energy Technologies Area, Lawrence Berkeley National Laboratory, 2019.
- [15] S. Bonnini, *Capitolo 12 - La regressione lineare semplice. Statistica Applicata*. Corso di Laurea in "Scienze e tecnologie Alimentari". Università di Padova, 2006.
- [16] G. Boyd, E. Dutrow, and W. Tunnessen, "The evolution of the ENERGY STAR® energy performance indicator for benchmarking industrial plant manufacturing energy use," *J. Clean. Prod.*, vol. 16, no. 6, pp. 709–715, Apr. 2008, doi: 10.1016/j.jclepro.2007.02.024.
- [17] G. Makridou, K. Andriosopoulos, M. Doumpos, and C. Zopounidis, "Measuring the efficiency of energy-intensive industries across european countries," *Energy Policy*, vol. 88, pp. 573–583, Jan. 2016, doi: 10.1016/j.enpol.2015.06.042.
- [18] A. Azadeh, M. S. Amalnick, S. F. Ghaderi, and S. M. Asadzadeh, "An integrated DEA PCA numerical taxonomy approach for energy efficiency assessment and consumption optimization in energy intensive manufacturing sectors," *Energy Policy*, vol. 35, no. 7, pp. 3792–3806, Jul. 2007, doi: 10.1016/j.enpol.2007.01.018.
- [19] A. G. Asuero, A. Sayago, and A. G. González, "The Correlation Coefficient: An Overview," *Crit. Rev. Anal. Chem.*, vol. 36, no. 1, pp. 41–59, Jan. 2006, doi: 10.1080/10408340500526766.
- [20] C. J. L. Cunningham, B. L. Weathington, and D. J. Pittenger, Eds., "Appendix B: Statistical Tables," in *Understanding and Conducting Research in the Health Sciences*, 2013, pp. 479–520.
- [21] *Classificazione delle attività economiche Ateco 2007*, ISTAT
- [22] S. Roudier, L. Delgado Sancho, B. Scalet, M. Garcia Muñoz, Aivi, 2013. "Best Available Techniques

(BAT) Reference Document for the Manufacture of Glass: Industrial Emissions Directive 2010/75/EU:(Integrated Pollution Prevention and Control)," JRC Working Papers JRC78091

- [23] Linea guida per la stesura delle diagnosi energetiche (ex Art. 8 D.Lgs 102/2014), 2018, Assovetro
- [24] Rapporto di Sostenibilità 2020, ASSOVETRO - Associazione Nazionale degli Industriali del Vetro disponibile su: [www.assovetro.it](http://www.assovetro.it)
- [25] Rapporto Annuale Efficienza Energetica 2020, ENEA







## Allegato A

L'allegato A è disponibile indipendente dal resto del documento



## Allegato B

L'allegato B è disponibile indipendente dal resto del documento



# Allegato C - Specifiche per lo sviluppo di un tool per la rendicontazione energetica

## Sommario

<u>ALLEGATO C - SPECIFICHE PER LO SVILUPPO DI UN TOOL PER LA RENDICONTAZIONE ENERGETICA</u> .....	1
<u>OBIETTIVO</u> .....	2
<u>COMPATIBILITÀ DEL TOOL CON IL PORTALE AUDIT102</u> .....	2
<u>INSERIMENTO DATI</u> .....	3
<u>PERSONALIZZAZIONE IN BASE AL CODICE ATECO</u> .....	3
<u>IMPORT – EXPORT</u> .....	3
<u>BACKEND</u> .....	4
<u>FUNZIONALITÀ AGGIUNTIVE</u> .....	4
<u>INDICI E CONFRONTO</u> .....	4
<u>GESTIONE INTERVENTI</u> .....	4
<u>EXPORT FILE CLUSTERIZZAZIONE</u> .....	4

## Obiettivo

Lo scopo del progetto è la realizzazione di un portale web che consente di inserire dati relativi ai consumi e risparmi energetici che sia compatibile con il portale audit102.

La realizzazione di questo tool nasce dalla necessità di cercare di rendere più omogenei e quindi funzionali a successive analisi i dati provenienti dalle diagnosi energetiche. Nel corso degli anni ENEA per cercare di raggiungere questo obiettivo ha coinvolto numerose associazioni di categoria, cercando di standardizzare i processi, la rendicontazione, etc.. Sono stati realizzati fogli di calcolo per la rendicontazione settoriali. Questo ha portato a un deciso miglioramento della qualità dei dati rispetto a quanto presentato nel primo ciclo di diagnosi (dicembre 2015). Tuttavia restano ancora criticità legate al fatto che spesso chi realizza la diagnosi preferisce utilizzare strumenti propri, o comunque non quelli realizzati in collaborazione con le associazioni di categoria.

L'idea quindi di questo tool è quella di creare un prodotto che da un lato possa facilitare il professionista, o l'azienda che effettua l'audit energetico, nella fase di sottomissione sul portale Audit 102 dall'altro fornire anche uno strumento che permetta un controllo dei consumi nel tempo. Uno strumento quindi se popolato costantemente con i dati di consumo, possa restituire dei report utili per l'energy manager nel suo lavoro di controllo dei consumi energetici, attraverso una reportistica che possa restituire confronti tra curve di consumo, correlazioni, indici di prestazione energetica, variazioni nel tempo di questi indici, confronto degli indici di stabilimento con eventuali indici di benchmark, etc..

## Compatibilità del Tool con il portale Audit102

La prima funzionalità che il tool deve avere è la compatibilità con il portale Audit 102 per permettere di trasferire i dati in maniera automatica dal tool al portale.

Per la realizzazione di tale compatibilità vi sono 2 scenari che possono coesistere:

- 1) La realizzazione di un sistema di API, sul portale audit102, con autenticazione di tipo oauth2 che consente, agli utenti già registrati su audit102, di loggarsi con le solite credenziali anche sul nuovo portale. Gli utenti che effettueranno l'accesso in questo modo avranno la possibilità di trasferire direttamente sul portale audit102 i dati inseriti nel nuovo portale in modo automatico.

Nel caso in cui l'utente che ha effettuato l'accesso sia un'azienda un incaricato saranno trasferiti i soli dati relativi ai siti per i quali si ha il permesso di scrittura dati.

*Nota: Le segnalazioni così importate saranno nello stato di BOZZA e dovranno essere confermate sul portale audit102.*

L'utilizzo di questa tipologia di accesso funzionerà in modo del tutto simile a quella utilizzata in vari siti nei quali è possibile accedere con il proprio account google, sarà per cui presente un pulsante con scritto 'Accedi con AUDIT102', l'utente verrà reindirizzato ad una pagina di login sul portale audit102 nella quale inserirà i propri dati di accesso, successivamente verrà reindirizzato sul portale in oggetto come utente loggato.

- 2) L'export di un file in formato EXCEL compatibile con la funzionalità import massiva già funzionante su AUDIT102.

## Gestione siti

Dovrà prevedere una sezione che consentirà di gestire i siti produttivi. Per ogni sito sarà necessario inserire un codice, un nome, un indirizzo ed il codice ATECO corrispondente.

Nel caso in cui l'utente abbia effettuato l'accesso attraverso il portale audit102 troverà già inseriti i siti in suo possesso (o per cui ha i permessi di inserimento dati nel caso di incaricato). Non sarà possibile modificare o eliminare i siti produttivi importanti da audit102, ma si avrà la possibilità di aggiungerne diversi da quelli importati, per i nuovi siti l'utente potrà scegliere se caricarli in automatico anche su audit102 oppure se lasciarli solamente sul portale.

## Inserimento dati

Dovrà essere posta una particolare attenzione alle schermata di inserimento dati, in modo tale da rendere semplice ed immediato la compilazione dei campi richiesti, l'utente potrà inserire i dati senza una specifica cadenza, ma potrà farlo ogni volta che lo riterrà opportuno, il sistema, in maniera automatica, in base al campionamento, normalizzerà i dati in modo da poter confrontare periodi di inserimento non omogenei tra di loro.

Per ogni sito energetico e per ogni vettore saranno richiesti i seguenti dati:

1. I consumi totali per ogni vettore energetico
2. Le eventuali autoproduzioni di energia tramite cogeneratori
3. Le principali attività produttive

Inoltre, per ogni vettore energetico, occorrerà inserire i consumi per le singole attività principali, ausiliarie e generali.

Per quello che riguarda i consumi all'utente verrà richiesto, in modo predefinito la 'lettura', quindi il totale consumato, potrà però, tramite un *checkbox*, scegliere di inserire la differenza rispetto all'ultima volta che sono state inseriti i consumi.

Per quelle che invece riguarda la produzione all'utente verrà richiesto, in modo predefinito la differenza rispetto all'ultima volta che sono stati inseriti i dati, potrà però, tramite un *checkbox*, scegliere di inserire il totale prodotto.

A partire dai dati inseriti sarà possibile generare i fogli di riepilogo, all'utente verranno proposti i dati inseriti nel corso dell'anno, potrà però inserire manualmente nuovi dati per generare il foglio di riepilogo. Allo stesso modo, l'utente che ha effettuato login tramite audit102, potrà scegliere di trasferire i dati direttamente sul portale audit102, anche in questo caso potrà scegliere di utilizzare i dati inseriti nel corso dell'anno oppure inserire nuovi dati; Le documentazioni così inviate ad audit102 si troveranno nello stato di 'bozza', dovranno essere inviate manualmente da parte dell'utente.

## Personalizzazione in base al codice ATECO

In base al codice ATECO del sito in esame il foglio e la schermata di inserimento saranno personalizzati con le attività collegate a quello specifico settore produttivo. Tali personalizzazioni saranno gestibili, in piena autonomia dal cliente, tramite interfaccia backend dedicata.

In particolare sarà possibile preimpostare le attività produttive principali ed ausiliarie, nonché i vettori energetici normalmente utilizzati in base alla tipologia di produzione. L'utente avrà comunque la possibilità di aggiungere nuove attività produttive e nuovi vettori energetici rispetto a quelli che troverà preimpostati.

Nel caso in cui non sussistano personalizzazioni per un determinato codice ATECO il sistema visualizzerà una versione generica.

## Import – Export

Dovranno essere implementate le funzioni di import ed export dei modelli dei fogli excel forniti dal cliente per cui:

- 1) L'upload di un foglio precompilato comporterà l'import dei dati nel software;
- 2) I dati inseriti nel software potranno essere scaricati nel formato excel secondo gli standard forniti dal cliente o delle personalizzazioni effettuato nell'interfaccia backend.

Per effettuare una corretta procedura di import l'utente dovrà effettuare il download del modello presente nella piattaforma.

## Backend

Nell'interfaccia *backend* messa a disposizione al cliente, oltre alla personalizzazione dei fogli, sarà possibile visualizzare ed esportare i dati inseriti dagli utenti in formato aggregato, ad esempio per codice ATECO/Regione.

## Funzionalità aggiuntive

Oltre al mero utilizzo dei dati inseriti per il popolamento delle sezioni del portale Audit 102 il tool dovrà prevedere una serie di funzionalità aggiuntive.

### Indici e confronto

- 1) La generazione di un trend di consumi (paragonando vari inserimenti)
- 2) La generazione di indici di prestazione energetica
- 3) Il confronto di tali indici con indici di riferimento inseriti in *backend*
- 4) Il confronto con la media degli indici degli altri siti del solito settore
- 5) Il confronto tra i propri siti

### Gestione interventi

- 1) Interventi previsti: dovrà essere previsto un modulo che consentirà di inserire gli interventi previsti in modo che il software possa generare un business plan di base con l'indicazione dei tempi di rientro. Tutti gli interventi dovranno essere saranno categorizzati e, in base alla categoria, dovranno essere visualizzate i soli campi di risparmio compatibili. Ad esempio: Sostituzione di un motore elettrico darà solamente la possibilità di inserire il risparmio di energia elettrica
- 2) Interventi effettuati dovrà essere possibile inserire anche gli interventi effettuati con campi simili a quelli presenti sul software audit102. Per ogni singolo interventi si avrà la possibilità di segnalare se è stato o meno effettuato.

### Export file clusterizzazione

Dovrà prevedere, per le aziende multisito, la possibilità di generare in automatico una proposta di clusterizzazione sulla base della metodologia proposta da ENEA. Dovrà però permettere anche variazioni rispetto alla scelta dei siti proposti dalla metodologia ENEA, in questo caso il dovrà prevedere un campo note che si attiva nel momento in cui l'utente utilizza una metodologia personalizzata per dar modo di motivare le scelte effettuate.



## Allegato D - Report portale maturità energetica

### Sommario

<a href="#">ALLEGATO D - REPORT PORTALE MATURITÀ ENERGETICA</a> .....	1
<a href="#">OBIETTIVO</a> .....	2
<a href="#">IMPLEMENTAZIONE DEL TOOL DI MATURITÀ ENERGETICA</a> .....	2
<a href="#">IL TOOL DI MATURITÀ ENERGETICA: LATO AMMINISTRATORE</a> .....	8

## Obiettivo

Sulla base delle specifiche fornite dall'Università di Tor Vergata al termine della prima annualità è stato messo on-line affiancato al portale Audit102 un tool per l'autovalutazione della maturità energetica.

Le risposte al tool proposto una volta analizzate in maniera aggregata potranno essere anche un utile strumento anche per i decisori politici per una rappresentazione più oggettiva, un quadro di insieme, degli effetti che le politiche mirate all'efficientamento energetico hanno portato negli ultimi anni, soprattutto sulla politica aziendale in merito alle tematiche energetiche.

## Implementazione del tool di maturità energetica

Il tool è raggiungibile attraverso il portale Audit102, in modo tale che chi ha già sottomesso le diagnosi senza nessuna ulteriore registrazione può accedere al tool. Tuttavia, per coloro che non risultano essere soggetti obbligati secondo il D.Lgs.102/2014 e quindi non hanno dovuto registrarsi al portale Audit102 (Figura D 1) per sottomettere una diagnosi energetica è stata prevista una registrazione semplificata.



Figura D 1– portale AUDIT102

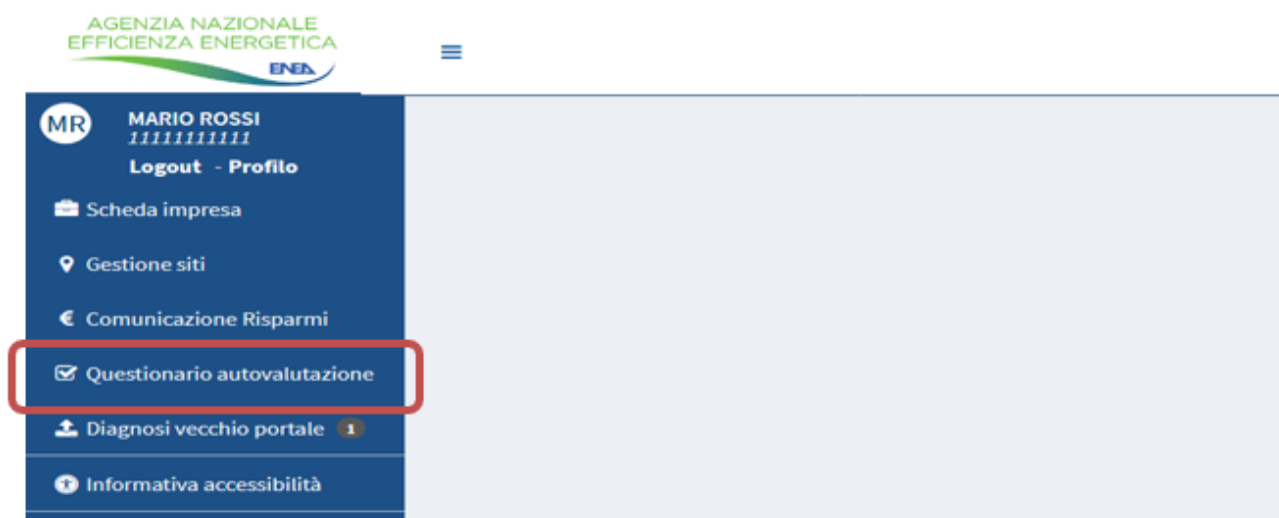


Figura D 2 Nuova funzionalità – Il Questionario di autovalutazione della maturità energetica

Una volta entrati all'interno del portale AUDIT102 è stata inserita una nuova funzionalità "Il Questionario di autovalutazione della maturità energetica" (Figura D 2)

Selezionando la funzionalità "Questionario di autovalutazione" si accede all'area dedicata.

Questionario

Non hai mai risposto al questionario

RISPONDI AL QUESTIONARIO

SCARICA IL RAPPORTO DI AUTOVALUTAZIONE IN PDF

**Figura D 3– Area dedicata “Questionario autovalutazione”**

Nell’area dedicata si può quindi scegliere di rispondere al questionario o se è già stato fatto scaricare il report riassuntivo (Figura D 3).

Il questionario è pensato per seguire l’azienda nel tempo per valutarne la crescita. Quindi il questionario può essere compilato con periodicità annuale, le vecchie risposte vengono mantenute ed il report fornirà un trend di “crescita” dell’azienda.

Selezionando “rispondi al questionario” si entra nell’area dedicata alle domande a risposta multipla a cui va data risposta (Figura D 4). Il tool prevede un questionario di 48 domande suddivise in 12. La prima volta che si accede al questionario andranno date le risposte in merito a due anni differenti, in particolare alla situazione aziendale in merito alla maturità energetica nel momento in cui è entrato in vigore il D.Lgs.102/2014 e alla situazione attuale. Nei prossimi anni chi accederà per compilare nuovamente il questionari dovrà rispondere solamente alla “situazione attuale”

Pagina 1 di 12

---

Il problema dell’entità dei consumi energetici dell’organizzazione:

	Precedente	Attuale
	2015	
A non è percepito o non è ritenuto importante da parte della direzione	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
B è importante ma non è ancora stato affrontato con decisione dalla direzione	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
C è prioritario ma fino ad ora è stato affrontato con alcune misure isolate ed occasionali	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
D è prioritario e la direzione si impegna nel guidare e nel sostenere attivamente l’organizzazione nel percorso sistematico di riduzione continua dei costi e dei consumi energetici	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

La politica dell’organizzazione per il miglioramento delle prestazioni energetiche (politica energetica)...

	Precedente	Attuale
A non esiste	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
B esiste ma informalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
C esiste formalmente ma è poco diffusa e condivisa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
D esiste, è diffusa e condivisa a tutti i livelli dell’organizzazione e viene riesaminata ed aggiornata periodicamente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Per quanto riguarda la promozione dell’efficienza energetica all’interno dell’organizzazione

	Precedente	Attuale
A nessuna iniziativa è mai stata intrapresa in tale direzione	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
B delle attività di promozione sono state effettuate sporadicamente in passato	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
C sono in corso di definizione iniziative ad hoc per lo sviluppo della consapevolezza del personale riguardo all	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
D l’importanza dell’efficienza energetica è promossa sistematicamente internamente ed esternamente all’organizzazione e tutto il personale ne è consapevole	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Riguardo l’atteggiamento dell’organizzazione nei confronti delle opportunità di efficientamento energetico è possibile affermare che

	Precedente	Attuale
A le opportunità non vengono ricercate e qualora si manifestino c’è grossa resistenza legata alla poca fiducia sui loro reali benefici	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
B le opportunità non vengono ricercate ma nel momento in cui si presenta l’occasione vengono generalmente intraprese	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
C le opportunità non vengono ricercate ma nel momento in cui si presenta l	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
D le opportunità vengono ricercate ogni qualvolta ci sia l	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

ANNULLA
SUCCESSIVA>>

**Figura D 4– Le pagine del questionario**

Completate le risposte alle 48 domande è possibile generare il report che confronterà la situazione dei due anni inseriti.

Il report scaricato, riporterà:

- i dati generali dell’impresa e gli anni di confronto, una introduzione che guida alla lettura dei risultati
- L’indice di maturità con un’analisi del trend di maturità e della situazione attuale
- L’analisi di copertura dei livelli di maturità ;

- L'analisi dello sviluppo delle dimensioni della maturità
- Suggerimenti per un piano d'azione (vedi da Figura D 5 a Figura D 9).



ENEA - PORTALE AUDIT 102  
QUESTIONARIO DI AUTOVALUTAZIONE

**Questionario di autovalutazione di TEST TECNICO**  
Partita IVA: **2222222222**  
Codice Fiscale: **2222222222**  
Indirizzo sede legale: **via delle vei 50 - 00100, Arzene(PN)**  
Anno precedente: **2015** Anno attuale: **2021**  
Data compilazione: **16/03/2021**

### Il tool per la valutazione della Maturità nella Gestione dell'Energia

Il tool per la valutazione della Maturità nella Gestione dell'Energia è uno strumento sviluppato dall'Università degli Studi di Roma "Tor Vergata" in collaborazione con ENEA, nell'ambito di Ricerca di Sistema (Accordo di Programma MISE-ENEA 2019-2021, Tema di ricerca 1.6 - WP4 "Definizione di best practices e di indicatori di performance per interventi di efficienza energetica").

La compilazione del questionario di maturità permette l'assessment delle pratiche di gestione dell'energia, e la definizione di una roadmap per il miglioramento dell'efficienza energetica nel proprio sito.

L'analisi si basa su 48 domande che riguardano diversi aspetti dell'organizzazione quali:

- Approccio strategico - Fondamentale per assicurare il successo dello sviluppo di sistemi di gestione dell'energia è il sostegno da parte dell'alta direzione e questa prima dimensione rappresenta questo aspetto.
- Consapevolezza, conoscenza e competenza - L'aspetto umano ha una valenza basilare nella gestione aziendale. Le conoscenze e competenze possedute dalle risorse dell'azienda sono fondamentali per permettere all'azienda stessa di crescere e raggiungere gli obiettivi di miglioramento che si pone di volta in volta.
- Approccio metodologico - Questa dimensione riguarda la definizione dell'approccio utilizzato per affrontare la gestione della gestione dell'energia e della riduzione dei consumi energetici.
- Struttura Organizzativa - Questa dimensione riguarda le relazioni interne all'organizzazione necessarie a sviluppare la gestione dell'energia e come sono definiti e coordinati i compiti assegnati nell'impresa.
- Gestione delle prestazioni energetiche e Sistema Informativo - Un elemento

Figura D 5-- Report "Questionario Maturità": Pagina iniziale con intestazione dell'azienda e anni di riferimento e introduzione con guida alla lettura dei risultati

### Indice di maturità

	Precedente (2015)	Attuale (2021)
<b>Indice di maturità</b>	<b>1,8</b>	<b>3,9</b>

#### Analisi di trend

L'indicatore sintetico di maturità è un numero, compreso tra 1 e 5, che sintetizza il livello di maturità dell'organizzazione nella gestione dei consumi energetici.

Sono definiti due valori: il primo rappresentativo della situazione precedente alla conduzione della diagnosi energetica del 2015, il secondo rappresentativo della situazione attuale.

Analizzando quindi i due risultati ottenuti nelle due situazioni, si evidenzia che la gestione dell'energia all'interno del sito abbia subito una grande variazione negli anni, confermando uno sviluppo molto marcato nel percorso di efficientamento.

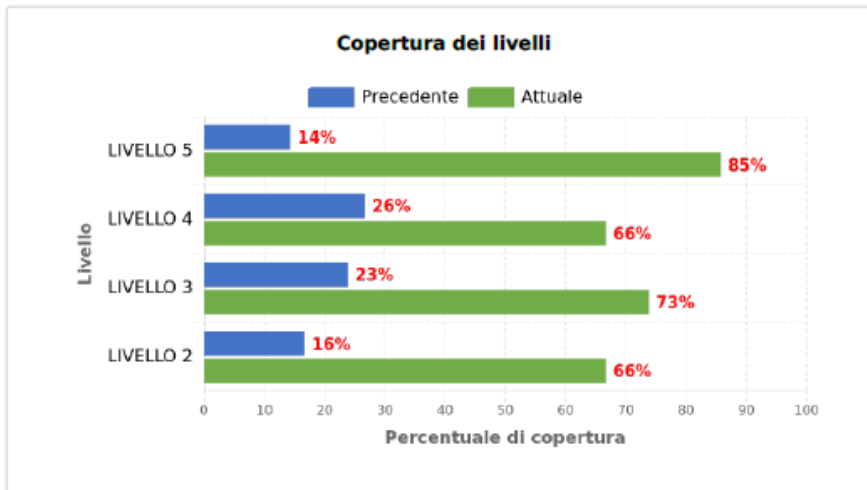
#### Analisi della situazione attuale

Il risultato ottenuto indica che l'impresa si trova ora ad un livello di maturità alquanto sviluppato.

L'organizzazione sviluppare la propria strategia individuando specifici obiettivi in relazione alla riduzione dei costi energetici e si sta orientando verso lo sviluppo di un vero e proprio Sistema di Gestione dell'Energia.

**Figura D 6– Report “Questionario Maturità”: indice di maturità, analisi di trend e analisi della situazione attuale**

**Analisi di copertura dei livelli di maturità**



Il grado di copertura dei diversi livelli viene rappresentato attraverso un istogramma per poter valutare diverse situazioni in termini di copertura dei requisiti associati ai differenti livelli. Sono definiti due valori: il livello di copertura relativo alla situazione precedente alla conduzione della diagnosi energetica del 2015 (Precedente) e quello relativo alla situazione attuale (Attuale).

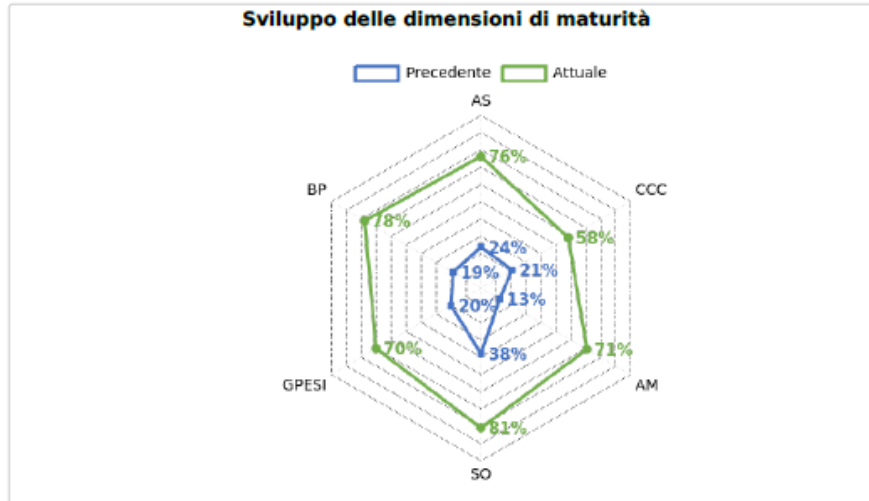
Dall’analisi del grado di copertura dei diversi livelli appare uno sviluppo non armonico: il livello 3 è stato ampiamente sviluppato ben prima del consolidamento del livello precedente.

Dall’analisi del grado di copertura dei diversi livelli appare uno sviluppo non armonico: il livello 4 è stato ampiamente sviluppato ben prima del consolidamento del livello precedente.

Dall’analisi del grado di copertura dei diversi livelli appare uno sviluppo non armonico: il livello 5 è stato ampiamente sviluppato ben prima del consolidamento del livello precedente.

**Figura D 7- Report “Questionario Maturità”: Analisi di copertura dei livelli di maturità**

**Analisi dello sviluppo delle dimensioni di maturità**



**Legenda**

- AS: Approccio strategico
- CCC: Consapevolezza Competenza Conoscenza
- AM: Approccio metodologico
- SO: Struttura organizzativa
- GPESI: Gestione prestazioni energetiche e sistema informativo
- BP: Best practices

Lo sviluppo della maturità nelle diverse dimensioni viene rappresentato attraverso da un diagramma RADAR che illustra lo sviluppo percentuale della maturità in funzione delle 6 dimensioni. In questo modo, si può valutare meglio come il singolo valore di maturità sia stato raggiunto e determinare quindi quali sono le aree più deboli per l'organizzazione dal punto di vista della gestione dell'energia evidenziando come siano variate nel corso del tempo e comprendere dove dover concentrare gli sforzi per migliorare. Sono definiti due valori: il grado di sviluppo delle differenti dimensioni in relazione alla situazione precedente alla conduzione della diagnosi energetica del 2015 (Precedente) ed in relazione a quella attuale (Attuale).

L'analisi dello sviluppo delle diverse dimensioni ha accertato un lieve sbilanciamento nello sviluppo delle diverse dimensioni.

**Figura D 8- Report "Questionario Maturità": Analisi dello sviluppo delle dimensioni della maturità**

Questo sviluppo diseguale nelle diverse dimensioni sottolinea la necessità di agire con attenzione sulle dimensioni meno sviluppate. Quest'azione si rivela decisamente necessaria in quanto solitamente lo sviluppo elevato di alcune dimensioni può risultare poco efficace se non accompagnato da uno sviluppo adeguato delle altre.

---

#### **Suggerimenti per un piano d'azione**

Per quanto concerne i futuri sviluppi nella gestione energetica del sito, si suggerisce di concentrare l'attenzione prima di tutto nel consolidamento del livello 2 (raggiungendo una percentuale di copertura pari al 100%) prima di continuare a sviluppare il livello 3.

Per quanto concerne i futuri sviluppi nella gestione energetica del sito, si suggerisce di concentrare l'attenzione prima di tutto nel consolidamento del livello 3 (raggiungendo una percentuale di copertura pari al 100%) prima di continuare a sviluppare il livello 4.

Per quanto concerne i futuri sviluppi nella gestione energetica del sito, si suggerisce di concentrare l'attenzione prima di tutto nel consolidamento del livello 4 (raggiungendo una percentuale di copertura pari al 100%) prima di continuare a sviluppare il livello 5.

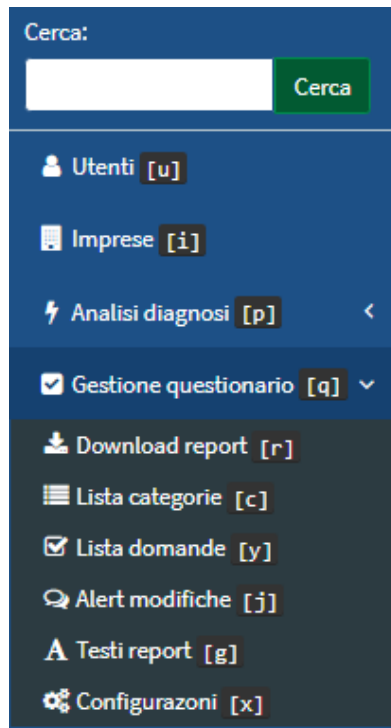
Per quanto concerne lo sviluppo delle diverse dimensioni della maturità, come prossimo passo nello sviluppo della gestione dell'energia del sito si suggerisce di concentrare l'attenzione sulle seguenti dimensioni:

- Consapevolezza Competenza Conoscenza

**Figura D 9- Report "Questionario Maturità": Suggerimenti per un piano d'azione**

*Il tool di maturità energetica: lato amministratore*





**Figura D 10** Menù amministratore

L'amministratore del sito (ENEA) può Figura D 10:

- Scaricare il report dove vi sono tutti i dati aggregati delle risposte date dai fruitori;
- Modificare le categorie (le dimensioni della maturità energetica);
- Può modificare la lista delle domande;
- Può modificare i testi dei report.