

Università degli Studi di Roma “Tor Vergata”



Macroarea di Ingegneria **Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale**

Analisi del trend di sviluppo della maturità nella gestione
dell'energia dei siti produttivi soggetti a diagnosi energetica ai
sensi del d.lgs. 102/2014: il settore del vetro

Relatore

Prof. Vito Introna

Candidata

Flavia Prontera

Correlatori

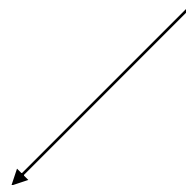
Ing. Annalisa Santolamazza

Ing. Fabrizio Martini

Anno Accademico 2019/2020

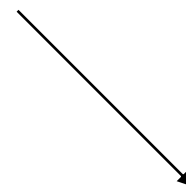
Il Decreto Legislativo 102/2014

- L'Italia recepisce la Direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica il 4 luglio del 2014 con il Decreto Legislativo n.102
- L'art. 8 stabilisce che i soggetti obbligati a condurre la diagnosi energetica entro il 5 dicembre del 2015 e successivamente ogni quattro anni sono:



Grandi imprese:

Effettivi > 250
e
Fatturato annuo > 50 milioni €
e/o
Bilancio annuo > 43 milioni €



Imprese energivore:

Sono tutte le imprese inserite nell'anno n-1 nell'elenco annuale pubblicato dalla Cassa Servizi Energetici e Ambientali (CSEA).

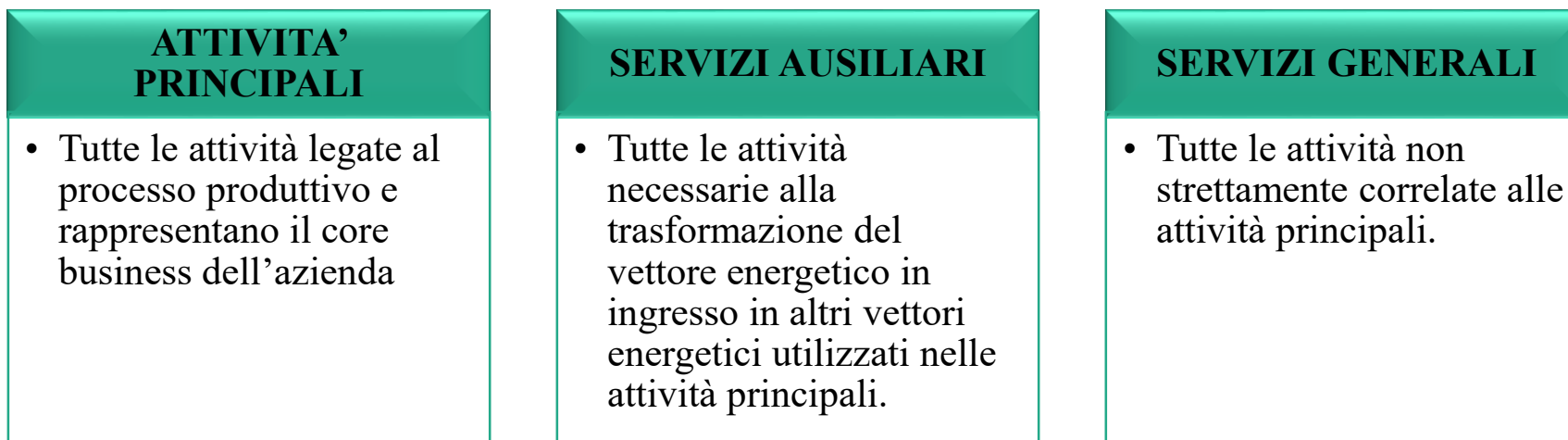
Il ruolo dell'ENEA

- Istituisce e gestisce una banca dati delle imprese sottoposte alla diagnosi energetica, specificando le informazioni anagrafiche del soggetto obbligato, dell'auditor, la data di esecuzione della diagnosi e il relativo rapporto.
- Svolge controlli per accertare la conformità delle diagnosi.
- Comunica al MiSE lo stato di attuazione dell'obbligo e pubblica un report relativo alla diagnosi svolte e ai risultati raggiunti.



La diagnosi energetica

- Procedura sistematica volta sia ad ottenere una adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico di un'attività o di un impianto industriale sia ad individuare e quantificare le opportunità di risparmio energetico.
- Per la descrizione dei consumi energetici è prevista una suddivisione dello stabilimento in tre aree funzionali:



Il settore del vetro

Codice Ateco 23.1 «Fabbricazione di vetro e di prodotti in vetro»

- La fabbricazione di quattro tipologie distinte di vetro:

Cavo – bottiglie, vasetti per uso alimentare e contenitori per la profumeria e cosmetici

Piano – lastre di vetro per il mercato dell'arredamento e dei trasporti

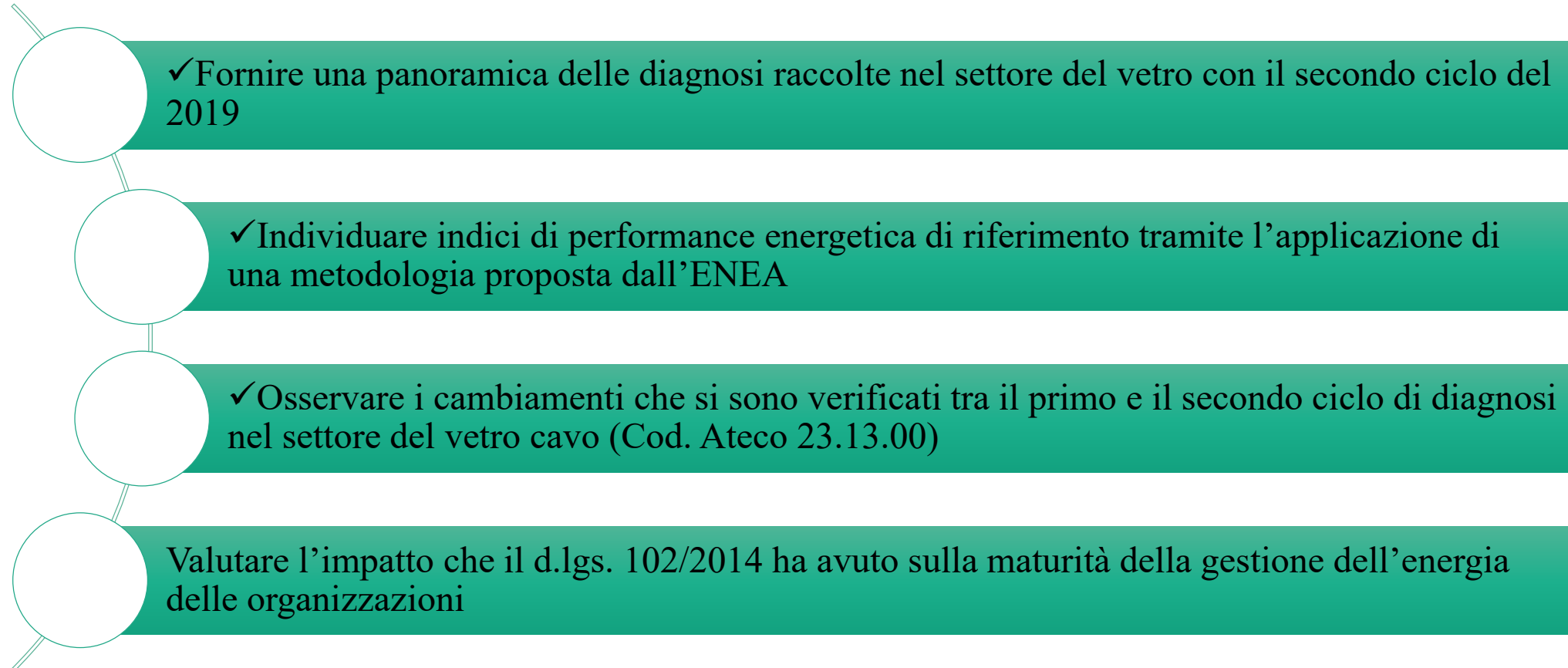
Fibre di vetro

«**Altro**» – prodotti in vetro per laboratori, uso igienico, farmaci e le produzioni artistiche

- Le seconde lavorazioni



Obiettivi del lavoro di tesi



Le risultanze generali del settore nel 2019

✓ 107 diagnosi energetiche pervenute all'ENEA

✓ 80 imprese

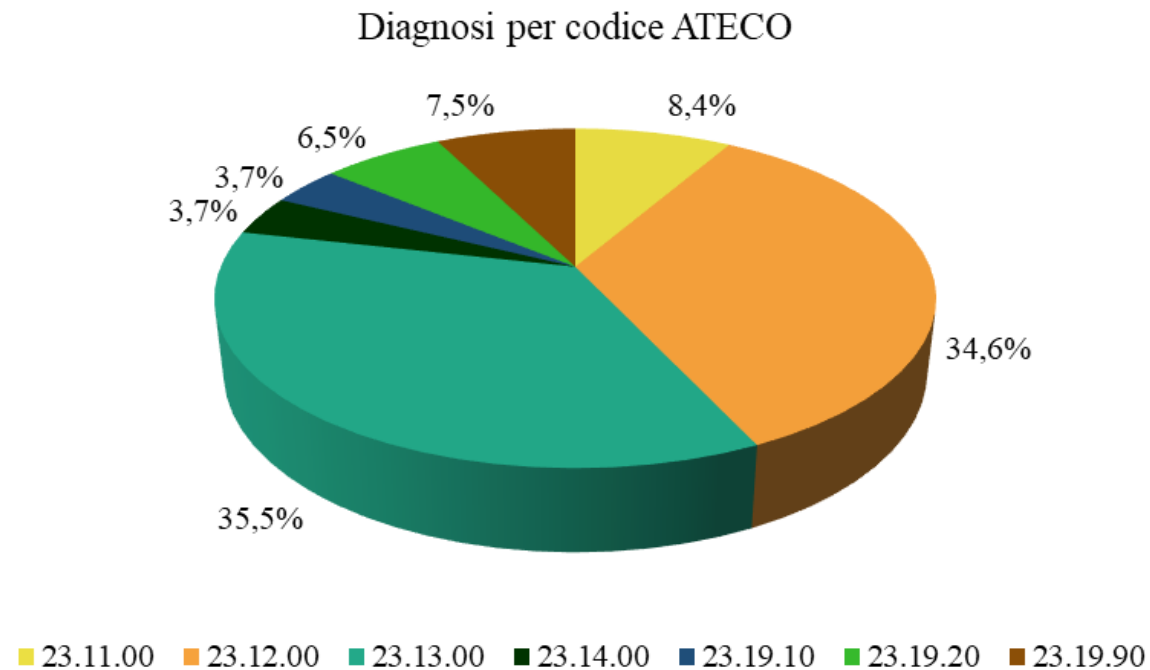
I settori con il maggior numero di diagnosi sono:

Fabbricazione di vetro piano (23.11.00) – 8,4%

Lavorazione e trasformazione del vetro piano (23.12.00) – 34,6%

Fabbricazione di vetro cavo (23.13.00) – 35,5%

Insieme costituiscono il 78,5% di tutte le diagnosi del settore 23.1



Indici di performance energetica di riferimento nel 2019

$$\text{➤ } IPE \left[\frac{tep}{t, m^2} \right] = \frac{\text{Consumo vettore energetico [tep]}}{\text{Produzione [t, m}^2\text{]}}$$

$$\text{➤ } IPE_{rif} = IPE_{medio} \pm \text{deviazione standard}$$

➤ Affidabilità:

$$\text{Alta se } \frac{dev.st.}{IPE_{medio}} < 20\%$$

$$\text{Media se } 20\% \leq \frac{dev.st.}{IPE_{medio}} \leq 50\%$$

$$\text{Bassa se } \frac{dev.st.}{IPE_{medio}} > 50\%$$

	IPE _{medio} ± dev. st.	Affidabilità
Cod. Ateco 23.11.00 [n. siti 4]		
IPE _{rif} _EE [tep/t]	0,0293 ± 0,0106	Media
IPE _{rif} _GN [tep/t]	0,1372 ± 0,0303	Media
IPE _{rif} _(EE+GN) [tep/t]	0,1664 ± 0,0378	Media
Cod. Ateco 23.13.00 [n. siti 26]		
IPE _{rif} _EE [tep/t]	0,0549 ± 0,0119	Media
IPE _{rif} _ET [tep/t]	0,1103 ± 0,0226	Alta
IPE _{rif} _(EE+ET) [tep/t]	0,1651 ± 0,0301	Alta
Cod. Ateco 23.14.00 [n. siti 4]		
IPE _{rif} _EE [tep/t]	0,2141 ± 0,0814	Media
IPE _{rif} _GN [tep/t]	0,2104 ± 0,1830	Bassa
IPE _{rif} _(EE+GN) [tep/t]	0,4245 ± 0,2245	Media

Indici di performance energetica di riferimento nel 2019

$$\text{➤ } IPE \left[\frac{tep}{t, m^2} \right] = \frac{\text{Consumo vettore energetico [tep]}}{\text{Produzione [t, m}^2\text{]}}$$

$$\text{➤ } IPE_{rif} = IPE_{medio} \pm \text{deviazione standard}$$

➤ Affidabilità:

$$\text{Alta se } \frac{dev.st.}{IPE_{medio}} < 20\%$$

$$\text{Media se } 20\% \leq \frac{dev.st.}{IPE_{medio}} \leq 50\%$$

$$\text{Bassa se } \frac{dev.st.}{IPE_{medio}} > 50\%$$

	IPE _{medio} ± dev. st.	Affidabilità
Cod. Ateco 23.12.00 [n. siti 11]		
IPE _{rif} _EE [tep/m ²]	0,0025 ± 0,0015	Bassa
Cod. Ateco 23.19.20 [n. siti 5]		
IPE _{rif} _EE [tep/t]	0,6008 ± 0,7023	Bassa
IPE _{rif} _GN [tep/t]	3,8183 ± 5,9311	Bassa
IPE _{rif} _(EE+GN) [tep/t]	4,4191 ± 5,9178	Bassa
Cod. Ateco 23.19.90 [n. siti 3]		
IPE _{rif} _EE [tep/t]	0,1984 ± 0,0176	Media
IPE _{rif} _ET [tep/t]	0,5462 ± 0,6470	Bassa
IPE _{rif} _(EE+ET) [tep/t]	0,7446 ± 0,6639	Bassa

I risultati del primo quadriennio nel vetro cavo

Codice Ateco 23.13.00

FASE 1

Individuazione dei siti produttivi che si sono sottoposti a diagnosi nel 2015 e nel 2019

FASE 2

Raccolta dei dati relativi ai consumi energetici e alla quantità di vetro prodotta nel 2015 e nel 2019

FASE 3

Analisi dei dati nei due anni di riferimento

La prima fase si è conclusa con l'individuazione di 25 siti produttivi operanti nel settore della fabbricazione di vetro cavo

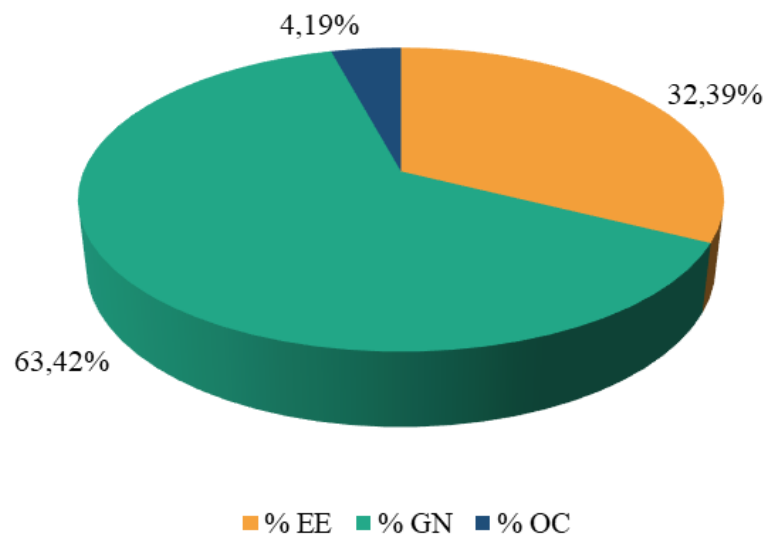
I consumi energetici e la produzione 2015-2019 nella fabbricazione di vetro cavo

Codice Ateco 23.13.00

2015

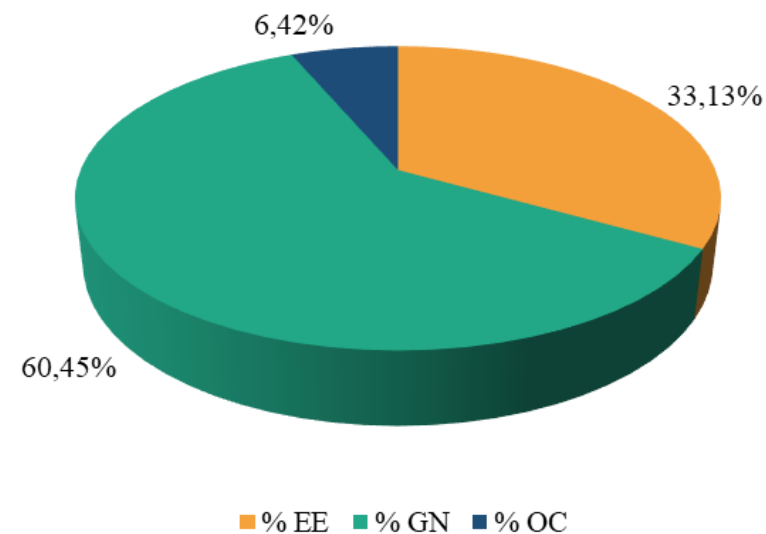
2019

Ripartizione consumi 2015 (23.13.00)



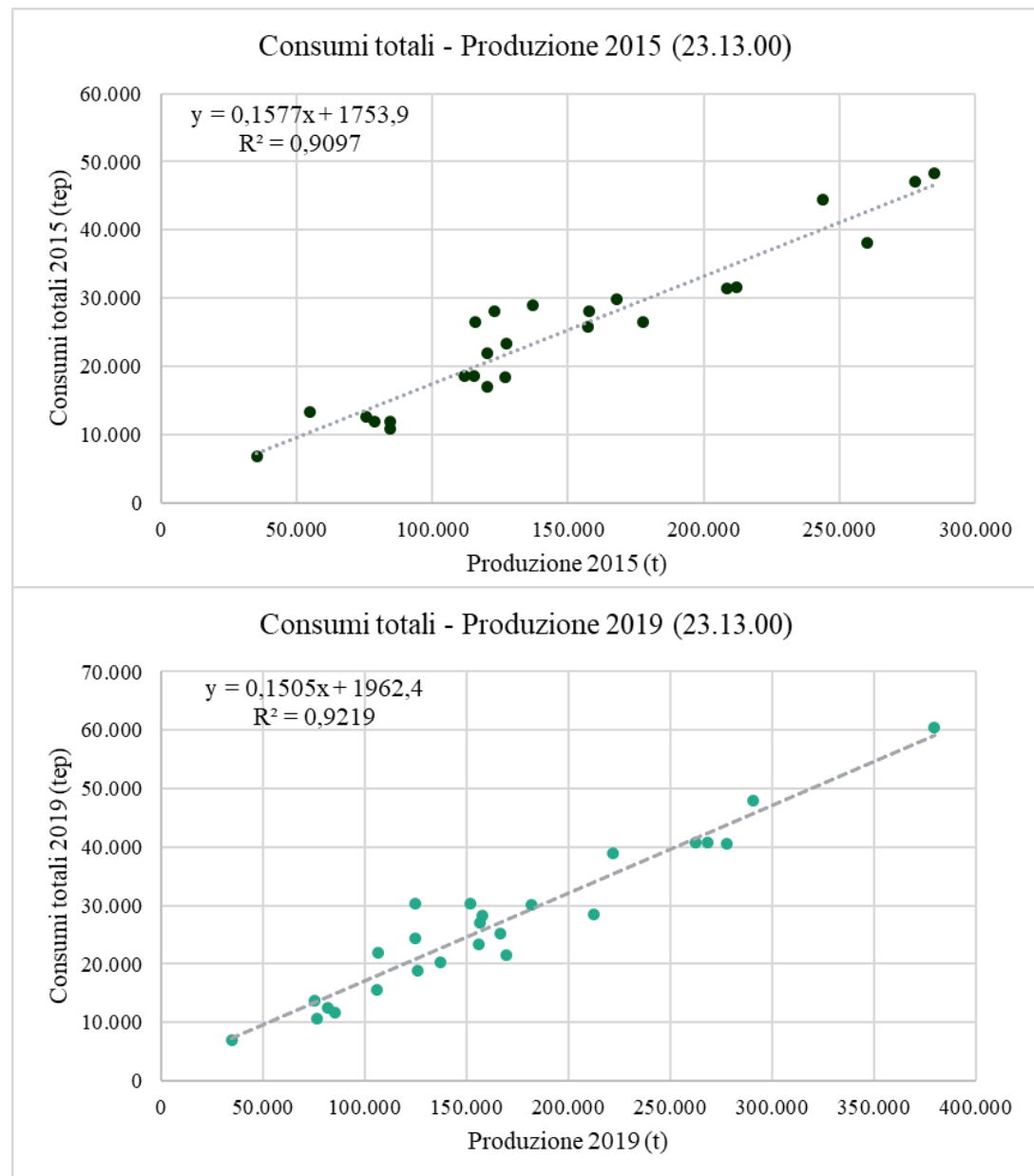
Produzione: 3.658.674 tonnellate
Energia elettrica : 201.030 tep
Gas naturale: 393.641 tep
Olio combustibile: 25.990 tep

Ripartizione consumi 2019 (23.13.00)



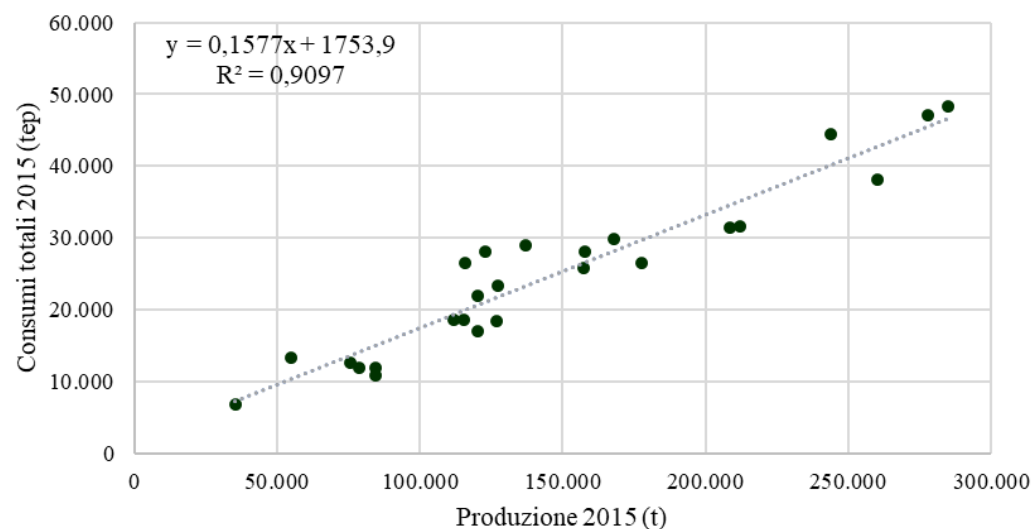
Produzione: 4.131.659 tonnellate → +13%
Energia elettrica: 222.220 tep → +10,5%
Gas naturale: 405.528 tep → +3%
Olio combustibile: 43.088 tep → +65,8%

Consumo energetico e produzione 2015-2019 nella fabbricazione di vetro cavo

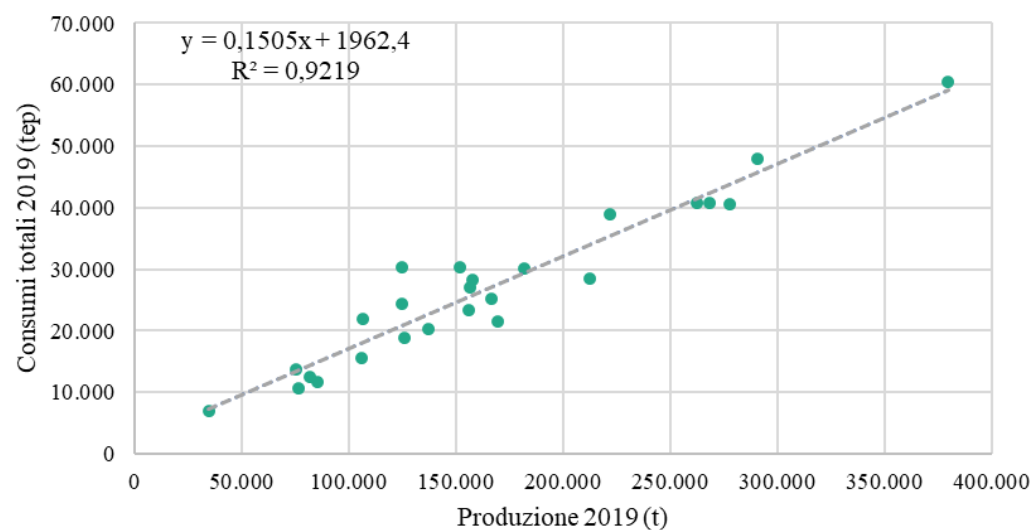


Consumo energetico e produzione 2015-2019 nella fabbricazione di vetro cavo

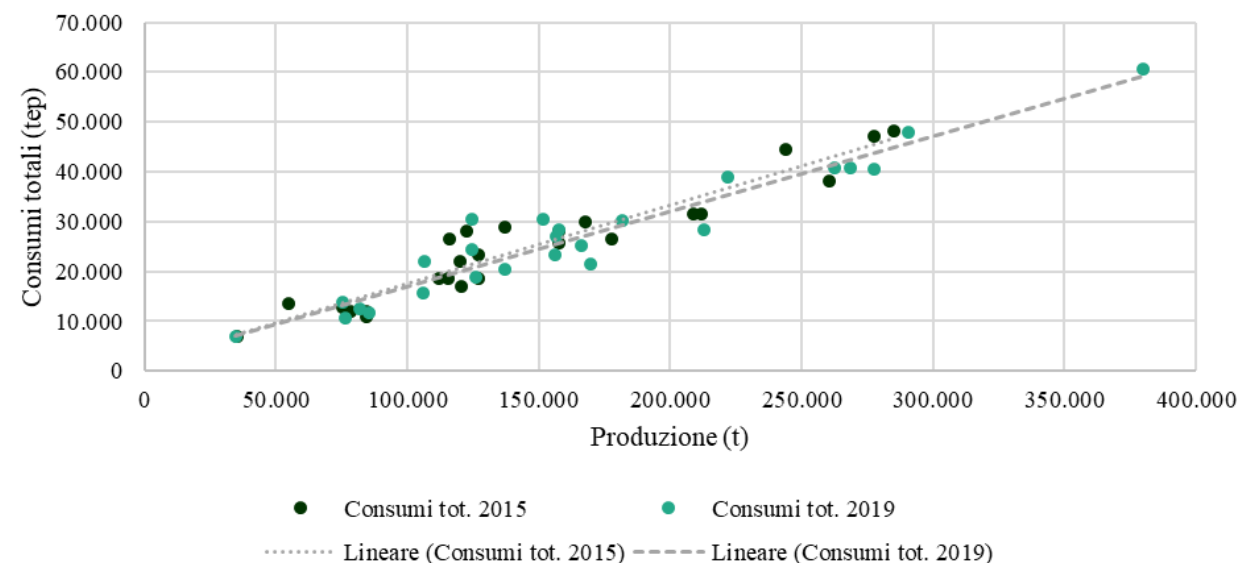
Consumi totali - Produzione 2015 (23.13.00)



Consumi totali - Produzione 2019 (23.13.00)



Consumi totali - Produzione 2015-2019 (23.13.00)



I cambiamenti nei siti produttivi del codice Ateco 23.13.00

Fabbricazione di vetro cavo

Per i 25 siti produttivi si è proceduto con il calcolo degli *Indici di Performance Energetica* per entrambi gli anni di riferimento al fine di poterne valutare la variazione percentuale.

$$IPE_{EE_i} = \frac{\text{Consumo Energia elettrica}_i [tep]}{\text{Produzione vetro}_i [t]} \quad \text{con } i = 2015, 2019$$

$$IPE_{ET_i} = \frac{\text{Consumo Energia termica}_i [tep]}{\text{Produzione vetro}_i [t]} \quad \text{con } i = 2015, 2019$$

$$IPE_{(EE + ET)_i} = \frac{\text{Consumo (EE + ET)}_i [tep]}{\text{Produzione vetro}_i [t]} \quad \text{con } i = 2015, 2019$$

Definita la variazione percentuale come segue:

$$Var\% IPE = \frac{IPE_{2019} - IPE_{2015}}{IPE_{2015}} \quad \longrightarrow \quad \text{Un valore negativo indica un } IPE_{2019} < IPE_{2015}$$

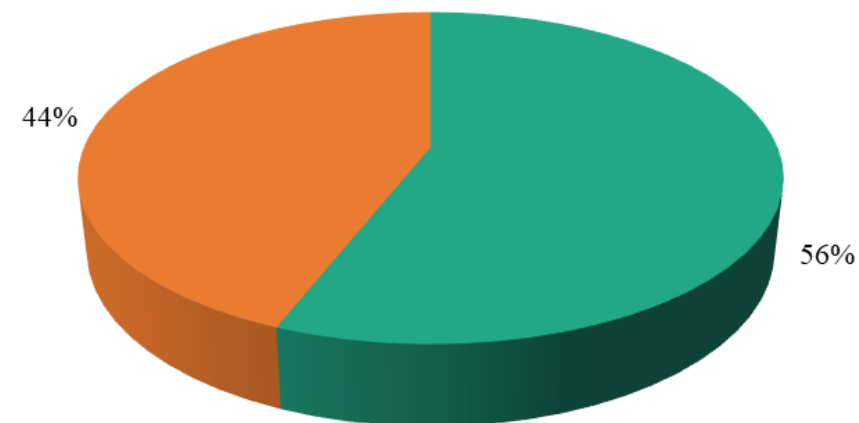
↓

Miglioramento della performance energetica

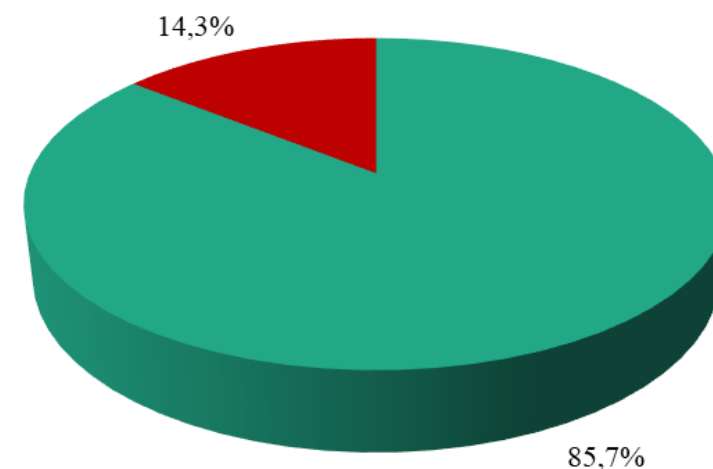
I cambiamenti nei siti produttivi del codice Ateco 23.13.00

Fabbricazione di vetro cavo

- Il 56% dei siti produttivi presenta una performance energetica migliore a seguito del secondo audit energetico
- L'85,7% dei siti produttivi con performance migliori ha effettuato interventi volti all'efficientamento energetico tra la prima e la seconda diagnosi



■ Var % IPE_(EE+ET) < 0 ■ Var % IPE_(EE+ET) > 0



■ Interventi sì ■ Interventi no

Gli interventi nei siti produttivi del codice Ateco 23.13.00

Fabbricazione di vetro cavo

I siti produttivi che hanno registrato una miglior performance energetica nel 2019 e hanno condotto interventi di efficientamento tra un audit e l'altro hanno adottato almeno una delle misure seguenti:

ATTIVITA' PRINCIPALI

- Rifacimento dei forni fusori

SERVIZI AUSILIARI

- Ricerca delle perdite nei sistemi di aria compressa

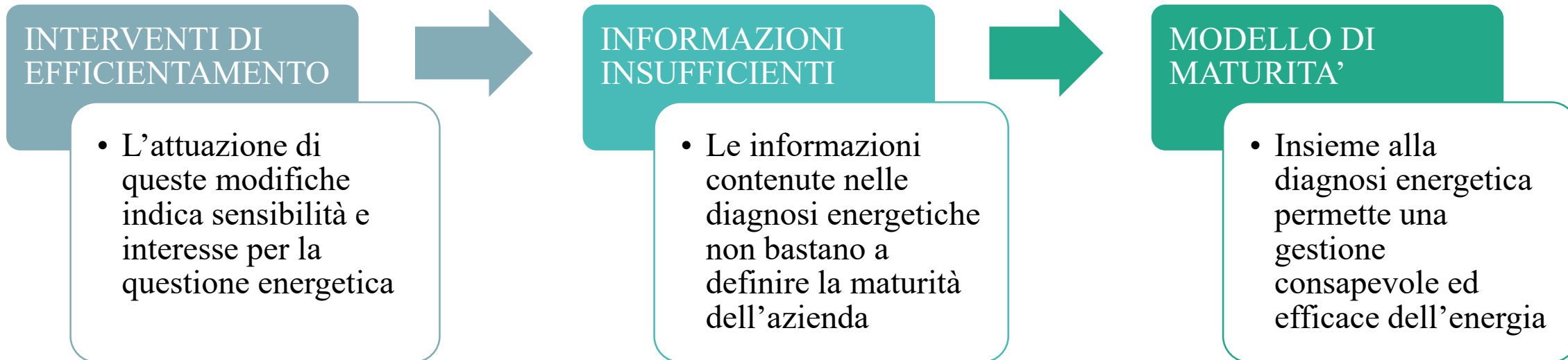
SERVIZI GENERALI

- Sostituzione dei corpi illuminanti

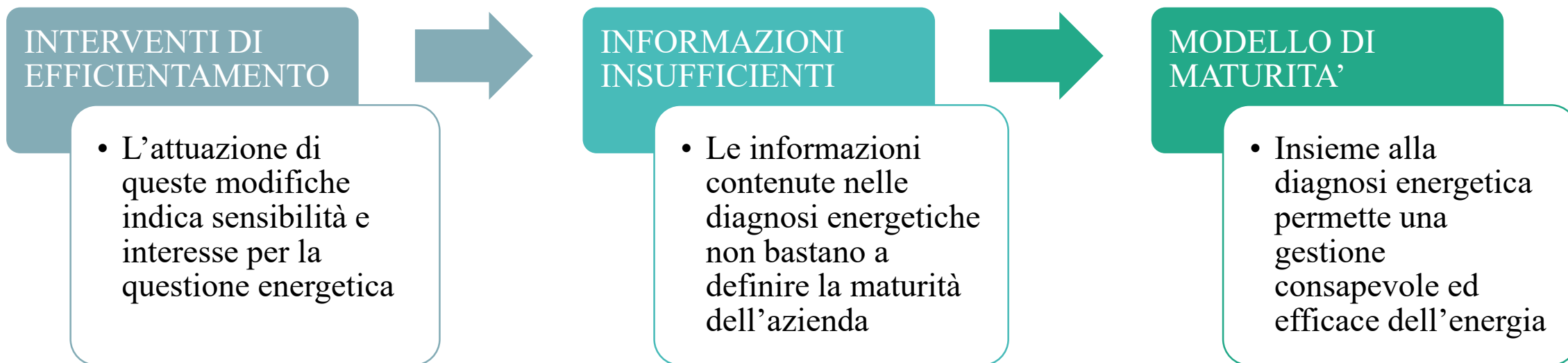


Il 50% dei siti produttivi ha effettuato tutti e tre gli interventi di efficientamento

Dagli interventi di efficientamento al modello di maturità



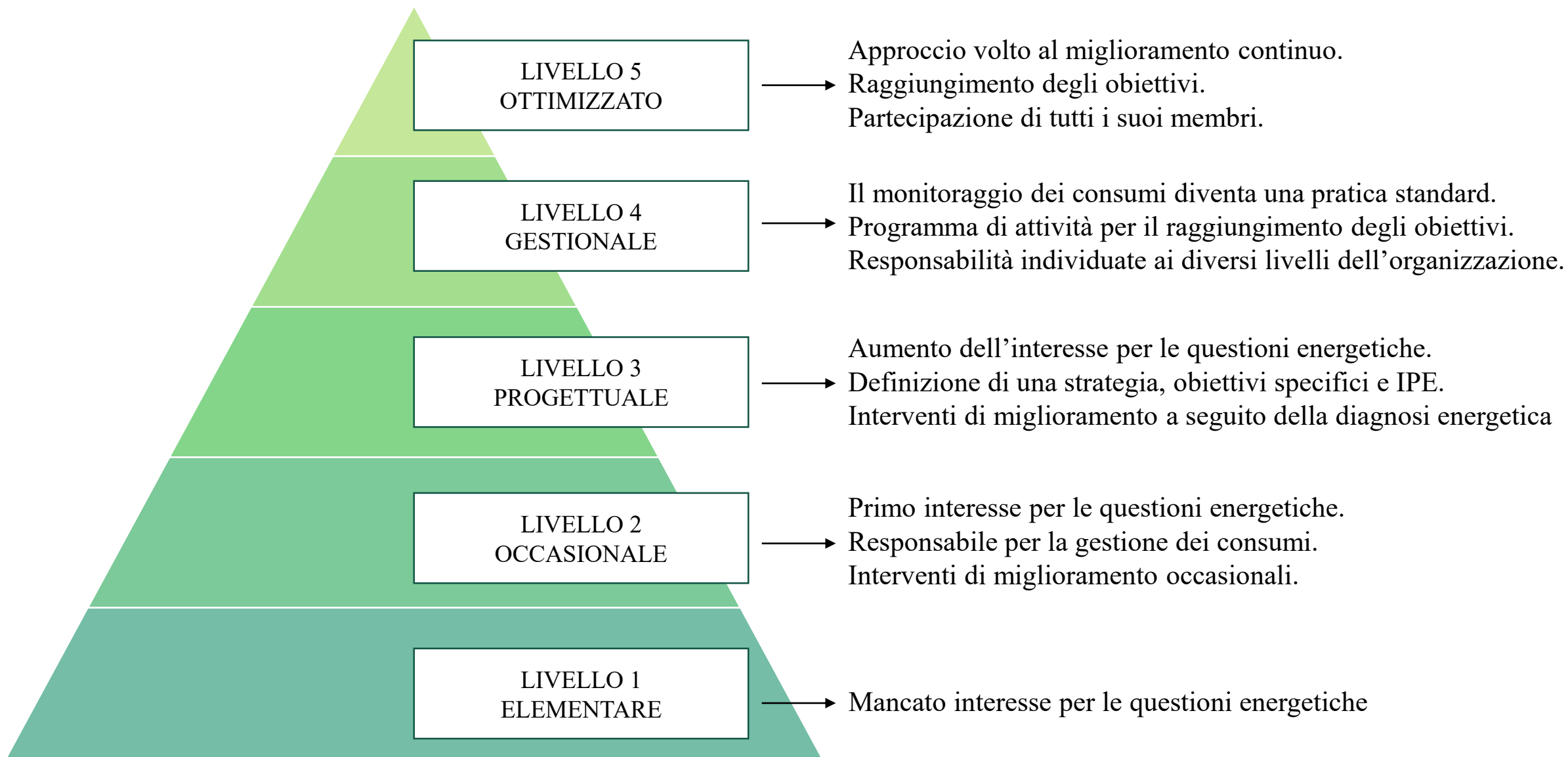
Dagli interventi di efficientamento al modello di maturità



Maturità → Misura utile per valutare le capacità di una organizzazione nell'amministrare in modo consapevole i propri fabbisogni energetici

Modello di Maturità → Strumento per valutare una situazione aziendale così com'è, identificare e classificare le misure di miglioramento e controllare l'avanzamento dell'azienda verso uno stato finale desiderato

Il modello di maturità

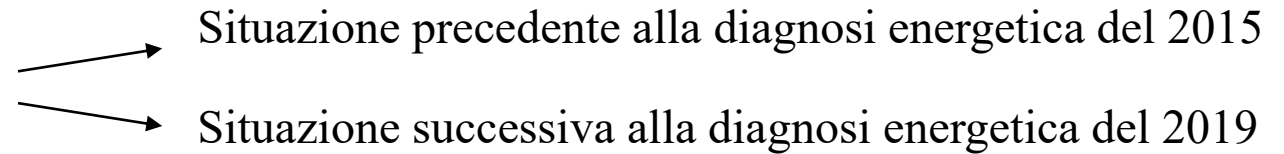


La metodologia e i risultati attesi del modello di maturità

- Self-assessment guidato attraverso un questionario di 48 domande



- Per ogni domanda vengono date 2 risposte:

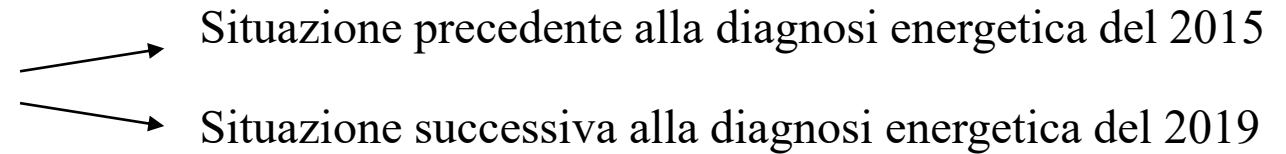


La metodologia del modello di maturità

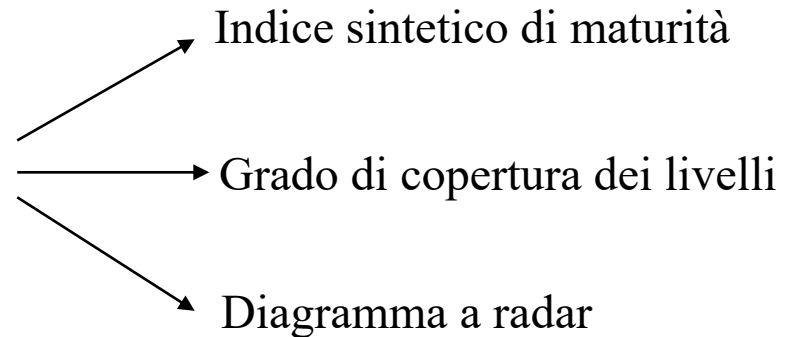
- Self-assessment guidato attraverso un questionario di 48 domande



- Per ogni domanda vengono date 2 risposte:



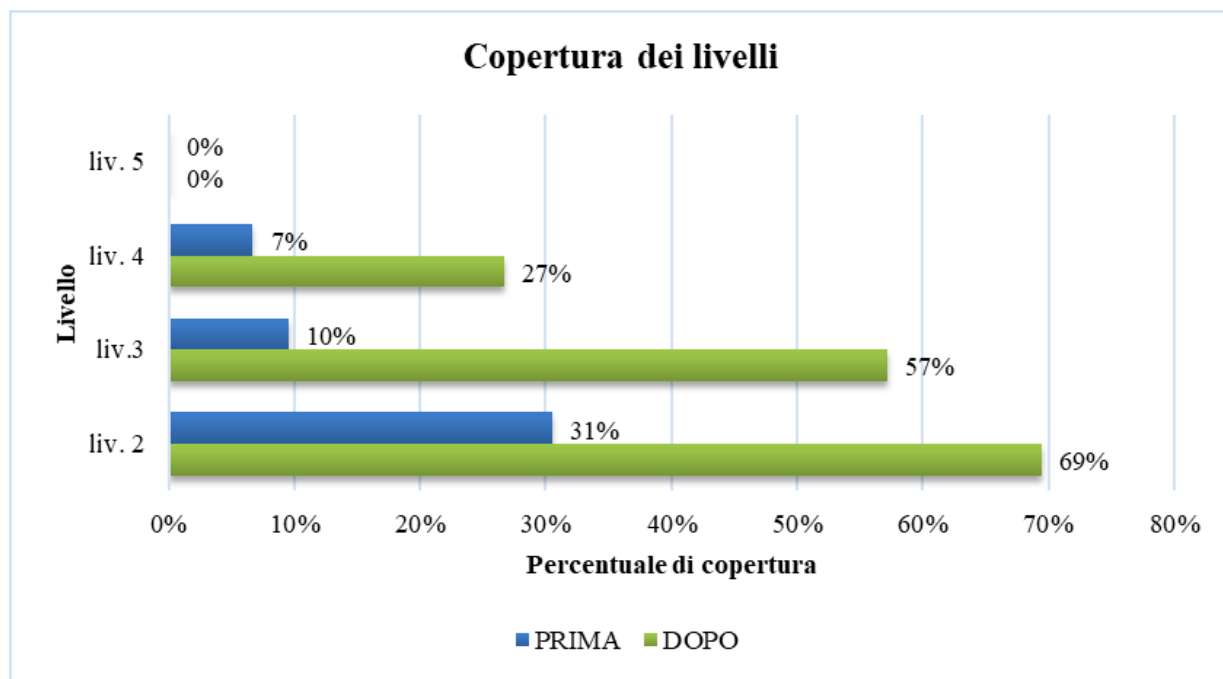
- Strumenti per la presentazione dei risultati:



I risultati attesi del modello di maturità

Indice di maturità

PRIMA	DOPO
1,5	2,5



- Consolidamento del livello 2 di maturità *occasionale*
- Miglioramento del livello 3 di maturità *progettuale*

I risultati attesi del modello di maturità

Indice di maturità

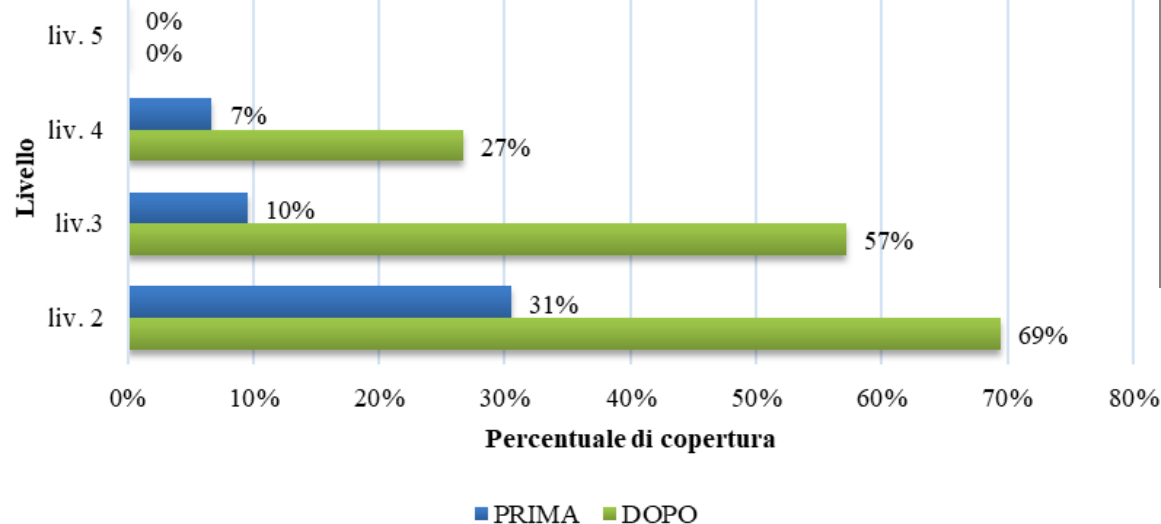
PRIMA

DOPO

1,5

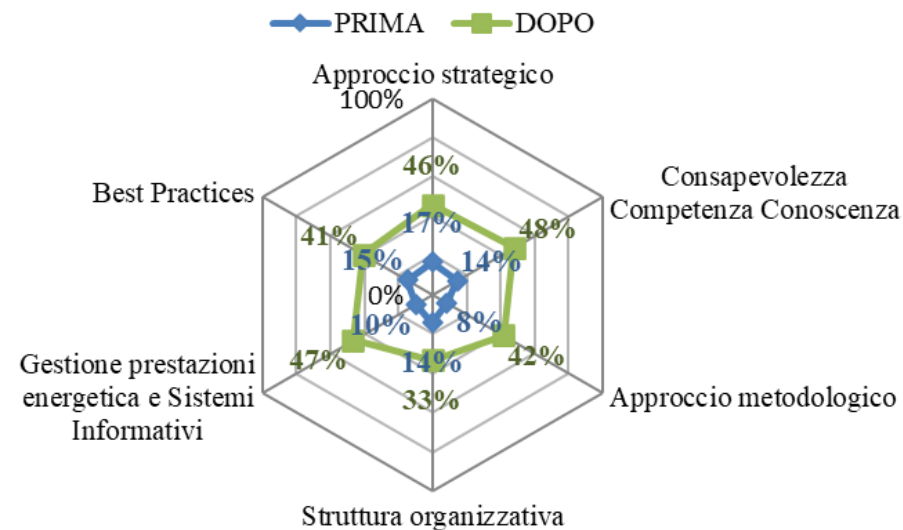
2,5

Copertura dei livelli



- Consolidamento del livello 2 di maturità *occasionale*
- Miglioramento del livello 3 di maturità *progettuale*

Sviluppo delle dimensioni maturità



- Approccio metodologico: l'organizzazione si sottopone periodicamente a audit energetico
- Gestione delle prestazioni energetiche: installazione di strumentazioni fisse e indicatori di performance energetica per le aree funzionali

Conclusioni

Il lavoro svolto ha permesso di:

- Definire degli Indici di Prestazione Energetica di riferimento per il settore del vetro
- Confrontare i consumi energetici del 2015 e del 2019 nel settore della fabbricazione di vetro cavo, osservando un miglioramento delle performance energetiche a seguito della seconda diagnosi
- Verificare un interesse maggiore nei confronti della gestione dei consumi attraverso l'attuazione di interventi di efficientamento nel corso di questi anni

Sviluppi futuri:

- Applicazione del modello di maturità ad un numero significativo di imprese per determinare i cambiamenti che si sono verificati in termini di modalità operative, comportamenti delle risorse umane, e sensibilità nei confronti della questione energetica.
- Revisione del foglio di riepilogo della diagnosi energetica tramite l'utilizzo di unità di misura confrontabili



Grazie per l'attenzione