

Ricerca di Sistema elettrico



Analisi settoriale per la valutazione di indici specifici di prestazione energetica per almeno quattro settori merceologici e definizione di modelli per l'analisi energetica nelle PMI

G. Bruni, A. De Santis, C. Ferrante,
F. Martini, C. Martini, S. Pistacchio, M. Salvio

RdS_PTR 22-24_PR 1.6_LA3.1_060

LA3.1 - ANALISI SETTORIALE PER LA VALUTAZIONE DI INDICI SPECIFICI DI PRESTAZIONE ENERGETICA PER ALMENO QUATTRO SETTORI MERCEOLOGICI E DEFINIZIONE DI MODELLI PER L'ANALISI ENERGETICA NELLE PMI

Giacomo Bruni, Alessandra De Santis, Christian Ferrante, Fabrizio Martini, Chiara Martini, Stefano Pistacchio, Marcello Salvio (ENEA)

Hanno collaborato all'analisi dei dati: Enrico Biele, Carlos Herce, Luigi Leto, Sergio Luciani, Paolo Maci, Stefano Monari, Roberto Silvestro, Federico Alberto Tocchetti, Claudia Toro (ENEA)

Marzo 2023

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica - ENEA
Piano Triennale di Realizzazione 2022-2024

Obiettivo: Decarbonizzazione

Progetto: Tema di ricerca 1.6 - *Efficienza energetica dei prodotti e dei processi industriali*

Linea di attività: LA 3.1 - *Analisi settoriale per la valutazione di indici specifici di prestazione energetica per almeno quattro settori merceologici e definizione di modelli per l'analisi energetica nelle PMI*

Responsabile del Progetto: Miriam Benedetti, ENEA

Responsabile del Work Package: Fabrizio Martini, ENEA

Responsabile Linea di Attività: ENEA

Mese inizio previsto: 01

Mese inizio effettivo: 01

Mese fine previsto: 15

Mese fine effettivo: 15

Indice

1	RISULTATI ATTESI	3
2	RISULTATI OTTENUTI.....	4
3	PRODOTTI ATTESI.....	5
	RAPPORTO TECNICO ILLUSTRATIVO DI TUTTE LE ATTIVITÀ SVOLTE NELLA LA 3.1 CON I RELATIVI RISULTATI CONSEGUITI.....	5
4	PRODOTTI SVILUPPATI	6
	RAPPORTO TECNICO ILLUSTRATIVO DI TUTTE LE ATTIVITÀ SVOLTE NELLA LA 3.1 CON I RELATIVI RISULTATI CONSEGUITI.....	6
5	ANALISI DEGLI SCOSTAMENTI SU ATTIVITÀ E RISULTATI.....	7
6	SINTESI DELLE ATTIVITÀ SVOLTE.....	8
7	DETTAGLIO DELLE ATTIVITÀ SVOLTE.....	9
8	CONTRIBUTO DELLE EVENTUALI CONSULENZE ALLE ATTIVITÀ SOPRA DESCRITTE.....	22
9	PUBBLICAZIONI SCIENTIFICHE.....	23
10	EVENTI DI DISSEMINAZIONE	24

1 Risultati attesi

A conclusione della LA 3.1, è previsto che ENEA produca un rapporto tecnico (che costituisce il deliverable della LA) all'interno del quale saranno riportati i risultati degli studi e delle analisi condotte, in particolare:

- a) L'analisi dei consumi energetici di almeno 4 settori produttivi, all'interno della quale viene analizzata l'incidenza dei diversi vettori energetici, individuati gli indici di prestazione energetica generali o di primo livello, rappresentata l'alberatura energetica caratteristica del settore produttivo e quindi individuati, laddove possibile, gli indici di prestazione energetica specifici o di secondo livello.
- b) Le revisioni alla metodologia dell'analisi costo/beneficio rispetto all'approccio presentato nel precedente PTR, e relativa analisi economica degli interventi realizzati e proposti utilizzando la metodologia revisionata.
- c) I fogli di rendicontazione dei consumi energetici revisionati e/o realizzati ex-novo per i settori analizzati.
- d) I metodi e gli algoritmi di calcolo da utilizzare per la realizzazione di un Tool On-line dedicato alle PMI.
- e) Descrizione delle attività di coordinamento nel WP, in particolar modo con i cobeneficiari coinvolti.

2 Risultati ottenuti

I risultati dell'attività prevista nella LA 3.1 è sintetizzata nel presente rapporto tecnico all'interno del quale sono riportati i risultati degli studi e delle analisi condotte, in particolare:

- a) Analisi dei consumi energetici di 4 settori produttivi: Settore Bancario, Settore Immobiliare uso Uffici, Settore Alberghiero, Settore Acciaio. Per ciascun settore è stata analizzata l'incidenza dei diversi vettori energetici, individuati gli indici di prestazione energetica generali o di primo livello, l'alberatura energetica caratteristica del settore produttivo e quindi individuati, laddove è stato possibile, gli indici di prestazione energetica specifici o di secondo livello. Inoltre, sono stati analizzati gli interventi realizzati e proposti secondo la metodologia revisionata;
- b) Revisione della metodologia, presentata nel precedente PTR, per l'analisi degli interventi proposti e realizzati;
- c) Per i settori Bancario, immobiliare Uffici ed alberghiero sono stati sviluppati, alla luce dell'analisi delle diagnosi energetiche, fogli di rendicontazione più confacenti alle loro caratteristiche;
- d) Sviluppo teorico di uno strumento di analisi delle performance energetiche e analisi degli interventi, dedicato alle PMI. Durante l'attività è stato prodotto anche il capitolato di gare per la realizzazione dello strumento;
- e) Attività di coordinamento con Cobeneficiari per lo sviluppo e avvio delle loro linee di attività e Attività di coordinamento e condivisione dei risultati con le associazioni di categoria coinvolte nella linea di attività: Assoimmobiliare; Federalberghi; Abilab; Federacciai.

Fornire strumenti che possono permettere di approcciarsi al tema dell'efficienza energetica, della misura di quali possono essere i benefici conseguibili, estendendoli anche alle PMI che rappresentano il 99% delle imprese italiane, può generare opportunità di riduzione dei consumi importante, con ovvie ricadute sia sul sistema elettrico nazionale che in termini di benefici ambientali.

L'attività si rivolge principalmente agli utenti coinvolti nei settori produttivi che siano industriali o terziari, i benefici che la migliore conoscenza di se e delle possibilità di miglioramento, con relativa riduzione dei costi energetici, saranno riscontrabili sul breve e medio periodo in termini di miglioramento delle prestazioni relative ai consumi energetici e di tipologia di vettori energetici utilizzati anche, in ottica di elettrificazione o decarbonizzazione dei consumi. Questo, quindi, comporterà sicuramente una riduzione dei costi energetici e delle emissioni sia inquinanti che clima-alternati a causa del minor consumo, ma anche una maggiore resilienza energetica dovuta a una minore dipendenza rispetto ai combustibili fossili.

3 Prodotti attesi

Rapporto Tecnico illustrativo di tutte le attività svolte nella LA 3.1 con i relativi risultati conseguiti.

4 Prodotti sviluppati

Rapporto Tecnico illustrativo di tutte le attività svolte nella LA 3.1 con i relativi risultati conseguiti.

5 Analisi degli scostamenti su attività e risultati

Relativamente ai contenuti delle attività e quindi dei risultati conseguiti non vi sono stati scostamenti da quanto previsto in fase progettuale.

L'attività sviluppata, rispetto a quanto programmato non ha avuto sensibili scostamenti sia in termini di ore uomo che di costi. In questa prima linea di attività che continuerà nella LA3.2, i costi principali sono stati legati infatti principalmente al personale per la progettazione e la diffusione delle attività che saranno implementate successivamente. In particolare, l'attività di disseminazione avverrà in maniera più sistematica nel secondo SAL anche a seguito della pubblicazione dei Quaderni settoriali che vedranno il coinvolgimento di alcuni cobeneficiari per la parte relativa all'individuazione degli interventi di efficientamento energetico. Inoltre, i principali risultati e prodotti dell'attività verranno veicolati anche attraverso i seminari dedicati alle PMI organizzati all'interno del piano di sensibilizzazione delle PMI prevista da specifica convenzione ENEA-MASE. In questo primo SAL l'attività di diffusione si è limitata al confronto ed all'illustrazione dei risultati ottenuti con le associazioni di categoria coinvolte.

I possibili rischi paventati nella stesura del progetto non si sono verificati e questo ha portato al corretto raggiungimento degli obiettivi preventivati.

Scostamenti economici pari ad un aumento totale di 20.795,30 € rispetto al preventivo, sono dovuti a:

- Aumento dei costi del personale: gli scostamenti non sono legati all'aumento delle ore previste, ma al passaggio di livello dal 1 gennaio 2023 di 3 ricercatori impegnati nel WP il che ha comportato un aumento dei costi rendicontabili quantificabile in 15.400 €
- Aumento dei costi per strumenti ed attrezzature: aumento quantificabile in 6.844,20 € legati all'anticipo di alcuni giorni di un acquisto software che sarebbe stato comunque imputato sul secondo SAL
- Diminuzione dei costi di esercizio: inferiori rispetto a quanto previsto del progetto di 1.448,90 € legati ad un minor ricorso a missioni in presenza sia per l'attività di coordinamento con le università, che per gli incontri con le associazioni di categoria. Infatti, anche per esigenze degli attori coinvolti sono stati preferiti maggiormente gli incontri on-line ma tenuti con maggiore frequenza.

6 Sintesi delle attività svolte

La LA 3.1 ha visto l'analisi dei consumi energetici di 4 settori produttivi: Bancario, Uffici, Alberghiero e delle Acciaierie. Per ciascun settore è stata analizzata l'incidenza dei diversi vettori energetici, individuati gli indici di prestazione energetica generali o di primo livello, l'alberatura energetica caratteristica del settore produttivo e quindi individuati, laddove è stato possibile, gli indici di prestazione energetica specifici o di secondo livello. Inoltre, sono stati analizzati gli interventi realizzati e proposti secondo una metodologia leggermente revisionata e migliorata rispetto a quanto proposto nel precedente PTR19-21. Parallelamente si sono poste le basi per la realizzazione di uno strumento di analisi delle performance energetiche e analisi degli interventi, dedicato alle PMI. Durante l'attività è stato prodotto anche il capitolato di gara. Sono stati inoltre previsti numero incontri di coordinamento sia con i Co-beneficiari che con Associazioni di categoria.

7 Dettaglio delle attività svolte

La LA 3.1 si è basata sostanzialmente su due macro-attività:

- l'analisi sia dei consumi energetici che delle soluzioni di efficientamento energetico per 4 settori produttivi: Settore Bancario, Settore Uffici, Settore Alberghiero, Settore Acciaierie. Per l'analisi degli interventi si è proceduto anche ad un aggiornamento della metodologia di analisi.
- lo sviluppo di uno strumento per supportare le PMI nell'individuazione delle inefficienze energetiche e delle possibili soluzioni.

A queste si aggiunge una intensa attività di coordinamento con le associazioni di categoria e con le Università che dal gennaio 2023 hanno avviato la loro attività all'interno del WP3.

I rischi possibili per la realizzazione delle attività inseriti in fase progettuale non si sono manifestati permettendo un corretto avanzamento delle attività.

7.1 *Analisi settoriale dei consumi energetici*

La LA 3.1 ha visto l'analisi dei consumi energetici di 4 settori produttivi: Settore Bancario, Settore Uffici, Settore Alberghiero, Settore Acciaierie. Per ciascun settore è stata analizzata l'incidenza dei diversi vettori energetici, individuati gli indici di prestazione energetica generali o di primo livello, l'alberatura energetica caratteristica del settore produttivo e quindi individuati, laddove è stato possibile, gli indici di prestazione energetica specifici o di secondo livello. Inoltre, sono stati analizzati gli interventi realizzati e proposti secondo una metodologia leggermente revisionata e migliorata rispetto a quanto proposto nel precedente PTR19-21.

Per far questo sono state analizzate nel dettaglio sia i fogli di rendicontazione che le diagnosi energetiche di centinaia di siti produttivi.

7.1.1 **Settore Bancario**

Le diagnosi energetiche pervenute ad ENEA per la scadenza del 2018 - 2019 riferite alle strutture bancarie (Codice ATECO 64.19.10) sono state in totale 188. Il campione iniziale è stato oggetto di una prima fase di ricerca di outliers.

Riguardo alla suddivisione geografica delle diagnosi considerate, circa il 60% fa riferimento a siti localizzati nel Nord Italia, mentre il restante 40% afferisce a siti del Centro e del Sud e Isole (Figura 1).

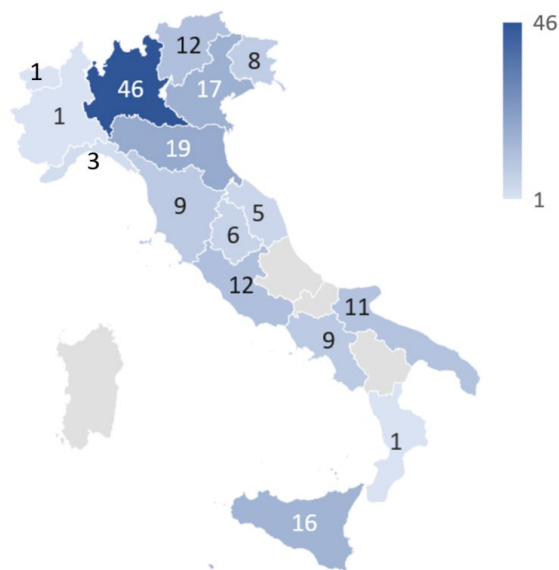


Figura 1 - Distribuzione regionale dei siti oggetto di diagnosi analizzati

In Figura 2 è mostrata sia la distribuzione per fasce climatiche che per dimensione dei 176 siti oggetto di diagnosi.

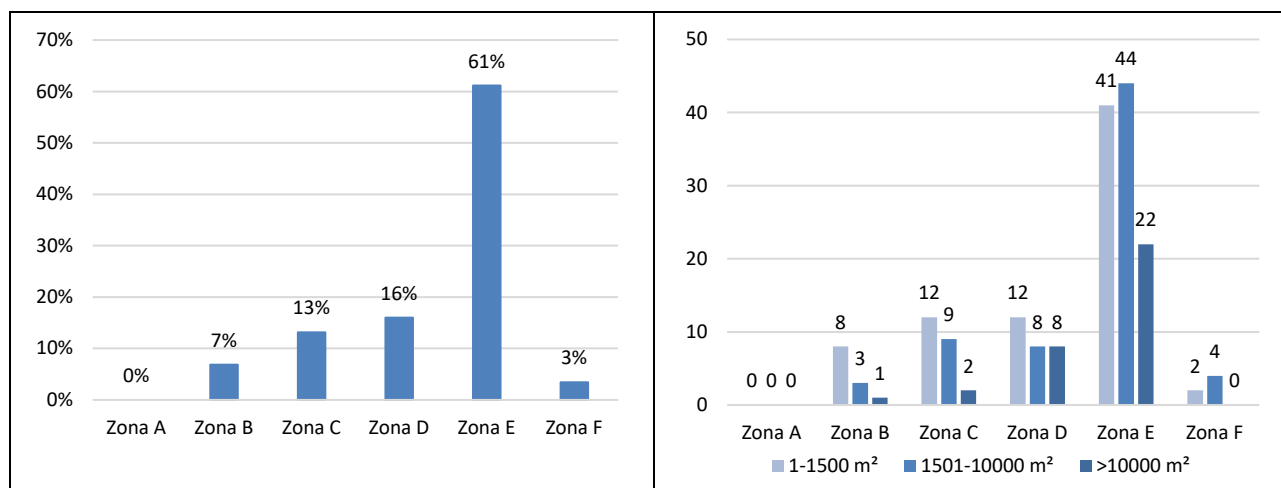


Figura 2 - Distribuzione per fasce climatiche dei siti oggetto di diagnosi

I dati presenti nelle diagnosi hanno avuto una prima fase di screening per uniformare le voci di consumo fornite in modo da destinare ogni voce di consumo indicata nelle diagnosi nella corretta area funzionale prestabilita. Successivamente si è proceduto all'elaborazione dei dati per la determinazione di: distribuzione percentuale dei consumi, rette di regressione dei consumi e IPE medi.

Solo a titolo di esempio si riportano alcuni dei risultati ottenuti.

I vettori energetici utilizzati in maniera prevalente all'interno dei 176 siti analizzati sono (Figura 3): l'energia elettrica (da rete o autoprodotta da fotovoltaico) ed il gas naturale, a cui si aggiunge un moderato uso di altri vettori energetici (gasolio, GPL, biomassa e calore acquistato dall'esterno e proveniente da impianti di teleriscaldamento oppure da cogenerazione, ecc).

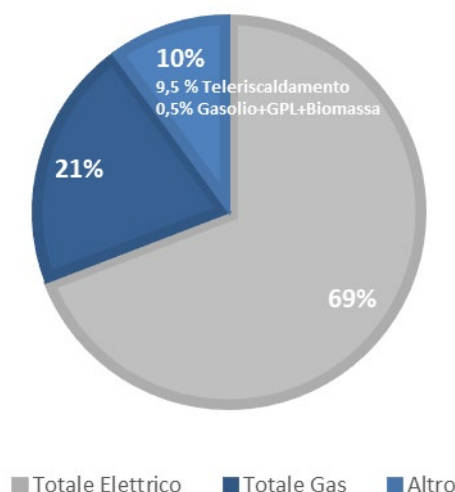


Figura 3 - Percentuale dei consumi energetici del campione per tipologia di vettore

Gli IPE generali totali sono stati determinati tenendo in considerazione la dipendenza di questi con le condizioni climatiche delle differenti aree geografiche italiane; pertanto, si è provveduto a calcolarli in base alle differenti zone climatiche. Vista la presenza non omogenea dei siti nelle differenti zone climatiche queste sono state accorpate in 3 macro-zone: zona climatica B e C; zona climatica D; zona climatica E ed F. Nella Tabella 1 si riportano i valori IPE, calcolati tenendo conto della variabilità della zona climatica di appartenenza.

IPEg	Zona Climatica	Campo di variazione (m ²)		Valore (kWh/m ²)	Affidabilità	Livello di affidabilità
Globale	B-C	262	9.349	144,43 ± 38,45	27 %	MEDIA
Globale	D	320	30.720	190,40 ± 59,99	31 %	MEDIA
Globale	E-F	134	24.772	224,27 ± 86,58	37 %	MEDIA

Tabella 1 - IPE medio del consumo Totale in funzione della zona climatica di appartenenza

L'analisi nel calcolo degli IPE generali ha evidenziato anche una forte dipendenza di questi in base alle differenti "soluzioni impiantistiche"; soluzioni che per semplicità sono state legate alla tipologia di vettore energetico utilizzato: tutto elettrico (quindi utilizzo di sistemi a pompa di calore) o ibrido, cioè con l'utilizzo di un combustibile fossile per la produzione di calore (per semplificare caldaia in inverno e gruppo frigo in estate) e graficamente rappresentati nella Figura 4. L'incidenza della tipologia impiantistica è assorbita all'interno dell'errore presente nei valori dell'IPE riportati in Tabella 1.

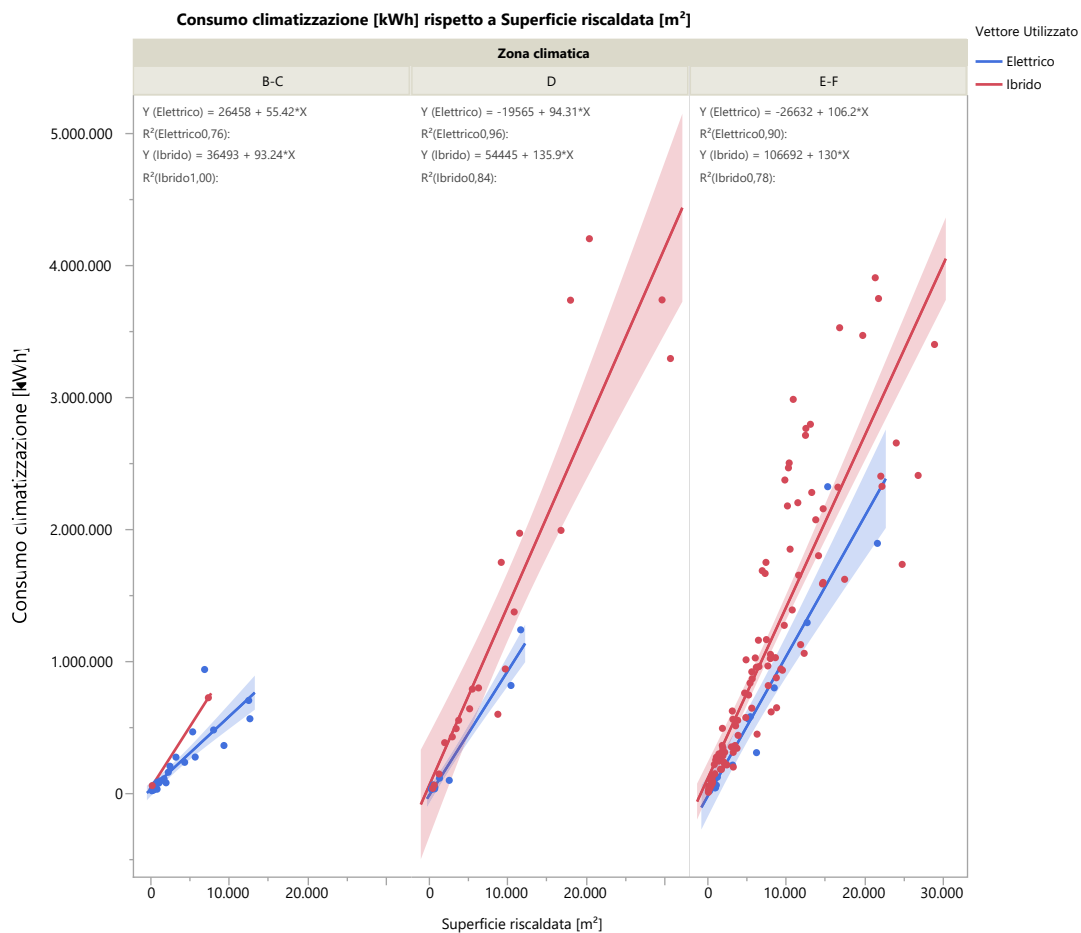


Figura 4 – Analisi dei consumi della climatizzazione in funzione della tipologia impiantistica e della zona climatica

Relativamente agli interventi di efficientamento energetico, l'analisi delle diagnosi ha evidenziato una prevalenza della classe con tempo di ritorno tra 3 e 5. In Figura 5 sono riportati gli interventi individuati nelle diagnosi relativamente alle aree più rilevanti per il settore.

Involucro edilizio	Climatizzazione	Generale / Gestionale	Illuminazione	Produzione da fonti rinnovabili
Sostituzione infissi	Sostituzione caldaia con caldaia a condensazione	Introduzione sistema di monitoraggio dei consumi	Installazione LED in sostituzione delle lampade fluorescenti	Installazione impianto fotovoltaico
Installazione pellicole a controllo solare	Sostituzione caldaia con pompa di calore	Adozione certificazione ISO 50001	Installazione sensori di presenza	Riqualificazione / estensione impianto fotovoltaico esistente
Installazione sistema di schermatura automatizzata di tende esterne	Sostituzione gruppi frigo	Installazione Building Management System	Revisione dei requisiti di comfort, salute e benessere	Supervisione / ottimizzazione produzione di impianto fotovoltaico
Trattamento del tetto con vernici termoriflettenti (cool roof)	Sostituzione motori UTA	Formazione e sensibilizzazione del personale sull'efficienza energetica		
	Installazione inverter su UTA	Installazione sensori di presenza		
	Regolazione set point temperatura			

Figura 5 - Casistica dei principali interventi individuati per area

7.1.2 Settore Immobiliare uso uffici

Il settore Immobiliare uso uffici ha visto l'analisi di un elevato numero di diagnosi energetiche distribuite su numerosi codici ATECO. Lo scarso utilizzo da parte dei redattori delle diagnosi del modello di rendicontazione sviluppato per questa tipologia di siti ha però ridotto notevolmente il campione dati a disposizione in quanto di difficile utilizzo e standardizzazione. A valle dell'analisi dei dati è stato quindi possibile utilizzare un numero limitato diagnosi energetiche e quindi siti, collocati, ad eccezione del Lazio, quasi esclusivamente nel nord Italia (Figura 6) e posizionati nelle sole zone climatiche D ed E. Solo a titolo di esempio vengono riportati i risultati degli indici generali. Come per il settore bancario è stata valutata l'incidenza dei differenti vettori energetici e la tipologia impiantistica di consumo (Figura 7). Gli IPE generali totali sono stati determinati tenendo in considerazione la dipendenza di questi con le condizioni climatiche delle differenti aree geografiche italiane; pertanto, si è provveduto a calcolarli in base alle differenti zone climatiche (Tabella 2). Purtroppo, come detto, in questo caso è stato possibile determinarne il valore solo per le zone climatiche D ed E.

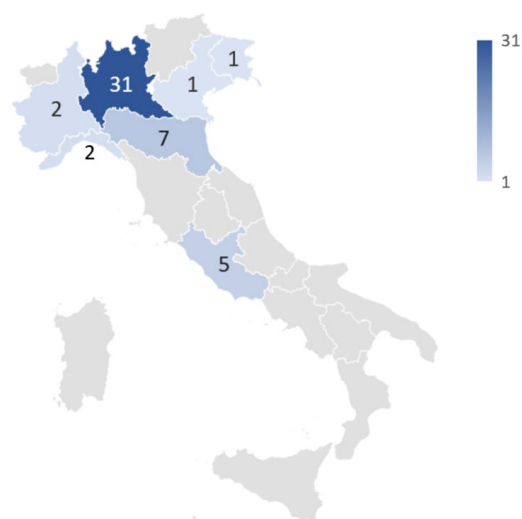


Figura 6 – Distribuzione regionale dei siti oggetto di diagnosi analizzati

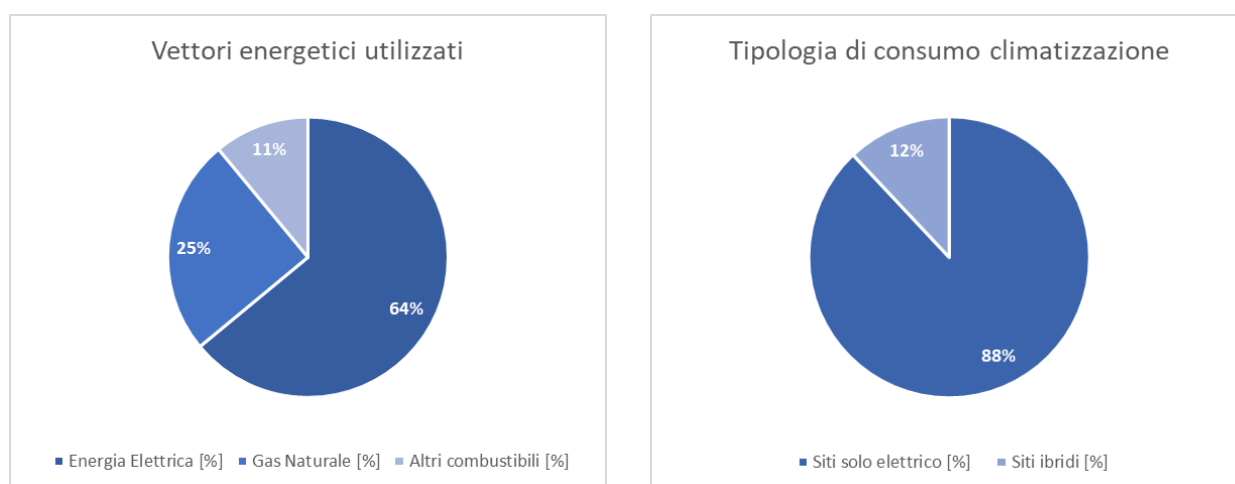


Figura 7 – Distribuzione percentuale utilizzo vettori energetici e tipologia impiantistica

<i>IPEg</i>	<i>Zona Climatica</i>	<i>Campo di variazione (m²)</i>		<i>Valore (kWh/m²)</i>	<i>Affidabilità</i>	<i>Livello di affidabilità</i>
<i>Globale</i>	<i>D</i>	<i>1.344</i>	<i>29.651</i>	<i>176,16 ± 23,83</i>	<i>14 %</i>	<i>ALTA</i>
<i>Globale</i>	<i>E</i>	<i>249</i>	<i>28.885</i>	<i>219,02 ± 83,54</i>	<i>38 %</i>	<i>MEDIA</i>

Tabella 2 – IPE medio del consumo Totale in funzione della zona climatica di appartenenza e relativa deviazione standard

Anche per il settore bancario si è riscontrata la forte dipendenza sui consumi energetici con la tipologia impiantistica.

Relativamente agli interventi di efficientamento energetico, questi sono quasi tutti concentrati nella classe con tempo di ritorno tra 5 e 10 anni, rappresentativi anche della quasi totalità del risparmio potenziale energetico ed emissivo (85% in entrambi i casi). Gli interventi con tempo di ritorno inferiore a 3 anni non sono significativi come risparmio potenziale di energia primaria, con soltanto un intervento presente nella

prima classe. A titolo di esempio, in Figura 8 sono riportati gli interventi individuati nelle diagnosi relativamente alle aree di intervento più rilevanti per il settore.

Climatizzazione	Generale / Gestionale	Illuminazione	Produzione da fonti rinnovabili
Sostituzione caldaia con caldaia a condensazione o pompa di calore	Introduzione / miglioramento sistema di monitoraggio dei consumi	Installazione LED in sostituzione delle lampade fluorescenti	Installazione impianto fotovoltaico
Sostituzione gruppi frigo	Installazione Building Management System	Ottimizzazione dei profili di funzionamento	Estensione impianto fotovoltaico esistente
Sostituzione motori UTA	Campagna di formazione ed informazione sull'uso razionale dell'energia		
Installazione inverter su UTA	Regolazione impianti e stand-by computer		
Ridefinizione delle zone termiche e set-points			
Installazione sonde di CO2 su motori UTA			

Figura 8 – Casistica dei principali interventi individuati per area

7.1.3 Settore Alberghiero

Per il settore Alberghiero sono state analizzate le diagnosi energetiche riferibili al Codice ATECO 55.10.00, in questo caso la distribuzione delle diagnosi energetiche, malgrado una prevalenza del nord Italia (circa 50%), è risultata essere maggiormente uniforme sul territorio nazionale (Figura 9), rappresentative di tutte le zone climatiche ad eccezione della zona A. A differenza degli altri settori, questo presenta un grande numero di elementi di variabilità come, ad esempio, la categoria dell'albergo e quindi dei servizi (e consumi) associati, la stagionalità (alcune strutture sono aperte solo in alcuni periodi dell'anno), questi elementi hanno costretto ad una notevole parcellizzazione delle diagnosi pervenute, malgrado questo il numero è risultato sufficiente per un'analisi del settore. In questo report sintetico vengono riportati, a titolo esemplificativo, alcuni dei risultati conseguiti.

In Tabella 3 sono riportati gli indici di prestazione energetica globali calcolati per le differenti zone climatiche, va notato che per le zone climatiche B e C il campione di siti a disposizione presentava strutture con un carattere prettamente stagionale estivo. Per le altre zone climatiche collocate principalmente nel centro

Nord il carattere più generalista degli alberghi con vocazione quindi anche business gli permette un periodo di apertura annuale.



Figura 9 – Distribuzione regionale dei siti oggetto di diagnosi

IPEg	Zona Climatica	Campo di variazione (m ³)		Valore (MJ/m ³)	Affidabilità	Livello di affidabilità
Globale	B	5.000	80.000	261 ± 142 ¹	54 %	MEDIA
Globale	C	5.000	45.000	208 ± 115 ²	55 %	MEDIA
Globale	D	12.000	24.000	417 ± 206 ³	49 %	MEDIA
Globale	D	24.001	100.000	331 ± 69 ³	21%	MEDIA
Globale	E	7.800	20.000	463 ± 255 ³	55%	MEDIA
Globale	E	20.001	112.000	342 ± 102 ³	30%	MEDIA
Globale	F	7.800	100.000	231 ± 40 ³	17%	ALTA

Tabella 3 – IPE medio del consumo Totale in funzione del volume climatizzato

¹ Riferimento periodo di apertura: 7 mesi – aprile/ottobre

² Riferimento periodo di apertura: 5 mesi – maggio/settembre

³ Riferimento periodo di apertura: Annuale

Relativamente agli interventi di efficientamento energetico, si osserva come numero di interventi una prevalenza di quelli con tempo di ritorno tra 5 e 10 anni (47%). In Figura 10 vengono riportati gli interventi relativi alle aree più rilevanti per il settore alberghiero.

Involucro edilizio	Climatizzazione	Generale / Gestionale	Illuminazione	Produzione da fonti rinnovabili
Sostituzione infissi	Sostituzione caldaia a condensazione	Introduzione sistema di monitoraggio dei consumi	Installazione LED in sostituzione delle lampade fluorescenti	Installazione impianto fotovoltaico su copertura
Installazione pellicole a controllo solare	Sostituzione caldaia con pompa di calore	Adozione certificazione ISO 50001	Installazione sensori di presenza	Installazione di impianto solare termico per ACS
Installazione sistema di schermatura automatizzata di tende esterne	Sostituzione motori UTA	Installazione Building Management System		Pompa di calore geotermica
Trattamento del tetto con vernici termoriflettenti (cool roof)	Installazione inverter su UTA			
	Regolazione set point temperatura			
	Installazione sensori di presenza			

Figura 10 – Casistica dei principali interventi individuati per area

7.1.4 Il settore delle Acciaierie

Per il settore delle acciaierie sono state analizzate le diagnosi energetiche riferibili alla siderurgia ed in particolare al Codice ATECO 24.10.00. In Figura 11 è riportata la suddivisione geografica dei siti produttivi analizzati.

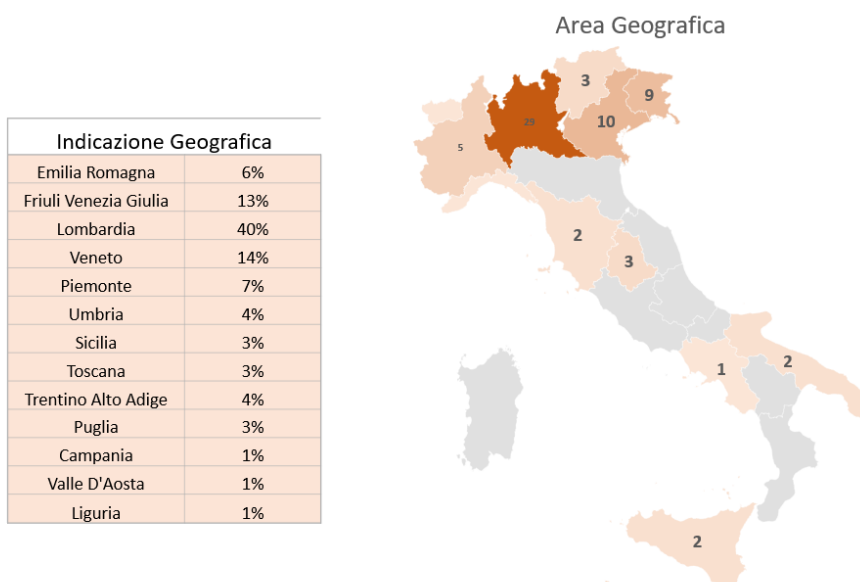


Figura 11 – Distribuzione regionale dei siti oggetto di diagnosi.

Per quanto riguarda i consumi è stato possibile suddividere il processo produttivo in tre macroaree:

- Produzione dell'acciaio;

- Trasformazioni a caldo;
- Trasformazioni a freddo.

Per quanto riguarda la produzione dell'acciaio in Italia è prevalente l'utilizzo del forno elettrico ad arco voltaico (EAF).

In Figura 12 evidenzia come il principale utilizzo di energia elettrica in un sito produttivo sia legato al forno fusorio ad arco voltaico, il gas naturale viene invece utilizzato prevalentemente per le trasformazioni come, ad esempio, la laminazione o per i trattamenti termici.

Incidenza della tipologia di attività produttiva sul consumo elettrico e termico di stabilimento

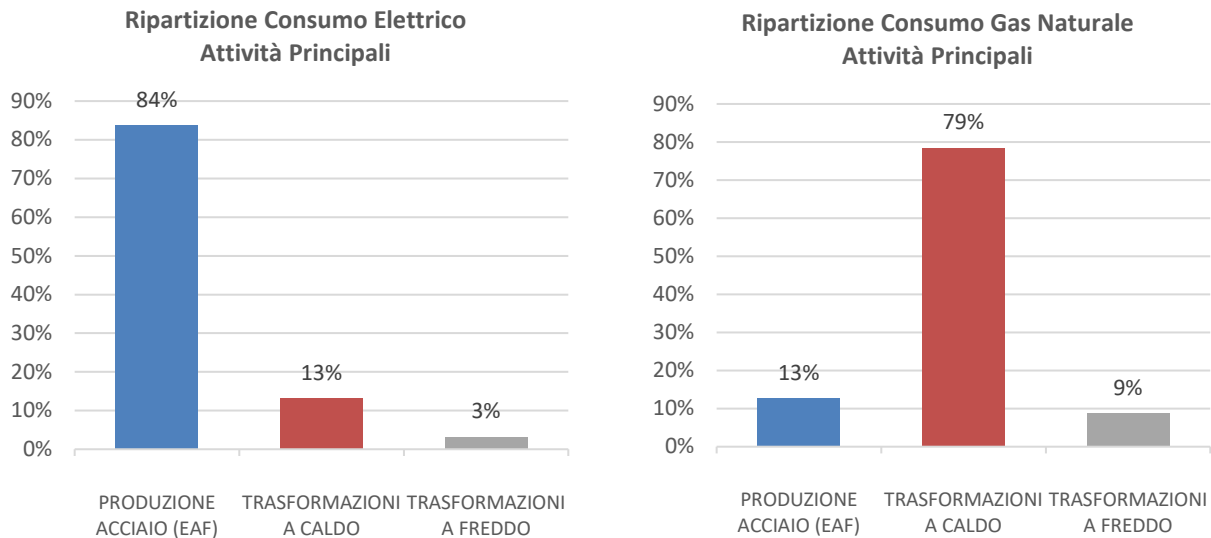


Figura 12 – Ripartizione del consumo elettrico e del consumo termico da gas naturale per le attività principali.

Ciascuna delle tre macroaree in cui è stato suddiviso il processo ricomprende una serie di attività notevolmente energivore che non necessariamente sono presenti in tutti i siti. Anzi ciascun sito ha un suo proprio processo caratteristico, legato alla tipologia di prodotto realizzato. Pertanto, la valutazione di un indice medio globale di stabilimento risulta essere poco rappresentativo, come evidente dai risultati riportati in Tabella 4. D'altro canto, l'analisi degli indici di secondo livello per i processi maggiormente energivori risultano essere molto affidabili e rappresentativi come, ad esempio, è possibile riscontrare in Tabella 5, dove viene riportato l'IPE medio elettrico del forno fusorio. Sono stati pertanto calcolati gli indici di secondo livello, li dove possibile, per tutti i processi maggiormente energivori.

IPE Totale				
Campo variazione Produzione netta		IPE	Affidabilità	
Min	Max			
ton	ton	GJ/ton	Coefficiente di Variazione	Livello di affidabilità
25.000	120.000	1,823 ± 0,810	44%	MEDIO
120.001	900.000	3,217 ± 2,006	62%	BASSO
IPE Elettrico				
Campo variazione Produzione netta		IPE	Affidabilità	
Min	Max			
ton	ton	GJ/ton	Coefficiente di Variazione	Livello di affidabilità
79.500	430.000	1,075 ± 1,193	111%	NULLO
430.001	900.000	1,918 ± 0,758	39%	MEDIO
IPE Termico				
Campo variazione Produzione netta		IPE	Affidabilità	
Min	Max			
ton	ton	GJ/ton	Coefficiente di Variazione	Livello di affidabilità
12.000	295.000	2,105 ± 1,828	86%	BASSO
295.001	1.800.000	0,939 ± 0,531	56%	MEDIO

Tabella 4 – IPE medi di stabilimento

IPE Produzione Acciaio: Consumo elettrico [kWh]/Produzione lorda [ton]				
Campo variazione Produzione lorda		IPE	Affidabilità	
Min	Max			
ton	ton	kWh/ton	Coefficiente di Variazione	Livello di affidabilità
40.000	210.000	630,21 ± 42,80	7%	ALTO
210.001	1.500.000	484,46 ± 53,08	11%	ALTO

Tabella 5 – Produzione Acciaio: IPE medi di secondo livello

Relativamente agli interventi di efficientamento energetico, emerge una prevalenza della classe con tempo di ritorno tra 3 e 5 anni, con una quota del 30% sul totale degli interventi, seguita dalle due classi inferiore e

superiore (tra 2 e 3 anni e tra 5 e 10 anni), con circa il 20% ognuna. In Figura 13 sono riportati gli interventi relativi alle aree di intervento più rilevanti per il settore della siderurgia.

Aria compressa	Centrale termica / Recupero termico	Generale / Gestionale	Illuminazione	Linee produttive
Ricerca e riparazione perdite	Recupero di calore con ORC su fumi forno	Introduzione / miglioramento sistema di monitoraggio dei consumi	Installazione LED in sostituzione delle lampade fluorescenti	Interventi di efficientamento dei forni
Sostituzione compressore (VSD vs giri fissi)	Recupero di calore da forno, laminazione o sivere	Adozione certificazione ISO 50001		Interventi di efficientamento delle siviere
Inverterizzazione	Recuperatore caldaia a vapore per riscaldamento acqua di alimento	Gestione picco di potenza		Interventi di efficientamento della laminazione
	Recupero calore da compressore			Interventi su circuito acqua
	Ottimizzazione bruciatori			Interventi su produzione di ossigeno
	Efficientamento recupero di calore esistente			Interventi su macchine specifiche (per esempio, pelatrice o rettificatrice)

Figura 13 – Casistica dei principali interventi individuati per area

7.2 Sviluppo Strumento Software per le PMI

Nella prima Linea di attività del WP3 sono state definite le specifiche per lo sviluppo di un tool che abbia come scopo quello fornire alle PMI indicazioni sul proprio stato di salute in tema di efficienza energetica ed suggerire eventuali interventi di efficientamento energetico.

Come noto, le PMI non soggette, come le grandi imprese o quelle energivore/gasivore, all'obbligo di effettuare una diagnosi energetica obbligatoria. Anzi spesso questa è percepita o come solo un inutile costo (che sia la consulenza di un professionista o le ore uomo del proprio personale tecnico) o come uno strumento che sarebbe utile ma "ora i problemi sono altri".

Lo strumento qui pensato ha l'ambizione di cercare di risolvere sia i problemi legati al mero costo economico che quelli legati all'impegno di risorse interne. L'idea è guidare le PMI con piccoli passi ad arrivare a eseguirsi in casa una prima diagnosi energetica, avviare una prima contabilizzazione e controllo dei consumi energetici e autovalutare possibili interventi di efficientamento energetico, mettendo in luce anche i possibili benefici multipli derivanti dagli interventi stessi.

Lo scopo finale di questa attività è quello di arrivare alla stesura di un accurato capitolato di gara che porti all'implementazione del tool su un portale ENEA dedicato e metterlo a disposizione degli utenti finali gratuitamente.

Il Tool, se ampiamente utilizzato dalle PMI, avrà il duplice scopo di permetterà ad ENEA di acquisire una importante quantità di informazioni specifiche delle PMI che potranno essere a loro volta analizzate ed

utilizzate per poter accrescere la comprensione delle principali barriere e/o criticità che incontrano le PMI nel percorso di efficientamento energetico, anche in ottica di decarbonizzazione, dei propri processi produttivi. Gli obiettivi dello strumento sono dunque tre:

1. Educare e aiutare le imprese nella contabilizzazione dei consumi energetici
2. Supportare le imprese nell'analisi dei consumi e nell'individuazione degli interventi, con annessi benefici non economici
3. Ampliare la banca dati ENEA e permettere una conoscenza più approfondita delle PMI.

Il tool avrà le seguenti funzionalità:

- Permettere all'utente di inserire dati che caratterizzano l'impresa e il sito produttivo, in termini di produzione, caratteristiche degli impianti presenti, acquisti e consumi di energia;
- Elaborare le prestazioni energetiche medie del sito;
- Elaborare, sulla base dei dati inseriti dall'utente, le aree d'intervento prioritarie in termini di miglioramento dell'efficienza energetica;
- Permettere all'utente di valutare interventi di efficienza energetica dal punto di vista tecnico ed economico, fornendo anche indicazione dei benefici multipli derivanti dagli interventi (attività che verrà approfondita nella LA3.2 con la collaborazione dell'università della Basilicata LA3.10);
- Valutare le prestazioni ambientali in termini di emissioni equivalenti di gas climalteranti e di consumo specifico di acqua (attività che verrà approfondita nella LA3.2 con la collaborazione dell'università della Basilicata LA3.10);
- Stampare un rapporto sul modello della diagnosi energetica, riferito al sito produttivo in esame.

8 Contributo delle eventuali consulenze alle attività sopra descritte

Non erano previste consulenze per la LA3.1

9 Pubblicazioni scientifiche

Nell'attività di sviluppo della linea di attività 3.7 concordata con l'Università Tor Vergata "Sviluppo di uno strumento per la valutazione delle modalità della gestione dell'energia delle PMI e l'individuazione di opportunità per il loro miglioramento" si è partiti dall'analisi dei dati presenti nelle diagnosi energetiche che ha portato alla realizzazione del seguente articolo scientifico:

A Santolamazza, V Introna, V Cesarotti, F Martini, "The Evolution of Energy Management Maturity in Organizations Subject to Mandatory Energy Audits: Findings from Italy", *Energies* 16 (9), 3742

Sempre in collaborazione con l'Università di Tor Vergata per la definizione di possibili attività di ricerca da far partire nel 2023 si sono analizzate nuove metodologie per l'analisi dei dati, che permetteranno la realizzazione di un tool dedicato per l'analisi di benchmarking nei settori terziari. Questo primo studio è partito prendendo in considerazione il settore ospedaliero:

D Dadi, V Introna, A Santolamazza, M Salvio, C Martini, T Pastura, F Martini, "Private hospital energy performance benchmarking using energy audit data: an Italian case study", *Energies* 15 (3), 806

Ulteriori pubblicazioni sono in fase di preparazione e vedranno la luce nel corso del secondo SAL.

Sempre nel 2023 per dare evidenza dell'attività di disseminazione dei risultati conseguiti nelle attività settoriali che svolge ENEA, oggetto di questo WP, sono stati completati 2 ulteriori pubblicazioni su risultati ottenuti nel precedente PTR19-21:

G. Bruni, C. Martini, F. Martini, M. Salvio, "On the Energy Performance and Energy Saving Potential of the Pharmaceutical Industry: A Study Based on the Italian Energy Audits", *Processes*, 2023, 11(4), 1114

M.A. Ancona, L. Branchini, S. Ottaviano, M.C. Bignozzi, B. Ferrari, B. Mazzanti, M. Salvio, C. Toro, F. Martini, M. Benedetti, "Energy and Environmental Assessment of Cogeneration in Ceramic Tiles Industry", *Energies*, 2023, 16(1), 182

10 Eventi di disseminazione

Per quanto riguarda la LA3.1 non sono stati previsti interventi di disseminazioni specifici in quanto previsti nella successiva LA 3.2. sia attraverso seminari pubblici che attraverso pubblicazioni dedicate come ad esempio i Quaderni dell'efficienza energetica.

Tuttavia, nelle analisi settoriali svolte vi è stato il coinvolgimento delle associazioni di categoria che ha portato a numerosi incontri di confronto e illustrazione dei risultati ottenuti. Le associazioni di categoria coinvolte sono state:

- Federacciai;
- Assoimmobiliare;
- ABILab;
- Federalberghi.