



Ente per le Nuove tecnologie,
l'Energia e l'Ambiente



Ministero dello Sviluppo Economico

RICERCA SISTEMA ELETTRICO

Ricognizione sulle tecnologie elettriche nelle applicazioni industriali e del terziario

**N. Anglani, P. Mura, G. Petrecca
G. Tomassetti, D. Forni
E. Ferrero**





Ente per le Nuove tecnologie,
l'Energia e l'Ambiente



Ministero dello Sviluppo Economico

RICERCA SISTEMA ELETTRICO

Ricognizione sulle tecnologie elettriche
nelle applicazioni industriali e del terziario

*N. Anglani, P. Mura, G. Petrecca
G. Tomassetti, D. Forni
E. Ferrero*



RICOGNIZIONE SULLE TECNOLOGIE ELETTRICHE NELLE APPLICAZIONI INDUSTRIALI E DEL TERZIARIO

N. Anglani, P. Mura, G. Petrecca (Dipartimento di Ingegneria Elettrica dell'Università di Pavia)

G. Tomassetti, D. Forni (FIRE – Federazione Italiana per l'uso Razionale dell'Energia)

E. Ferrero (ENEA)

Aprile 2009

Report Ricerca Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA

Area: Usi finali

Tema: Promozione delle tecnologie elettriche innovative negli usi finali

Responsabile Tema: Ennio Ferrero, ENEA

Brevi note sugli autori sono riportate a fine rapporto

Sommario

Il presente rapporto raccoglie i risultati della collaborazione congiunta dell'Ente per le Nuove tecnologie, l'Energia e l'Ambiente (ENEA), del Dipartimento di Ingegneria Elettrica dell'Università degli Studi di Pavia e della Federazione Italiana per l'uso Razionale dell'Energia (FIRE), operata nell'ambito dell'accordo di programma tra il Ministero dello Sviluppo Economico (MSE) e l'ENEA per lo svolgimento di attività di Ricerca e Sviluppo di Interesse Generale per il Sistema Elettrico Nazionale (Ricerca Sistema Elettrico).

Gli argomenti trattati nel rapporto si riferiscono al Tema di Ricerca 5.4.3.1. "Promozione delle tecnologie elettriche innovative negli usi finali" dell'area "Usi finali" ed hanno come obiettivo la ricognizione delle tecnologie elettriche nelle applicazioni industriali e del terziario.

In particolare sono state selezionate le più promettenti elettrotecnologie in termini di efficienza e di applicabilità ed è stata effettuata una quantificazione del potenziale di diffusione e del conseguente potenziale di riduzione dei consumi elettrici o primari in alcuni settori/comparti industriali e del terziario, ipotizzando possibili scenari al 2020, sulla base degli andamenti storici degli ultimi quindici anni e di ipotesi fortemente correlate all'attuale delicata fase di sviluppo delle economie mondiali.

Il rapporto è stato concepito e sviluppato in base all'esigenza di realizzare un prodotto di ricerca il più possibile pronto all'utilizzo da parte dei soggetti individuati quali principale obiettivo: gli operatori di settore lato utenza finale.

Si ottempera così all'obbligo previsto per le attività di Ricerca Sistema Elettrico di beneficiare gli utenti del sistema elettrico dei risultati prodotti, contribuendo alla diffusione di tecnologie innovative disponibili, ove per "innovativo" si intende sia una tecnologia "nuova", sia una tecnologia energeticamente efficiente ed innovativa nell'applicazione al settore o al processo produttivi.

Un uso più diffuso di tecnologie innovative ed efficienti e una migliore e razionale gestione dell'energia consentono, insieme a concreti benefici economici in termini di riduzione dei costi di approvvigionamento energetico per le utenze finali (tra cui principalmente le aziende che attueranno programmi di efficienza energetica seguendo un approccio di tipo sistemico), una complessiva riduzione dei consumi energetici ed una migliore integrazione dei carichi energetici locali nelle reti energetiche nazionali.

In questa ottica, i risultati ottenuti dall'analisi in proiezione 2020 possono rappresentare una inedita base di discussione (complementare a studi già effettuati nel passato, anche recente, sebbene da essi differenziata dall'introduzione di ipotesi molto conservative che possano tenere in considerazione i possibili effetti dell'attuale crisi economico-finanziaria mondiale) anche per soggetti di *governance* pubblici e del mondo dell'associazionismo di categoria, finalizzata all'individuazione di più incisivi strumenti atti a favorire una maggiore diffusione delle tecnologie innovative ed efficienti presso le utenze dei settori industriale e del terziario.

Indice

Sommario.....	2
INTRODUZIONE ED OBIETTIVI.....	4
1. Le tecnologie elettriche trasversali e le loro applicazioni	5
2. Composizione dei risultati ed analisi della scheda descrittiva	39
3. Gli scenari al 2020 e risultati conclusivi	50
4. Analisi svolta sul settore terziario	55
5. Quadro normativo e legislativo	60
7. Le barriere alla diffusione delle elettrotecnologie efficienti	66
7.1 La tendenza alla replicazione	67
7.2 Le forniture da terzi.....	67
7.3 Disponibilità sul mercato dei componenti di qualità.....	68
7.5 L'analisi del costo del ciclo di vita (LCCA)	69
7.6 Efficacia e limiti dell'analisi del costo del ciclo di vita: applicazione al caso dei motori elettrici.....	70
7.7 Politiche di gestione degli apparecchi che consumano energia elettrica.....	75
8. References	76
9. Note sugli autori.....	79
10. Allegati.....	81

INTRODUZIONE ED OBIETTIVI

Il presente studio intende fornire un quadro generale delle potenzialità di risparmio energetico associato ad una maggiore diffusione di 11 elettrotecnologie (indicati in Tab. 1 da 1 a 5 e da 7 a 12), trasversali rispetto ad un identificato numero di utenti finali, prendendo come orizzonte temporale il 2020.

Per l'analisi sono stati scelti i comparti merceologici, riportati in Tab. 2, identificati dal loro codice ATECO 2007 di settore e sottosettore, sia dell'industria sia del terziario (che da qui in avanti chiameremo anche macro-utenti).

Lo scopo di questa ricognizione è la valutazione del risparmio di energia elettrica, o primaria, e di quantificazione della riduzione delle emissioni di CO₂ sull'orizzonte temporale definito in seguito ad una adozione più significativa delle tecnologie in esame nei comparti coinvolti, secondo possibili scenari.

Per poter proporre delle realistiche stime di risparmio ottenibile, dapprima è stato necessario reperire i dati statistici sull'energia elettrica al 2007 dei macro-utenti. Queste informazioni sono state tratte direttamente dal sito di Terna o elaborate da dati aggregati di settore attraverso l'utilizzo di indici, già adottati in studi condotti nel passato [23][24], che sono stati assunti come punto di riferimento delle proiezioni qui proposte. Inoltre si è fatto riferimento anche alle informazioni derivanti dal database ASIA (2005)¹, che fornisce dati sul numero di unità locali ed addetti nei diversi sottosettori nel periodo intermedio tra due censimenti decennali.

Per quanto riguarda le attribuzioni dei consumi di settore (i.e. DA), o sottosettore (i.e. DA15) si farà riferimento come punto di partenza e si elaboreranno dati provenienti dalle più recenti indagini nel campo del censimento motori e loro consumi [23][24], oltre alla bibliografia più aggiornata riguardante le singole tecnologie e documenti dell'Autorità per l'energia elettrica ed il gas sul fattore di conversione kWh/Tep da adottare fino al 2020 [35].

Per ogni macro-utente si è valutato l'impatto su consumi di energia ed emissioni di CO₂ al 2020: gli scenari creati vengono illustrati attraverso tabelle singole di dettaglio e tabelle di sintesi dei risultati, suddivisi in due capitoli distinti: uno dedicato all'industria ed uno al terziario.

La parte normativa e di rassegna internazionale è trattata nell'ultima parte del lavoro, che viene reso disponibile anche sul web al sito <http://www.elettrotecnologie.enea.it>

¹ *ASIA: censimento intermedio nell'industria e servizi, condotto ogni 5 anni tra due censimenti decennali*

1. Le tecnologie elettriche trasversali e le loro applicazioni

In questo paragrafo si illustreranno le elettrotecnologie orizzontali ed i settori merceologici (secondo classificazione ATECO 2007) interessati ad una o più applicazioni e si spiegherà l'organizzazione della matrice topologica che viene dettagliata in seguito. Per ogni tecnologia si produrrà una scheda descrittiva in cui vengono giustificati i numeri riportati nella tabella topologica. I settori scelti rappresentano una porzione interessante dei globali consumi elettrici del paese (44% nell'industria e 15% nel settore civile terziario). In questo capitolo si descrivono i contributi che ogni tecnologia può portare in termini di risparmio energetico e riduzioni delle emissioni di CO₂.

1.1 Le tecnologie ed i settori merceologici.

Le 11 elettrotecnologie analizzate in questo studio sono riportate in Tab.1. Ad ogni tecnologia viene associato un numero identificativo ID che verrà utilizzato nelle successive tabelle ed elaborazioni per indicare la tecnologia di riferimento.

Tab.1: Elenco delle tecnologie considerate con rispettivo identificativo

ID	TECNOLOGIA	RIFERIMENTO
1	Motori alta efficienza	Tec.1
2	INVERTER SU POMPE	Tec.2
3	INVERTER SU VENTILATORI	Tec.3
4	INVERTER SU COMPRESSORI FREDDO	Tec.4
5	INVERTER SU COMPRESSORI ARIA	Tec.5
7	BRUSHLESS PICCOLA POTENZA	Tec.7
8	POMPE DI CALORE AC/AC (acqua/acqua)	Tec.8
9	POMPE DI CALORE AR/AR (aria/aria)	Tec.9
10	MVR= compressione meccanica del vapore	Tec.10
11	IR =infrarossi	Tec.11
12	MW=microonde	Tec.12

A titolo di esempio: quando nelle schede tecniche e nelle successive tabelle si troverà il riferimento a Tec.1 la tecnologia considerata sarà dunque quella dei “*Motori ad alta efficienza*” e così di conseguenza per le successive tecnologie.

In Tab. 2 viene riportato l'elenco dei settori merceologici considerati in questo studio e il rispettivo codice ATECO 2007 con il quale verrà identificato il settore nelle schede tecniche e tabelle successive.

Tab.2 Elenco dei settori o sottosettori merceologici (macro-utente) e dei rispettivi codici ATECO 2007

Codice ATECO 2007 Settore	Codice ATECO 2007 Sottosettore	SETTORE MERCEOLOGICO
DA	15.5	alimentare caseario
DA	15.3	alimentare conserve
DA	15.81	alimentare dolciario
DB	17	tessile tessitura
DB	18	tessile finissaggio
DC	19	conciarie
DD	20	legno pannelli
DE	21	cartario pulp
DE	22	cartario cartotecnico
DF	23	petrolchimico
DG	24.4	chimica farmaceutica
DG	24.1	chimica di base
DH	25	lavorazione materiale plastico
DI	26.2	ceramica
DI	26.1	vetro
DI	26.4	laterizi
DI	26.5	cemento
DI	26.6	manufatti cemento
DI	26.8	metalli non ferrosi
DJ	27 + 28	siderurgico
DK	29	meccanica
G	51	Grande distribuzione
H	55	Alberghi
J		Uffici-Banche
N	85.1	Ospedali

Tec 1 - Motori ad alta efficienza

I motori ad alta efficienza sono motori elettrici che presentano un'efficienza maggiore rispetto ai motori tradizionali (i limiti di rendimento corrispondono a quelli stabiliti nell'accordo tra la Commissione Europea e il CEMEP Comitato Europeo costruttori Macchine rotanti e Elettronica di Potenza. La normativa di riferimento per la valutazione del rendimento è la EN 60034-2 e la EN 60034-1 per le tolleranze). Tale risultato viene ottenuto andando a diminuire le perdite a vuoto, le perdite per effetto Joule e le perdite meccaniche con i seguenti accorgimenti: (i) nucleo realizzato con lamierini a basse perdite che diminuiscono le perdite a vuoto (proporzionali al quadrato della tensione); (ii) sezione maggiorata dei conduttori di statore e di rotore per ridurre le perdite per effetto Joule (proporzionali al quadrato della corrente); (iii) attenta scelta del numero e della geometria delle cave.

Gli accorgimenti sopra indicati riducono inoltre la produzione di calore e pertanto, essendo richiesto un minore raffreddamento, in maniera indiretta vengono ridotte anche le perdite meccaniche di attrito e ventilazione. Questo permette di ottenere motori con una curva di rendimento più piatta che consente, anche in caso di variazioni di carico, un rendimento più costante e vicino a quello ottimale [3] [4].

L'accordo tra CEMEP e Commissione Europea ha introdotto tre classi di efficienza: EFF1, EFF2 e EFF3.

L'accordo riguarda i motori asincroni trifase di bassa tensione, con rotore a gabbia in corto circuito unificati, autoventilati, in costruzione chiusa IP54 e IP55, alimentati a tensione di 400 V di linea e 50 Hz, in una gamma di potenza compresa tra 1,1 kW e 90 kW a 2 poli e a 4 poli, per servizio continuo S1.

Questa classificazione pone un legame tra il rendimento, la potenza e il numero di poli dei motori asincroni trifase di bassa tensione ed è valida solo per motori di potenza inferiore ai 90 kW.

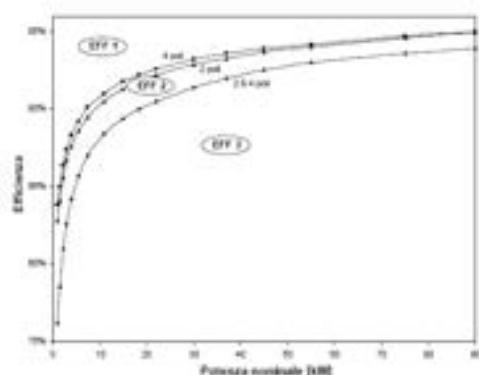


Figura 1. Curve di efficienza delle classi EFF1, EFF2, EFF3

Questi accorgimenti rendono inevitabilmente più costoso il motore elettrico (circa il 20%-40% in più rispetto ad uno standard). Sostituire un motore tradizionale con uno ad alta efficienza comporta comunque dei vantaggi in termini energetici ed economici.

Nella valutazione del risparmio energetico devono essere considerati: (i) il fattore di carico, (ii) il rendimento del motore, (iii) la potenza elettrica assorbita, (iv) le ore di funzionamento e naturalmente di un (v) corretto dimensionamento carico/motore. Di frequente accade che criteri progettuali molto conservativi abbiano portato ad adottare motori non opportunamente dimensionato per il carico e dunque utilizzati a carico parziale. In figura 2 si rappresenta a livello qualitativo il beneficio conseguibile, ipotizzando anche il contributo dovuto ad un corretto dimensionamento di tutto il sistema [2]. Le taglie dei due motori P ed A sono dunque diverse, tuttavia f_{cA} ed f_{cP} rappresentano lo stesso carico richiesto.

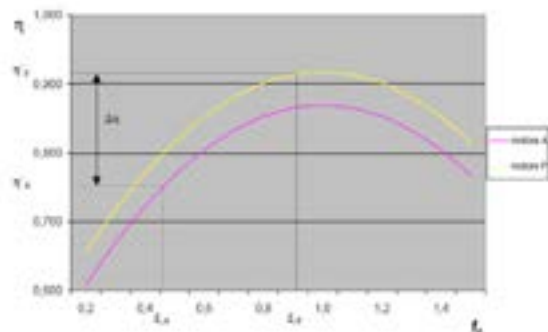


Figura 2. Curve efficienza-fattore di carico di un motore a bassa efficienza (A) e uno ad alta efficienza (P) [2]

Dai dati del CEMEP, riportati in figura 3, si descrive su base europea l'utilizzo negli anni dal 1998 al 2007 dei motori ad alta efficienza [1]. Si evidenzia che la maggior percentuale dei motori classificati EFF2 è passata da una percentuale del 30% ad una percentuale del 86%, mentre i motori ad alta efficienza EFF1 rimangono nel 2007 ad una percentuale del 12%. questo significa che vi è ancora un ampio margine di diffusione di queste tecnologie.

Nei modelli impiegati si è ritenuto di considerare un valore di risparmio tra il 2% e l'1% a seconda della taglia.

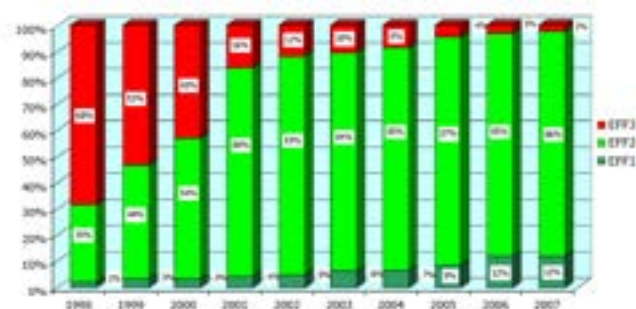


Figura 3 Penetrazione dei motori ad alta efficienza in Europa negli anni dal 1998 al 2007 [1]

Reference

[1] <http://www.cemep.org/index.php?id=21>

- [2] CESI, 2003, Impatto energetico ed economico dell'utilizzo di motori elettrici ad efficienza migliorata. Analisi sul parco motori di un'acciaieria italiana. Rapporto SFR-A3/014642
- [3] Hassan, M.Y.; Majid, M.S.; Rahman, H.A. 2000. Application of energy efficient motor in Malaysian industries. 2000. TENCON 2000. Proceedings Volume 2, 24-27 Sept. 2000 Page(s):97 - 102 vol.2
- [4] Pillay, P. 1995. Practical considerations in applying energy efficient motors in the petrochemical industry; Industry Applications Society 42nd Annual Petroleum and Chemical Industry Conference. 11-13 Sept. 1995 Page(s):197 - 207

Tec 2 - Inverter su pompe

L'applicazione dell'inverter sulle pompe consente di effettuare una regolazione non dissipativa attraverso la variazione della velocità della pompa in funzione del carico richiesto. Questa applicazione consente quindi un risparmio in termini di energia perché risponde alle reali esigenze energetiche del carico senza introdurre perdite o consumi non realmente richiesti dal processo.

A titolo esemplificativo: si considerino le caratteristiche di funzionamento di una pompa centrifuga. In figura 4, a livello qualitativo, viene riportata la caratteristica esterna di una pompa e la curva di carico da soddisfare. L'intersezione delle due curve identifica il punto di lavoro a regime.

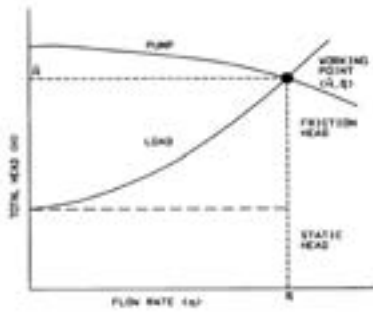


Figura 4: Curva caratteristica e punto di lavoro di una pompa [5]

La potenza richiesta da una pompa viene calcolata secondo la seguente formula

$$P = (q \cdot H \cdot \rho \cdot g) / \eta$$

dove

- P è la potenza [W]
- q è la portata [m³/s]
- H è la prevalenza statica + dinamica [m]
- ρ è la densità del fluido [kg/ m³]
- η è l'efficienza della pompa
- g è l'accelerazione di gravità 9,81 [m/s²]

Supponiamo che il carico richieda una portata pari al 50% (Fig. 5). Con una regolazione dissipativa, ottenuta, ad esempio, attraverso una valvola di strozzatura, viene introdotto un carico aggiuntivo ovvero è

come se si richiedesse al sistema di superare una prevalenza maggiore (H_{thr}) rispetto a quella richiesta dal reale carico al 50% ($H_{50\%}$).

La nuova prevalenza infatti è data dalla somma di quella realmente richiesto dal processo e quella introdotta dalla valvola di strozzatura. In questo modo si trova il nuovo punto di lavoro, ottenuto andando a modificare le caratteristiche complessive del carico e mantenendo le caratteristiche di funzionamento della pompa costanti.

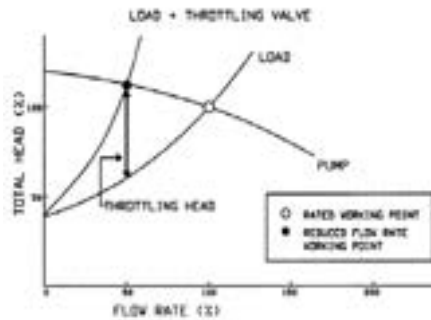


Figura 5: Regolazione dissipativi e nuovo punto di lavoro. [5] [8]

La potenza persa viene calcolata come segue:

$$P_{persa} = (q \cdot \Delta H \cdot \rho \cdot g) / \eta_i$$

dove $\Delta H/\eta_i = H_1/\eta_1 - H_2/\eta_2$

Spostando il punto di lavoro, l'efficienza della pompa non rimane la stessa. Oltre ad avere una perdita dovuta alla prevalenza introdotta dalla strozzatura si avrà anche una perdita dovuta al rendimento η_i che risulta inferiore (si veda figura 6).

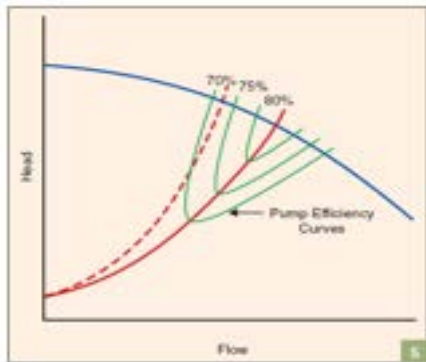


Figura 6: Curve di isoefficienza di una pompa [6]

Da figura 6 si nota come la linea rossa tratteggiata relativa al carico in regolazione dissipativa intercetta la curva caratteristica della pompa ad un valore di efficienza minore [6].

La regolazione non dissipativa, che può essere effettuata con l'utilizzo di un inverter, va invece a seguire le reali richieste di carico andando a modificare la curva caratteristica della pompa.

La variazione della frequenza di alimentazione della pompa, ottenuta tramite l'utilizzo di un inverter, ne varia la velocità e di conseguenza la caratteristica di funzionamento presenterà dei valori di prevalenza diversi.

Graficamente, la variazione di velocità consiste nello spostamento verticale della curva di funzionamento della pompa (si veda fig. 7).[7] In questo modo è possibile ottenere il nuovo punto di lavoro senza l'aggiunta di elementi dissipativi.

Nei modelli impiegati si è ritenuto di considerare un valore di risparmio dell'ordine del 25%.

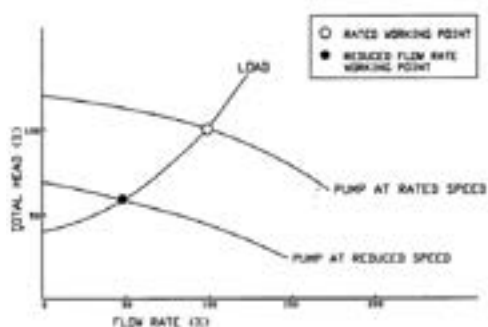


Figura 7: Regolazione di velocità (non dissipativi) [5][7]

L'azionamento a velocità variabile porta ad un decremento della potenza elettrica assorbita tanto più sensibile tanto maggiore è la parzializzazione della portata. In particolare si possono ottenere una riduzione del 50% della potenza assorbita con una parzializzazione del carico al 20% [25].

Nei modelli impiegati si è considerato un risparmio dell'ordine del 25%.

Reference

- [5] Petrecca G., 1993, INDUSTRIAL ENERGY MANAGEMENT-Principles and applications. Kluwer Academic Publishers. London. Pg 430.
- [6] Irvine, G.; Gibson, I.H., 2002, VF drives as final control elements in the petroleum industry; Industry Applications Magazine, IEEE Volume 8, Issue 4, July-Aug. 2002 Page(s):51 - 60
- [7] Rice, D.E. 1988, A suggested energy-savings evaluation method for AC adjustable-speed drive applications; IEEE Transactions on Industry Applications, Volume 24, Issue 6, Nov.-Dec. 1988 Page(s):1107 - 1117
- [8] Irvine, G.; Gibson, I.H.; 2000, The use of variable frequency drives as a final control element in the petroleum industry, IEEE Industry Applications Conference, Volume 4, 8-12 Oct. 2000 Page(s):2749 - 2758
- [25] CESI, 2003, LINEE GUIDA PER LA VALUTAZIONE DI INTERVENTI DI RISPARMIO ENERGETICO: INSTALLAZIONE DI SISTEMI ELETTRONICI DI REGOLAZIONE DI FREQUENZA IN MOTORI ELETTRICI OPERANTI SU SISTEMI DI POMPAGGIO. Rapporto SFR-A3/003935.

Tec 3- Inverter su ventilatori

Salvo il caso di semplici applicazioni, al ventilatore deve essere abbinato un sistema di regolazione oltre che per seguire le richieste del processo anche per consentire l'avviamento riducendo la potenza assorbita in transitorio.

La regolazione su ventilatori centrifughi è in genere effettuata in maniera dissipativa con l'utilizzo di serrande o tramite la regolazione di velocità che risulta più efficace in termini di risparmio di energia.

In figura 8 viene rappresentata una caratteristica base dei ventilatori ad una data velocità. Il sistema alimentato da un solo ventilatore lavora nel punto di intersezione D.

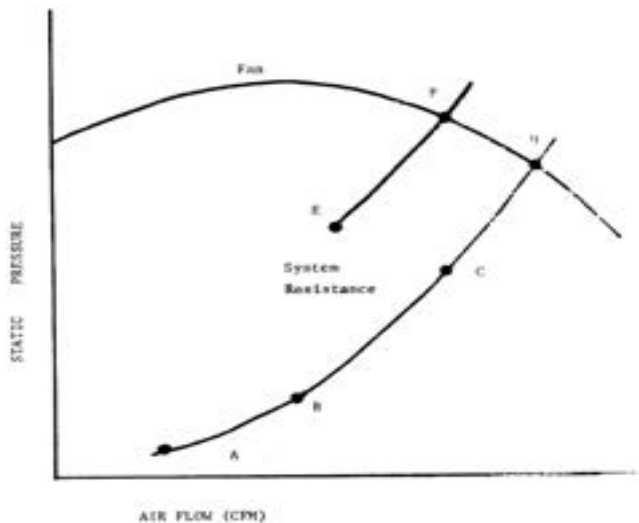


Figura 8: Punto di lavoro.[9]

Se il sistema cerca di lavorare al punto C il ventilatore tenderà a fornire una pressione maggiore per portarsi al punto di equilibrio D. In figura 9 vengono presentate le curve caratteristiche della regolazione attraverso l'utilizzo di serrande e attraverso la regolazione di velocità.

Il primo caso (A) è quello più semplice da realizzare. Con la chiusura di una serranda viene aumentata la resistenza del circuito e si introduce nel sistema un fattore di perdita aggiuntivo che consente di avere una portata minore q_2 rispetto a q_1 con un aumento di pressione. Questo è un tipo di regolazione dissipativo perché viene aggiunta una pressione che non è realmente richiesta dal processo.

Con la regolazione di velocità (B) si ottiene invece una diminuzione della portata e allo stesso tempo una riduzione della pressione fornita dal ventilatore.

La regolazione di velocità consente di abbassare la curva caratteristica del ventilatore. In questo modo nella regolazione non vengono introdotte resistenze aggiuntive e la possibilità di variare la velocità in modo da seguire le reali richieste del carico consente un effettivo risparmio energetico rispetto alla tradizionale regolazione dissipativa.

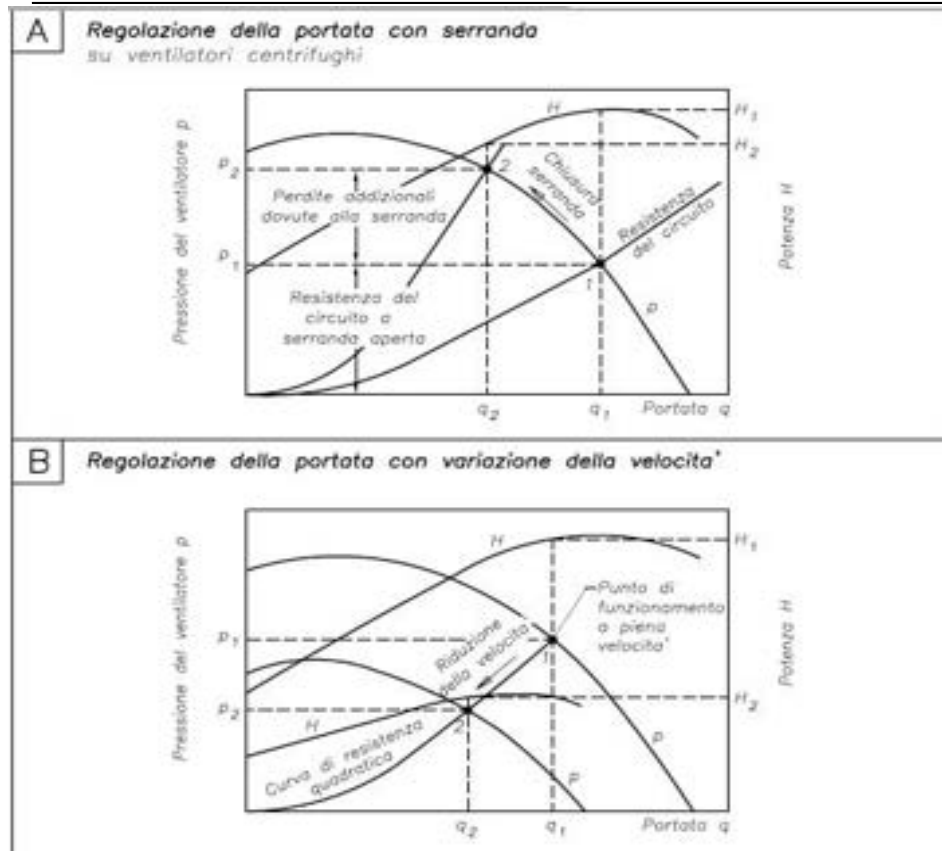


Figura 9: Regolazione con serranda (A) e regolazione a velocità variabile (B) [11]

Uno dei settori dove la variazione di velocità è utilizzata è l'industria cementizia [10].

Prendendo come esempio un impianto dell'industria cementizia, in figura 10 vengono presentate le curve di potenza richiesta in base alla percentuale di carico e al tipo di regolazione.

Le curve *outlet damper* e *inlet box damper* indicano una regolazione fatta attraverso delle serrande mentre la curva *adjustable speed* indica la regolazione di velocità.

La figura mostra come la regolazione più efficace in termini di risparmio energetico sia appunto la regolazione di velocità.

Con un carico parziale pari all'80% la regolazione di velocità richiede una potenza di 512 hp (382 kW) contro le potenze di 660 hp (492 kW) e 800 hp (597 kW) richieste dagli altri tipi di regolazione dissipativa, ottenuti con valvole di strozzamento interne o esterne. In termini percentuali rispetto alle regolazioni dissipative la variazione di velocità consente una diminuzione della potenza richiesta del 22% e del 36%.

Nei modelli impiegati si è ritenuto di considerare un valore di risparmio dell'ordine del 20%.

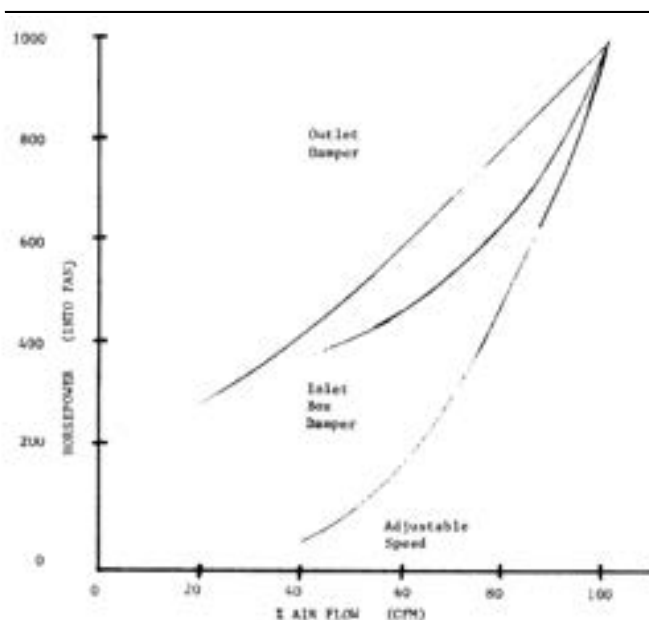


Figura 10: Confronto in termini di potenza richiesta delle varie tipologie di regolazione[9] 1 hp = 0,746 kW

Reference

- [9] Eliason, John R.; Fisher, Brian S. 1977. Large Adjustable Speed Fan Drives Including Static Converter Developments for Cement Plants. IEEE Transactions on Industry Applications, Volume IA-13, [Issue 6](#), Nov. Page(s):557 – 562
- [10] Paul, B.N.; Schaadt, J.L.; 2003; Critical process drive selection for a cement plant. [Cement Industry Technical Conference, 2003. IEEE-IAS/PCA 2003](#). 4-9 May. Page(s):21 - 35
- [11] Giancarlo Catone. 2003. Macchine - Regolazione dei ventilatori –Manuali HOEPLI - Prontuario dell'ingegnere -a cura di Guadagni A. Edilizia - Geotecnica - Rilevamento - Territorio - Idraulica - Chimica - Macchine - Energetica - Elettrotecnica - Elettronica - Informatica - Telecomunicazioni - Economia aziendale - Produzione - Ambiente - Qualità e sicurezza, Nuova edizione riveduta e aggiornata Pagine XXII-970

Tec4 - Inverter su compressori freddo

Un miglioramento dell'efficienza dei compressori nei sistemi di refrigerazione è dato dalla regolazione del volume di refrigerante utilizzato che è in stretto legame col carico elettrico realmente richiesto. Il controllo sul carico consente di ridurre le perdite sui cicli di accensione e spegnimento e consente un miglioramento del funzionamento a carico parziale. Rispetto ai controlli tradizionali e dissipativi i sistemi a velocità variabile con inverter sono i più efficienti come si vede in figura 11.

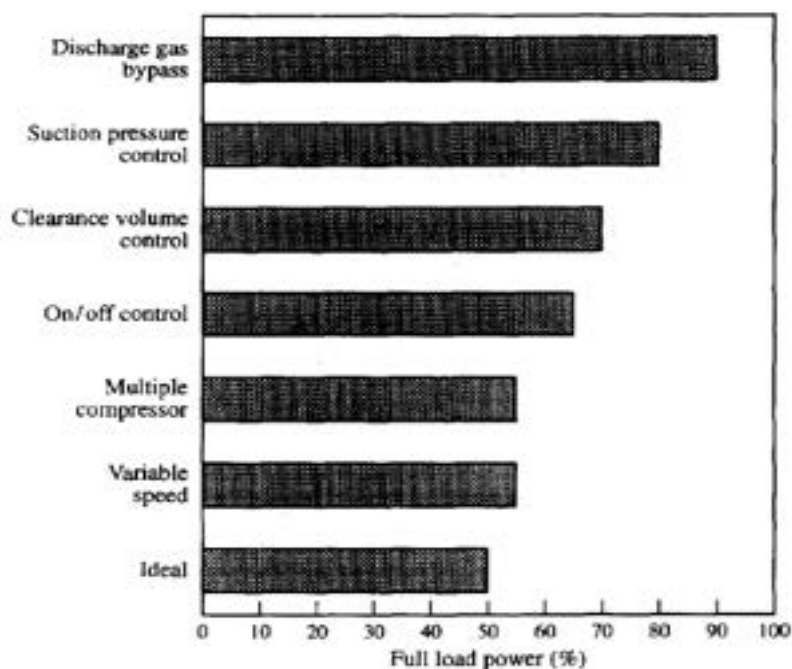


Figura 11: confronto delle varie tecniche di controllo col 50% del carico [13]

Per capire le potenzialità dell'applicazione dell'inverter si deve fare una distinzione sul tipo di compressore utilizzato. Un compressore volumetrico ha un principio di funzionamento diverso rispetto ad un turbocompressore.

Nei compressori volumetrici l'aumento di pressione avviene attraverso una riduzione del volume della camera contenente il fluido frigorigeno allo stato di vapore.

Nei turbocompressori l'aumento di pressione viene ottenuto a discapito dell'energia cinetica.. Questi ultimi si dividono in turbocompressori centrifughi con un rapporto di compressione massimo uguale a 2 e una portata di 340 000 m³/h e in turbocompressori assiali che hanno rapporto di compressione massimo uguale a 1,8 con portate massime di 1 020 000 m³/h [14]. In tabella 3 sono riportate le principali caratteristiche e applicazioni dei compressori.

Tabella 3: Caratteristiche principali e applicazioni di alcune tipologie di compressori [14].

Tipo Compressore	Potenza [kW _{min max}]	Rapporto di compressione	Numero di giri [rpm]	Impiego
Alternativo • Ermetico • Semiermetico • Aperto	2 - 35 1 - 250 35 - 580	3 - 8	1500	Condizionamento a finestra e portatili Condizionamento Residenziale e PDC Refrigerazione e cond. Commerciale
Rotativo	1 - 10	3	500 - 6000	Condizionamento automobilistico Refrigerazione domestica Condizionamento a finestra e portatili Condizionamento Residenziale e PDC
Scroll	5 - 70	3	1500	Refrigerazione domestica Condizionamento a finestra e portatili Condizionamento Residenziale e PDC
A vite	150 - 1500	3 - 5	1500 - 4500	Condizionamento Residenziale e PDC Refrigerazione e cond. Commerciale
Centrifugo • Semiermetico • Aperto	350 - 7000 350 - 35000	2	22000 - 40000	Condizionamento grandi impianti

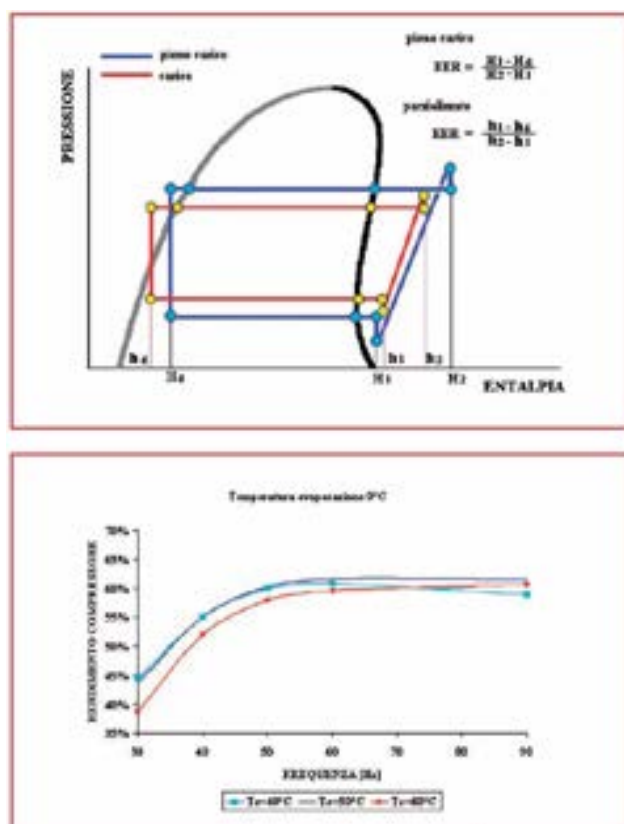


Figura 12: Diagramma pressione-entalpia a pieno carico e al 50% del carico e rendimento di un compressore scroll al variare della temperatura di condensazione e della frequenza [12]

Come viene riportato in figura 12 la riduzione di portata volumetrica comporta una diminuzione della pressione di condensazione e un aumento della pressione di evaporazione, dunque consente un elevato rendimento di regolazione. Per questo motivo i compressori volumetrici sembrano essere i più indicati

all'utilizzo di una regolazione a velocità variabile. Tuttavia bisogna tenere conto che la diminuzione di velocità comporta una riduzione dell'efficienza del rendimento del compressore.

In particolare al diminuire della velocità diminuiscono le perdite per attrito ma peggiora la tenuta di aspirazione e mandata. All'aumentare della velocità invece aumenta la portata del refrigerante e di conseguenza aumentano le perdite per attrito.

Nell'applicazione sui gruppi frigo l'efficienza del compressore diminuisce al diminuire della velocità di rotazione. Di conseguenza la riduzione del carico avviene in maniera efficiente solo per percentuali di carico superiori al 54% o al 63% a seconda della temperatura dell'aria.

Per potenze di carico al di sotto del 38% in ogni caso il compressore deve lavorare con regolazione on-off.

In figura 13 vengono riportate le curve di rendimento di un compressore che tengono conto del rapporto di compressione e della frequenza (e quindi della velocità del compressore).

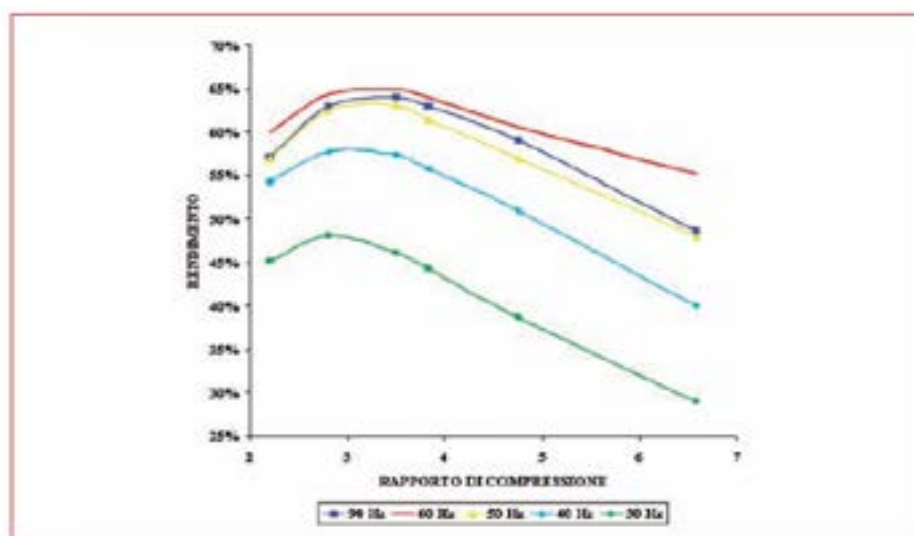


Figura 13: Rendimento al variare del rapporto di compressione e della frequenza [12]

Il rendimento massimo si ottiene per una frequenza di 60 Hz. La parzializzazione del carico tramite un controllo di velocità ha un rendimento elevato se si regola tra le frequenze di 90 e 40 Hz.

Come esempio un compressore a vite con cassetto ha un rendimento in parzializzazione pari a 0,92 al 75% della portata del refrigerante e pari a 0,8 al 50% della portata del refrigerante e questi valori si avvicinano molto alla regolazione tramite inverter[12].

Nei modelli impiegati si è ritenuto di considerare un valore di risparmio dell'ordine del 20%.

Reference

[12] Vio M. 2006. CDA •L'inverter nei gruppi frigoriferi. n. 6 giugno 2006 • www.reedbusiness.it

[13] T. Q. Qureshi and S. A. Tassou. 1995. VARIABLE-SPEED CAPACITY CONTROL IN REFRIGERATION SYSTEMS Department of Mechanical Engineering, Brunel University, Uxbridge, Middlesex UB8 3PH, U.K

[14] CESI,2001,APPLICAZIONI DELLA TECNOLOGIA A POMPA DI CALORE (PDC) NEI PRINCIPALI SETTORI INDUSTRIALI. Rapporto SFR-A1/018331

Tec 5 – Inverter su compressori d'aria

L'impiego dell'aria compressa è trasversale ai diversi settori manifatturieri. Lo studio più recente a livello europeo che si è occupato di fornire una stima di tali consumi nell'unione europea è datato 2001 [34] e da esso risulta che in Italia circa 12 TWh/anno erano stimati essere dedicati a questa finalità. Ciò che caratterizza il consumo d'aria, dunque i consumi elettrici associati, sono sia il livello di pressione e sia la portata richiesta. Le reti sono caratterizzate da pressioni di esercizio tra 6 e 8 bar (0,6-0,8 MPa) che devono rimanere le più costanti possibili, le variazioni nei consumi sono dovute soprattutto a profili di prelievo discontinui nel tempo nella richiesta di portata (FAD: free air delivery misurata in m³/s, nel SI², o più frequentemente in l/min).

I compressori sono macchine operatrici che operano un innalzamento del valore di pressione di fluidi comprimibili. I compressori d'aria operano appunto sulla compressione dell'aria.

Poiché nella maggior parte dei casi capita che la richiesta di aria sia discontinua e subisca variazioni nel corso di una giornata, variare la velocità del motore permette di adattare l'erogazione della macchina alle richieste dell'impianto, consumando meno energia.

L'utilizzo di azionamenti che variano la velocità della macchina (ad esempio inverter) è soprattutto proposto su macchine a vite: questo adattamento permette di rendere il consumo di energia quasi proporzionale all'utilizzo dell'aria (supponendo costante il rendimento volumetrico delle viti anche a basse velocità), evitando frequenti e maggiormente costosi passaggi da carico a vuoto. I principali vantaggi si hanno:

- quando la richiesta d'aria è ampiamente fluttuante, e per tempi rilevanti;
- quando si riesce ad eliminare frequenti e lunghi periodi con cicli di funzionamento a vuoto;
- quando la pressione della rete deve risultare costante in un ampio intervallo di portate, limitando la banda di regolazione della pressione;
- quando vi è una considerevole richiesta di aria per uso processo e non solo servizio.

Inoltre questo tipo di regolazione permette di evitare frequenti avviamenti e spunti di corrente che tra l'altro producono vibrazioni e risultano importanti per gli organi in movimento.

²

SI: Sistema internazionale di misura

La velocità variabile può essere prodotta attraverso un inverter che agisce sul valore di tensione e frequenza di un motore trifase a corrente alternata, di un motore a riluttanza commutata o di un motore a magneti permanenti.

Per il futuro gli esperti del settore prevedono di puntare anche sull'azionamento dei compressori tramite motori in corrente continua [33], come soluzione a costi più contenuti.

Compressori a velocità variabile sono di sicuro interesse per quei settori in cui si deve assicurare un valore di esercizio della pressione il più costante possibile (dunque con variazioni dell'ordine di 0,1 bar (0,01 MPa) oppure anche in quelle lavorazioni che presentano una richiesta discontinua di aria quale appunto la produzione gas tecnici (ossigeno, azoto, ...), impiego di presse, stampaggio di lamiere, in generale nel confezionamento e nell'imballaggio ed in quelle attività che prevedono una significativa differenza tra turni (ad esempio nella stampa di un giornale).

La presenza infatti di frequenti passaggi da carico a vuoto da parte del compressore determina la possibilità di significativi risparmi nell'adozione di queste macchine al posto di macchine con regolazione carico/vuoto.

Classe di potenza: sono di recente state immesse sul mercato delle applicazioni al di sotto dei 30 kW, tuttavia l'impatto di tali macchine viene ritenuto nel modello limitato, dunque non è stato considerato. Le potenze di maggiore interesse sono quelle da circa 30-50-75-90 kW ed oltre (fino a qualche centinaio di kW) in bassa tensione.

Risparmio medio: premesso che l'impiego di tale tecnologia produce dei risparmi soprattutto nei casi citati nel paragrafo descrittivo della tecnologia, attualmente il risparmio conclamabile risulta variabile tra 10 e 35%.[30][31][32][33][34]

Nei modelli impiegati si è ritenuto di considerare un valore di risparmio dell'ordine del 20% per compressori d'aria di potenza superiore ai 20 kW.

Reference

[30] Anglani N. Petrecca G., Pondrano P., 2001, Proceedings of the 6th annual international conference: advances in industrial engineering theory applications practice. SIMULATION, PLANNING AND CONTROL OF A CENTRAL COMPRESSED AIR PLANT FOR A MORE EFFICIENT ENERGY USE. San Francisco 18-20 Nov.

[31] Anglani N., Mariani D., Petrecca G. 2002. Opportunities and barriers to energy efficiency implementation in the Italian industrial sector: an open matter. INEDIS workshop: Policy Modelling for Industrial Energy Use, Seoul, Korea November 7-8 pag.105-113.

[32] Anglani N. 2007. “Accruing white certificates by means of energy saving projects targeting variable speed drive compressors”. In the proceedings of EEMODS (International conference on Energy Efficiency in MOrtor Driven Systems) 2007. Beijin June 11-13

[33] Autori vari, 2000, I bigini dell'aria compressa, edizione Emme.CI.

[34] Autori vari, 2001, Compressed air systems in the European union. Ed. Radgen P. Blaustein E.

Tec 7 - Motori Brushless di piccola potenza

I motori brushless grazie possono rappresentare la scelta ideale per una vasta gamma di applicazioni industriali. Grazie ad un funzionamento fluido, efficiente e affidabile consentono un controllo accurato di velocità e di precisione accompagnato da una silenziosità di esercizio e una più lunga durata di vita.

Il motore brushless è costituito da un rotore su cui alloggianno dei magneti permanenti (circuitto induttore) e da uno statore su cui sono disposte, ad esempio, tre fasi (circuitto di indotto). Se si alimentano le tre fasi di statore con tre correnti alternate di frequenza f , opportunamente sfasate, si avrà in ogni avvolgimento un campo magnetico alternativo. La risultante dei tre campi sarà un campo magnetico rotante e costante in modulo. Per effetto della coppia che si crea dall'interazione dei due campi magnetici il rotore tenderà a ruotare con una certa velocità angolare in modo da raggiungere l'allineamento tra i due campi. Per mantenere lo sfasamento mentre la macchina ruota, occorrerà commutare la corrente negli avvolgimenti di statore, in modo dipendente dalla posizione del rotore: quindi a monte ci dovrà essere un inverter, comandato da un segnale che rileva la posizione rotorica (fig. 14a).

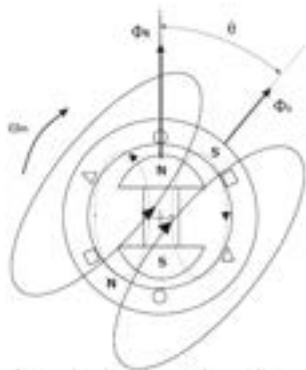


Figura 14a : Principio di funzionamento

I motori brushless sono costituiti da tre parti principali (fig.14b):

Una parte fissa, lo statore, munito di tre gruppi di bobine, chiamate le tre fasi del motore. Queste bobine funzionano come degli elettromagneti e permettono di generare diversi orientamenti del campo magnetico regolarmente ripartiti attorno all'asse centrale del motore.

Una parte rotante, il rotore, munito di magneti permanenti. Come l'ago di una bussola, questi magneti trascinano permanentemente il rotore per tentare di allinearsi sul campo magnetico dello statore. Per una durata di vita ottimale del motore, il rotore è montato sui cuscinetti a sfera.

Tre sensori magnetici ad effetto Hall. Questi sensori permettono di conoscere in ogni momento la posizione dei magneti del rotore.

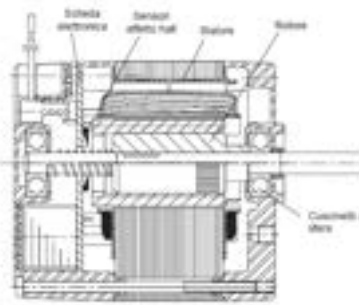


Figura 14b: Elementi costruttivi del motore brushless

Rispetto ad un motore sincrono nel brushless il vantaggio di sostituire l'avvolgimento di eccitazione con i magneti permanenti consiste nel fatto che si evita di dover addurre al rotore le correnti necessarie a creare il campo magnetico. In questo modo si evita di avere delle perdite nel rame sul rotore con la conseguente necessita di avere un adeguato raffreddamento e di dover disporre di un sistema per addurre le correnti al rotore che risulterebbe fonte di ulteriori perdite ottenendo così una maggiore efficienza e affidabilità della macchina.

La ricerca è attualmente indirizzata allo studio delle motorizzazioni brushless nel settore automotive [28] [29]. Negli scenari di risparmio energetico globale e nell'ottica della riduzione delle emissioni inquinanti i notevoli vantaggi presentati dai motori brushless rendono particolarmente interessante questa applicazione nel settore automobilistico: in [26] viene presentata una panoramica sui motori brushless utilizzati nei veicoli elettrici e ibridi.

Nell'industria vengono utilizzati per lo più motori brushless di potenza al di sotto dei 20 kW che trovano spazio nei diversi settori dove è richiesta una maggiore rapidità e precisione per la lavorazione.

In particolare si utilizzano motorizzazioni brushless nei seguenti settori: (i) Settore tessile; (ii) Settore alimentare; (iii) Settore cartario; (iv) Settore del legno.

In applicazioni quali:

1. sistemi di posizionamento, orientamento puntamento e allineamento :

sistema d'avanzamento a cremagliera di precisione;

sistema di movimentazione x, y e z per mezzo di viti a ricircolo di sfere di altissima precisione;

2. sistemi di imballaggio:

celofanatrice per rotolo singolo, movimenti controllati da azionamenti con motori brushless;

avvolgitrice automatica a chiusura totale con saldatore laterale per film plastici;
insacchettatrice orizzontale automatica per il confezionamento di vassoi termoformanti;
impilatore/lanciatore per sacchetti alimentari;

3. sistemi dosatori e riempitori:

pesatrice lineare a nastro;
dosatore volumetrico a coclea verticale per prodotti in polvere e grani;

4. macchine serigrafiche, tampografiche e di incisione;

5. macchine per la lavorazione del legno, alluminio, ceramica;

6. macchine tessili e per la maglieria;

L'utilizzo dei motori brushless è inserito in un'ottica di risparmio energetico e di miglior efficienza del sistema produttivo in quanto consentono una riduzione dei tempi di lavoro, un migliore controllo della velocità di esercizio e una maggiore adattabilità. Le caratteristiche elettriche e dinamiche dei brushless sono superiori a quelle dei motori asincroni e dal confronto si è evidenziato che la potenza necessaria per i brushless è inferiore. Ad esempio nella produzione di una serie di presse in continua per la realizzazione di termoadesivi (società Martin di Empoli[27]) sono stati sostituiti motori asincroni da 750 W con motori brushless da 400 W.

I motori Brushless vengono impiegati, tipicamente, in applicazioni di potenza fino a qualche kW.

Nei modelli impiegati si è ritenuto di considerare un valore di risparmio dell'ordine del 10%.

Reference

- [26] Chau, K.T.; Chan, C.C.; Chunhua, Liu 2008. Overview of permanent-Magnet Brushless Drives for electric and hybrid electric Vehicles. IEEE Transactions on Industrial Electronics, Volume 55 NO 6.
- [27] Automazione integrata. Rivista digitale. Gennaio 2006. Servoazionamenti nel tessile. Pag 43
- [28] Chan,C.C.; Chau, K.T.; Jiang, J.Z.; Xia, W.; Meiling Zhu; Zhang, Ruoju. 1996. Novel Permanent Magnet Motor for Electric Vehicles. IEEE Transactions on Industrial Electronics, Volume 43 NO 2
- [29] Zeraoulia M.; Benbouzid M.E.H.; Diallo D. Electric Motor Drive Selection Issues for HEV Propulsion System: a Comparative Study. IEEE Laboratoire d'Ingenierie Mecanique et Electrique (LIME), IUT of Brest, University of Western Brittany.

Tec 8 e Tec 9 Pompe di calore acqua/acqua e aria/aria.

La pompa di calore, definizione in accordo con EN 14511-1, è una macchina a ciclo inverso in grado di rendere disponibile calore ad una temperatura più alta rispetto al bacino termico da cui attinge. Si utilizza per la produzione di energia termica a scopo riscaldamento. Normalmente lo scambio termico avviene in due scambiatori in cui la macchina scambia con fluidi esterni in genere aria o acqua. Il principio di funzionamento è rappresentato in figura 15. Quando si utilizza per riscaldare, il fluido circolante assorbe calore dall'esterno e lo cede all'interno della struttura. Tale fluido frigorifero (tipo HFC, HCFC) è usualmente un vapore a bassa pressione caratterizzato dalla proprietà di evaporare a temperature relativamente basse (anche sotto lo zero grado centigrado) che, contenuto in una serpentina al di fuori della struttura, assorbe calore dall'aria, dall'acqua o dalla terra. Il gas viene quindi compresso ed entra nella struttura come vapore caldo ad alta pressione. All'interno il gas condensa diventando liquido e cede l'energia interna accumulata. Quando si utilizza come condizionatore il ciclo è invertito.

In sintesi si distinguono 4 fasi: (i) il fluido frigorifero nell'evaporazione assorbe calore dall'aria o dall'acqua (o altra sorgente); (ii) nel compressore attraverso la conversione di un lavoro meccanico in termico il fluido incrementa il suo calore; (iii) nella fase di condensazione il fluido cede il calore assorbito; (iv) nella fase di espansione il fluido riduce la propria pressione e temperatura ritornando allo stato iniziale.

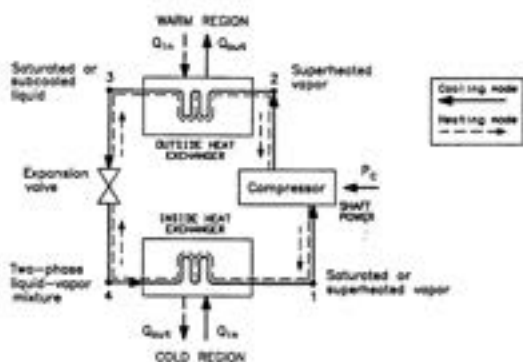


Figura 15: Schema di funzionamento di una pompa di calore [5]. Linea tratteggiata.

La macchina viene quindi definita ad esempio acqua-acqua o aria-aria indicando per primo il fluido usato come sorgente calda. Essendo una macchina reversibile può essere utilizzata anche come refrigeratore.

I fluidi frigoriferi [16] utilizzati nelle pompe di calore presentano un elevato calore latente di vaporizzazione in modo ottenere lo stesso effetto frigorifero con una quantità minore di fluido. Oltre alle caratteristiche termiche del fluido è necessario che il fluido non sia infiammabile, non sia tossico e non presenti effetti corrosivi. Per ottenere delle caratteristiche ottimali sono stati sintetizzati chimicamente diversi composti: gli idroclorofluorocarburi (HCFC), halon, idrofluorocarburi (HFC) R-134a e R-152a, e le Miscele R-410a e R-407c.

Per valutare le prestazioni della macchina viene definito per l'impiego frigorifero il coefficiente di effetto utile:

$$\varepsilon = Q_0 / |L|$$

e per l'impiego come pompa di calore il COP (coefficient of performance):

$$COP = |Q_1| / |L|$$

In termini di potenza resa e in termini di efficienza energetica la macchina a ciclo inverso lavora tanto meglio quanto più elevata è la temperatura di evaporazione e quanto più bassa è quella di condensazione. Più queste temperature sono lontane tra loro, più il COP si abbassa, mentre quando si avvicinano il COP si alza fino a raggiungere massimi pratici di 5-7 [16].

Il COP dipende principalmente dalle temperature di evaporazione e condensazione

Per valutare il risparmio energetico in termini di energia primaria nel confronto con le caldaie tradizionali è opportuno verificare quanta energia termica è stata realmente utilizzata per produrre una unità di energia elettrica. Il sistema nazionale fissa a 0,4 il rapporto di trasformazione che comprende una media complessiva dell'efficienza di generazione, trasmissione e distribuzione [35]. Pertanto si considera l'indice detto Rapporto di Energia Primaria (REP) ovvero il rapporto tra l'energia termica resa disponibile e l'energia primaria spesa. Per la pompa di calore il REP risulta quindi:

$$REP = |Q_1| / |L| / 0,4 = COP \cdot 0,4$$

Confrontando i dati delle pompe di calore si evidenzia che per competere con le caldaie tradizionali bisogna avere COP elevati per avere un effettivo risparmio energetico.

Tabella 4: Efficienza caldaie e COP equivalenti

	efficienze	COP equivalente
Caldaie normali	0,75-0,88	1,87- 2,2
Caldaie alta efficienza	0,9-0,93	2,25-2,32
Caldaie a condensazione	0,93-1,06	2,32-2,65

Sorgente: ARIA ESTERNA

L'aria esterna costituisce una fonte sempre disponibile ma il suo utilizzo è legato all'impiego di opportuni ventilatori per movimentarla e al limite dato dalla variabilità della sua temperatura, il cui calo riduce le prestazioni della macchina proprio quando è presente un carico termico maggiore. Un altro fattore da considerare nell'uso dell'aria esterna come sorgente calda è quello dello sbrinamento. Questo aspetto rende critico l'intervallo di temperatura tra 0 e 5 °C mentre per temperature inferiori il contenuto di umidità risulta modesto e lo sbrinamento meno critico [15]

Sorgente: ACQUA

Considerando la temperatura alla quale l'acqua è normalmente disponibile e considerando la ridotta variazione di temperatura che presenta al variare delle condizioni climatiche stagionali l'utilizzo dell'acqua come sorgente calda consente prestazioni più stabili ed efficienti. L'acqua utilizzata può essere di falda o superficiale (di fiume, di lago o di mare) e le variazioni di temperatura nel corso dei mesi si riducono in base al volume d'acqua complessivo. In particolare le acque di falda sono disponibili a temperature tra i 10 e 15 °C e rimangono pressoché costanti durante l'anno. L'utilizzo dell'acqua consente di ottenere COP medi stagionali superiori a 3 e per questo è evidente la miglior resa in termini di efficienza energetica delle pompe di calore acqua-acqua rispetto a quelle aria-aria. [16]. Anche in questo caso l'utilizzo di pompe di calore, dunque di elettricità si pone in competizione con uso termico dei combustibili. Il risparmio a cui spesso si fa riferimento è messo in relazione all'energia primaria risparmiata nell'adozione di tale tecnologia sulla concorrente, tradizionalmente una caldaia alimentata a combustibile fossile.

Nelle stime qui proposte il valore di risparmio si riferisce all'energia elettrica risparmiabile, nel caso di adozione di macchine con variatori di velocità.

Nei modelli impiegati si è ritenuto di considerare un valore di risparmio per le pompe di calore acqua-acqua dell'ordine del 10-15% e per le pompe di calore aria-aria dell'ordine del 5-10%.

Reference

[15] Schibuola L., 2002, La pompa di calore elettrica reversibile nelle sue applicazioni. Progetto Leonardo Bologna Pg 180.

[5] Petrecca G.,1993, INDUSTRIAL ENERGY MANEGEMENT-Principles and applications. Kluwer Academic Publishers. London. Pg 430.

[16] CESI,2001,APPLICAZIONI DELLA TECNOLOGIA A POMPA DI CALORE (PDC) NEI PRINCIPALI SETTORI INDUSTRIALI. Rapporto SFR-A1/018331

Tec 10 - Compressione meccanica del vapore

La compressione meccanica del vapore è una elettrotecnologia ad alta efficienza che può essere utilizzata nei processi di concentrazione, distillazione ed essiccazione per far evaporare l'acqua di soluzioni liquide. Tradizionalmente questo processo viene realizzato con l'utilizzo di un evaporatore a più effetti. Il principio di funzionamento è riportato in fig.16. Il vapore, condensando, cede calore alla soluzione diluita che si concentra, liberando vapore solvente a temperatura e pressione più basse rispetto al vapore di ingresso. Il vapore solvente in uscita contiene circa un 80% del contenuto energetico e quindi viene riutilizzato per un secondo effetto di concentrazione.

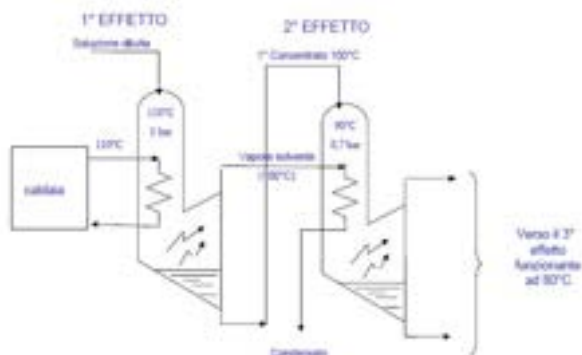


Figura 16: Processo di concentrazione tradizionale a più effetti [17]

Con la compressione meccanica del vapore viene introdotto l'utilizzo di un compressore come riportato in figura 17.

A seguito del primo effetto di concentrazione, il vapore solvente viene riportato alle condizioni iniziali di pressione e temperatura tramite una compressione meccanica e viene quindi reintrodotta nell'evaporatore per continuare il processo di concentrazione della soluzione. In questo modo è possibile recuperare il calore latente di condensazione che in genere è pari al calore richiesto per l'evaporazione. Con un modesto consumo di energia elettrica il sistema, una volta avviato, è in grado di autosostenersi. Nel processo la caldaia viene infatti utilizzata solo all'avvio per la produzione del vapore e successivamente entra in funzione solo per integrare alcune perdite del sistema. L'utilizzo della compressione meccanica del vapore consente di ridurre i consumi energetici a circa 1/5 rispetto al tradizionale sistema di evaporatori a multieffetto.

Il consumo specifico di energia elettrica dipende dal prodotto che si sta trattando, dalla composizione dell'impianto e tipicamente varia da 10 a 30 kWh/t d'acqua evaporata, con un Δt di circa 6-8 K al compressore[5]. Il consumo in termini di energia primaria va da circa 90 a circa 280 kJ/kg d'acqua evaporata contro gli 880 kJ/kg di un tradizionale impianto a tre effetti.



Figura 17: Processo di concentrazione con CMV

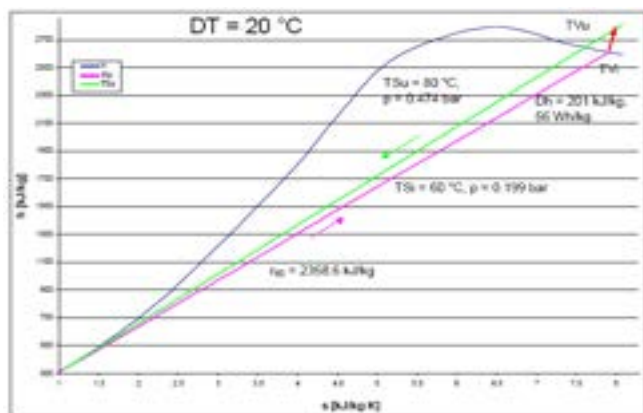


Figura 18: Andamento sul diagramma di Collier del vapore del processo a CMV con variazione di temperatura al compressore di 20°C [18]

In figura 18 viene rappresentato sul diagramma di Mollier il funzionamento della compressione meccanica del vapore. Si evidenzia come un minimo contributo del compressore (freccia in alto a destra, raffigurata in rosso) consenta di recuperare il calore latente di evaporazione che nei sistemi tradizionali multieffetto viene smaltito da un condensatore ausiliario e quindi non utilizzato.

Questa tecnologia consente di avere dei significativi risparmi energetici presentando allo stesso tempo un'alta affidabilità, una semplice regolazione e una flessibilità di esercizio che consente una migliore gestione e manutenzione dell'impianto.

L'applicazione della compressione meccanica del vapore è particolarmente indicata nel settore agroalimentare per la concentrazione del latte, dei succhi di frutta e di verdura e per i trattamenti di essiccazione. Si trovano importanti applicazioni anche nel settore chimico, nel settore farmaceutico. Viene inoltre utilizzata per il trattamento delle acque reflue nell'industria cartaria e tessile.

Alcuni costruttori di riferimento per la tecnologia sono: Resimont srl Impianti Industriali Piacenza; TecnoCasearia di Resta Francesco & C. s.n.c di Gioia Del Colle (BA); Tecam s.r.l. di Padova.

Reference

- [17] Torselli C., 2002, ELETTROTECNOLOGIE EFFICIENTI PER LO SVILUPPO DELLE IMPRESE. Ricicla energia 2002: OPPORTUNITÀ PER GLI ENERGY MANAGER PER L'ATTUAZIONE DEI DECRETI SULL'EFFICIENZA ENERGETICA. Rimini 7 Novembre
- [5] Petrecca G.,1993, INDUSTRIAL ENERGY MANEGEMENT-Principles and applications. Kluwer Academic Publishers. London. Pg 430.
- [18] CESI, 2003, STIMA DEL POTENZIALE DI APPLICAZIONE DELLA COMPRESSIONE MECCANICA DEL VAPORE (CMV) IN ITALIA. Rapporto SFR-A3/019079.

Tec 11 - Riscaldamento tramite Infrarossi

La tecnologia ad infrarossi è una tecnologia che consente il riscaldamento tramite irraggiamento. L'energia termica è generata da un emettitore e il riscaldamento è generato dall'impatto della radiazione sulla superficie del corpo che vuole essere riscaldato. Una volta riscaldata la superficie il riscaldamento avviene all'interno del corpo per conduzione.

La radiazione infrarossa (IR) è quell'emissione elettromagnetica che possiede una lunghezza d'onda che va da 1 μm a 100 μm e che è compresa tra lo spettro della luce visibile e le microonde (fig. 19).

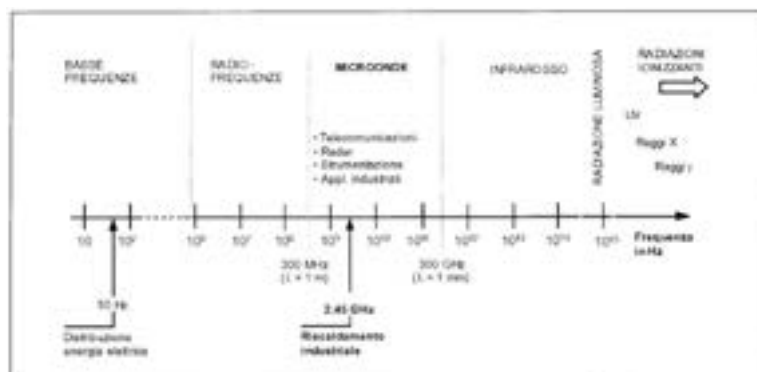


Figura 19: Spettro elettromagnetico [21]

Nei corpi che ne vengono investiti, la radiazione infrarossa si manifesta appunto come calore. Tutti i corpi emettono raggi infrarossi in funzione del materiale di cui sono costituiti e della temperatura a cui si trovano.

In campo industriale, per le sue caratteristiche di trasmissione di calore per irraggiamento, l'infrarosso viene utilizzato in diversi trattamenti termici superficiali con lunghezze d'onda che vanno per lo più da 1 a 10 μm .

La radiazione infrarossa viene classificata a seconda della lunghezza d'onda di emissione [19] come:

Onda corta (SW) : da 1 a 2 μm

Onda media (MW) : da 2 a 4 μm

Onda lunga (LW): da 4 a 10 μm

A queste lunghezze d'onda corrispondono radiazioni dal debole contenuto energetico inferiore a $4 \cdot 10^{-19}$ J che svolgono solo una funzione termica senza andare ad interferire con la struttura molecolare della materia.

Delle tre, la radiazione ad onda lunga (LWIR) è la più vantaggiosa in quanto ha una maggiore penetrabilità, una bassa potenza specifica che consente di trattare materiali più delicati e una più alta efficienza in quanto con quelle lunghezze d'onda i materiali mostrano una maggiore capacità di assorbimento.

Gli emettitori sono i principali componenti della tecnologia e il principio di funzionamento consiste nel riscaldare un filamento metallico ad una opportuna temperatura attraverso il passaggio di una opportuna corrente elettrica.

Le caratteristiche degli emettitori dipendono dalla frequenza della radiazione emessa.

Gli emettitori ad onda corta e media lavorano a temperature più elevate oltre i 2000 °C e quindi devono essere posti a distanze superiori rispetto agli oggetti trattati. Le densità di potenza arrivano oltre ai 400 kW/m². [20]

Gli emettitori a onda lunga invece lavorando a temperature più basse, che vanno dai 100 °C ai 450 °C, non sono incandescenti e possono essere posizionati in prossimità del prodotto da trattare dando la possibilità di evitare sprechi di energia o di un eccessivo carico termico che potrebbe anche danneggiare il prodotto.

La tecnologia a infrarossi può essere utilizzata con grande efficacia nelle applicazioni quali la verniciatura industriale, la termoformazione e modellazione della plastica, la deumidificazione, l'essiccazione e l'incollaggio di superfici e di etichette.

In ambito industriale questa tecnologia viene utilizzata anche per il riscaldamento mirato delle sole zone destinate alla presenza di persone.

Nei modelli proposti l'utilizzo della tecnologia produce un incremento dei consumi elettrici finali dell'utente, tuttavia comportando un abbassamento in termini di energia primaria (in quanto va a sostituire l'uso di un altro vettore energetico).

Reference

[19] CESI, 2000, ESPLORAZIONE DEI PROCESSI PRODUTTIVI NELL'INDUSTRIA ITALIANA: INDIVIDUAZIONE DELLE ELETTROTECNOLOGIE UTILIZZABILI IN OGNI FASE DI PROCESSO. Rapporto SFR-A0/021458. Pg 56

[20] www.stalam.com/downloaddoc.php?f=all_123_1_LWIR_ITA.pdf&id=123&r=3

[21] Autori vari. 2008. Il riscaldamento a microonde. Principi ed applicazioni. Pitagora Editrice - Bologna

Tec 12 -Riscaldamento tramite sistemi a Microonde

La tecnologia a microonde rientra tra le tecnologie di riscaldamento dielettrico e utilizza il principio del riscaldamento mediante onde elettromagnetiche. Il termine riscaldamento dielettrico viene usato per identificare quelle tecnologie adatte a riscaldare corpi che non sono buoni conduttori di calore. Queste tecnologie effettuano un riscaldamento con una trasmissione di energia e non con una trasmissione di calore. Utilizzare un campo elettromagnetico alternato è il modo migliore per scaldare quei corpi che presentano una cattiva conduzione del calore in quanto il corpo si scalda direttamente dall'interno della materia. In particolare sono definite microonde (MO) le onde elettromagnetiche comprese tra i raggi infrarossi e le onde radio con una lunghezza d'onda che va da 1 mm a 1 m e che operano ad una frequenza che va da 300 Mhz a 300 Ghz (fig. 20).

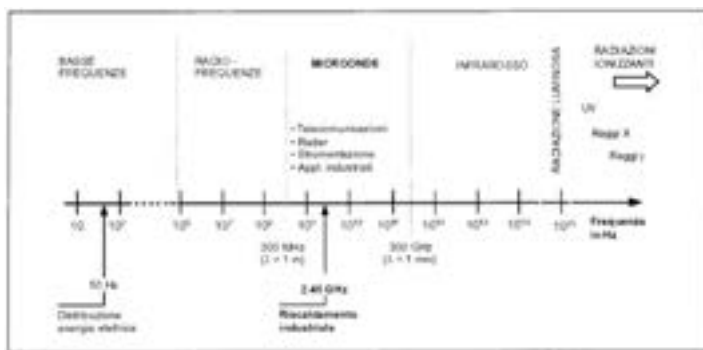


Figura 20: Spettro elettromagnetico [21]

A causa del diffuso impiego delle microonde nel campo delle comunicazioni, sono stati stipulati dei trattati internazionali che fissano le bande permesse per le altre applicazioni. È permesso quindi l'utilizzo, per scopi Industriali, Scientifici e Medici, delle sole frequenze di 433,92 2450 5800 e 24125 MHz che vengono per questo definite frequenze ISM. [22]

I generatori di microonde sono basati sul principio della modulazione di un intenso fascio di elettroni ed i più comunemente usati nelle applicazioni sono il Klystron e il Magnetron.

Il principio di funzionamento del riscaldamento attraverso le microonde si basa sulla perdita dielettrica dovuta al movimento delle molecole dipolari (in particolare quelle dell'acqua) indotto dal campo magnetico alternato (fig. 21). L'attrito intermolecolare dovuto al movimento trasforma in calore parte dell'energia cinetica fornita dal campo applicato. In questo modo si ottiene un riscaldamento uniforme del corpo trattato. In particolare le microonde sono adatte per trattare materiali di modeste dimensioni.

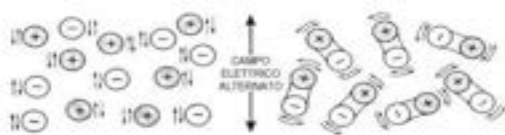


Figura 21: Meccanismo di polarizzazione

Secondo la formula :

$$W_{diss} = 2\pi \cdot f \cdot \varepsilon_0 \varepsilon'' E^2 / 4$$

la potenza dissipata per unità di volume W_{diss} [W/m³] è proporzionale alla frequenza f , al quadrato del campo elettrico E ed al fattore di perdita dielettrica ε'' dei prodotti da trattare/riscaldare.

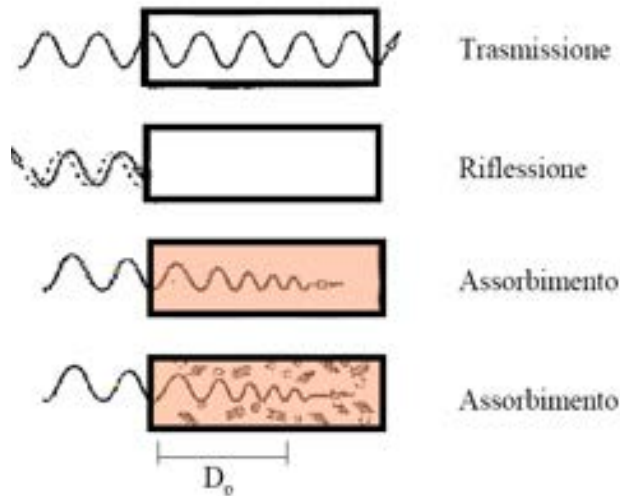


Figura 22: Penetrazione delle onde [21]

Come si vede in fig.22 i materiali possono o trasmettere o riflettere l'onda elettromagnetica. L'effetto termico si ottiene solo nel caso in cui il materiale assorba l'onda, attenuandone la sua intensità. L'attenuazione dipende dalla lunghezza d'onda e dalla tangente di perdita come indicato nelle formule

seguenti :

$$\lambda = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\varepsilon'}} \quad \tan\varphi = \frac{\varepsilon''}{\varepsilon'}$$

Dove λ_0 è la lunghezza d'onda dell'aria e ε' è la costante dielettrica.

La potenza trasmessa per unità di volume è direttamente proporzionale alla frequenza, al quadrato del campo elettrico ed al fattore di perdita dei prodotti da trattare. Inoltre la profondità di penetrazione delle radiazioni è inversamente proporzionale sia alla frequenza, sia al fattore di perdita dei prodotti stessi.

In ambito industriale la tecnologia a microonde ha il vantaggio rispetto ai sistemi tradizionali di riscaldare in maniera rapida, volumetrica e selettiva. Consente inoltre una uniformità di riscaldamento e un livellamento dell'umidità non raggiungibile con altre tecniche.

Viene utilizzata nell'industria alimentare per il tempering degli alimenti con potenze installate che vanno dai 50 ai 100 kW, per la cottura, l'essiccamento, la pastorizzazione e la sterilizzazione.

Nel processo di vulcanizzazione della gomma, consente attraverso un preriscaldamento una riduzione dei tempi di polimerizzazione.

Questa tecnologia viene inoltre utilizzata anche nel settore farmaceutico e nell'industria del legno.

E' da evidenziare comunque che la miglior efficienza energetica si trova dall'accoppiamento della tecnologia a microonde con le tecnologie tradizionali.

Per fare alcuni esempi nel settore del legno per l'essiccamento delle vernici ad acqua si passa da un tempo di trattamento di circa un'ora con sistema tradizionale (ad aria calda) da 15 kW ad un tempo inferiore ad un minuto con un sistema combinato da 3 kW (microonde) + 12 kW (aria calda).

Questa tecnologia produce dunque un aumento di energia elettrica, in quanto si pone come parziale sostituta nell'utilizzo di combustibile, ma in termini di energia primaria comporta tuttavia un beneficio.

Reference

- [21] Autori vari. 2008. Il riscaldamento a microonde. Principi ed applicazioni. - Pitagora Editrice Bologna.
- [22] CESI, 2000, ESPLORAZIONE DEI PROCESSI PRODUTTIVI NELL'INDUSTRIA ITALIANA: INDIVIDUAZIONE DELLE ELETTROTECNOLOGIE UTILIZZABILI IN OGNI FASE DI PROCESSO. Rapporto SFR-A0/021458. Pg 56

1.2 Descrizione dei consumi tipici di settore: identificazione del potenziale impatto delle elettrotecnologie.

Per indagare il ruolo che le tecnologie illustrate possono giocare, in seguito ad una loro più diffusa applicazione nei diversi settori industriali, è necessario partire identificando un modello di stabilimento tipo, per ogni settore, su cui poter avere informazioni in merito alla ripartizione dei consumi elettrici globali su tipologie d'uso, che siano a loro volta passibili di sostituzione con le elettrotecnologie di cui sopra. Per fare questo si è partiti dai modelli che nel 1997 e nel 2002 hanno disegnato la configurazione dell'applicazione dei motori nell'industria: gli studi [23] e [24] e che rappresentano l'unico censimento motori attualmente in circolazione in Italia.

Per ogni settore merceologico (o sottosettore) è stata creata una tabella di sintesi in cui sono riportati i dati di ripartizione dei consumi elettrici su alcune voci/tipologie d'uso appositamente scelte e che provengono da elaborazioni prodotte a partire da audit della società CSE Srl e riportati nello studio del 1997 [23]³.

Per ogni settore e/o sottosettore vengono riportate le percentuali dei consumi elettrici medi di stabilimento destinati ai motori, in funzione della taglia (minore o maggiore di 20 kW). Il globale consumi dei motori è anche suddiviso per tipologia d'uso ossia pompe, ventilatori, compressori freddo, compressori aria, agitatori, processo, movimentazione, altro.

Come esempio dei calcoli svolti, si riporta la Tab. 5 relativa al settore alimentare DA15.51: secondo il modello rappresentante lo stabilimento tipo di settore il 78,13% del consumo totale può ritenersi attribuito ai motori [23]. I consumi sono ulteriormente suddivisi in funzione della classe di potenza: ossia il 60,5 % dei consumi dei motori è attribuito a motori con potenza nominale inferiore ai 20kW, il restante 39,5 % a motori di classe superiore. L'ipotesi qui adottata è che la suddivisione tra classi di potenza rimanga costante sulle diverse tipologie d'uso: ossia per le pompe, che impegnano un 12,9% dei consumi totali, si attribuisce la porzione del 60,5% a sistemi con potenza inferiore a 20 kW (ovvero il 7,8), si allocano invece i restanti 39,5% su sistemi con potenza superiore a 20 kW (ovvero 5,1%). Nelle ultime righe di tabella si riporta il riferimento numerico alla tecnologia sostitutiva (elenco di Tab. 1) che può essere utilizzata. Nello specifico con Tec. A e Tec. B vengono indicate le diverse tecnologie sostitutive qualora se ne possano utilizzare due differenti. Nel caso particolare riportato in Tab. 5 per la voce “pmp”-pompe vi possono essere tra le tecnologie sostitutive, due tecnologie concorrenti: i motori ad alta efficienza e gli inverter. Diversamente per le voci “agitatori” e “processo” si pensa solo ad una tecnologia sostitutiva: i motori ad alta efficienza. Le elaborazioni di Tab. 5 sono state rese possibili grazie ai dati/audit dello studio del 1997 [23] che si riferiscono però solo ai settori DA (alimentare) e DG (chimico).

³ Si è ritenuto di assumere queste percentuali invariate sulle diverse voci per l'anno 2000/2001. Per le proiezioni al 2020 si propone di rivederle attraverso l'utilizzo di un fattore di progressione che verrà definito nel par.2.

Tab.5. Esempio di ripartizione dei consumi nel settore DA 15.51 su tipologie di utilizzo e classi di potenza con riferimento ai dati [23]. Nelle caselle più scure si riporta l'elaborazione prodotta.

DA sub 15.51		pmp	vent	cF	cA	agitatori	processo	movimentazione	altro
	78,13%	12,9%	5,1%	23,5%	9,6%	3,1%	0%	0%	23,9%
< 20 kW	60,5%	7,8%	3,1%	14,2%	5,8%	1,9%	0,0%	0,0%	14,5%
> 20 kW	39,5%	5,1%	2,0%	9,3%	3,8%	1,2%	0,0%	0,0%	9,5%
	tec A	2	3	4	5	1	1	1	1
	tec B	1	1	1	1				

Un esempio di tecnologie concorrenti per i restanti settori viene proposto in Tab. 6, dove si fa riferimento alle elaborazioni dello studio CSE-CESI del 2002 [24]. Per questi settori non è stato possibile partire da un calcolo simile a quello di Tab. 5 poiché le informazioni fornite permettono una differenziazione sui consumi dei motori più specifica di settore.

Ad esempio viene riportata la Tab.6 per il settore DB17. La tabella risulta strutturata come la Tab. 5. È da sottolineare che il procedimento di attribuzione delle percentuali è differente.

Le percentuali riportate nelle caselle centrali della Tab.6 sono state ricavate direttamente dall'elaborazione dei dati dello studio del 2002 [24]. Ad esempio, sulla voce specifica *stampa a macchina* si ricava che l' 11,4% dei consumi sono allocati su motori di potenza minore di 20 kW, mentre e l' 11,1 % dei consumi è destinato a motori di taglie superiori e questo permette di calcolare il consumo totale attribuito alla *stampa a macchina* pari appunto al 22,5%, calcolato come somma dei valori precedentemente indicati. Il valore relativo alla percentuale dei consumi dei motori di potenza inferiore a 20 kW si calcola a questo punto come sommatoria delle percentuali di riga sui diversi usi. Nello specifico, per potenze inferiori ai 20 kW il 2,6 % sulla voce *cucina colori*, l'1,3% sui *pozzi*, il 7,7% sulla *stampa a mano*, l'11,4 % sulla *stampa a macchina*, il 14,2% sul *lavaggio*, il 24% sul *finissaggio* e il 13,3% sull'*asciugatura* compongono il totale la cui somma corrisponde al 74,6%.

Stesso ragionamento viene utilizzato per i motori con potenza superiore ai 20 kW. Questi due subtotali (74,6% e 11,1%) permettono di valutare il globale consumo motori sul totale dei consumi di stabilimento (85,7%).

Tab.6: Esempio di ripartizione dei consumi nel settore DB 17 su tipologie di utilizzo e classi di potenza con riferimento [24]. Nelle caselle più scure si riporta l'elaborazione prodotta.

DB 17		cucina colori	pozzi	stampa a mano	stampa a macchina	lavaggio	vaporiss/ finissaggio	asciugatura
	85,70%	2,6%	1,3%	7,7%	22,5%	14,2%	24,0%	13,3%
<20kW	74,6%	2,6%	1,3%	7,7%	11,4%	14,2%	24,0%	13,3%
>20kW	11,1%	0,0%	0,0%	0,0%	11,1%	0,0%	0,0%	0,0%
	tec A	1	2	1	1	1	11	11
	tec B	3				2	12	12

In questo caso le tecnologie sostitutive concorrenti, ad esempio per la *cucina colori*, sono sia la tecnologia dei motori ad alta efficienza (Tec1) sia quella degli inverter su ventilatori (Tec 3). In modo uguale si può ritenere che per quanto riguarda il *lavaggio* le tecnologie potenzialmente sostituibili siano sia la Tec.1 “motori ad alta efficienza”, sia la Tec.2 “inverter su pompe”

In Tab.7 si riporta, a completamento delle informazioni ricavabili o da tabelle di tipo Tab.5 o da tabelle di tipo Tab.6, una sintesi che rappresenta, per le tecnologie sostitutive caratterizzanti il settore merceologico, il potenziale dei consumi elettrici $E\%_{2001}^{lc}$ (sempre valutato in percentuale per settore) interessati al miglioramento di efficienza. In Tab.7, viene riportato il caso del settore DB 17.

Per potenze inferiori a 20 kW la tecnologia 1 (motori ad alta efficienza) è potenzialmente applicabile al 35,9% dei consumi totali di stabilimento, valore ottenuto come somma delle percentuali riportate in tabella 6, alle quali è stata assegnata la tecnologia 1: ovvero 2,6% per la cucina colori, 7,7% per la stampa a mano, 11,4% per la stampa a macchina e 14,2% per il lavaggio.

Per motori di potenza superiore a 20 kW la tecnologia 1 è applicabile ad una quota di consumi pari all'11,1 % che deriva dalla somma delle percentuali 0% per la cucina colori, 0% per la stampa a mano, 11,1% per la stampa a macchina e 0% per il lavaggio. Nello stesso modo sono calcolati i valori relativi a tutte le tecnologie sostitutive che interessano il settore analizzato.

Tab.7: Consumi di settore (in %) su cui si possono applicare le singole elettrotecnologie per classe di potenza.

DB 17		
	<20kW	>20kW
tec 1	35,9%	11,1%
tec 2	15,5%	0,0%
tec 3	2,6%	0,0%
tec 11	37,3%	0,0%
tec 12	37,3%	0,0%

In allegato A si riportano le tabelle di tipo Tab.5, Tab.6 e Tab.7 relative ad ogni singolo settore analizzato. A questo punto per ogni settore sotto indagine sono state definite, tra le tecnologie sostitutive, quali troverebbero applicazione e quale percentuale dei consumi di stabilimento potrebbero interessare.

La matrice topologica riportata in Tab.8a e 8b contiene una valutazione di tipo qualitativo circa il livello attuale e la potenziale applicabilità futura delle tecnologie sostitutive nei settori analizzati.

Nella parte superiore sono riportate le singole tecnologie analizzate che risultano trasversali per i vari settori. Nella prima riga viene riportato il numero identificativo della tecnologia (come da elenco in Tab.1) mentre nella seconda riga viene specificata la tecnologia per esteso. Per ogni tecnologia viene proposta

una percentuale di risparmio medio per le classi di potenza maggiore o minore di 20 kW, così come proposto nel par. 1.1.

In particolare per la tec1 si ipotizza un risparmio del 2% per potenze minori di 20 kW e un risparmio dell'1% per potenze superiori. In prima ipotesi questi valori sono stati ritenuti costanti, indipendentemente dai settori su cui troverebbero applicazione e questo studio si è orientato su tale adozione nei calcoli prodotti. Tuttavia, sempre nella matrice topologica (di Tab. 8a e 8b) si trova l'indicazione in merito alla tipologia di lavorazione attraverso l'indicazione dei turni mediamente lavorati dal settore: questo potrà permettere in futuro, anche in seguito ad un aggiornamento degli audit di settore, che per questa volta non è stato previsto, di differenziare la percentuale qui univocamente proposta in funzione di questa addizionale informazione.

Quindi riassumendo: mentre per la tec.2 si ipotizza un risparmio del 25% per tutti i range di potenza, per la tec.5, inverter su compressori di aria, si ipotizza un risparmio del 20% ma solo per potenze superiori ai 20 kW. Per potenze inferiori non viene indicato nulla in quanto si ipotizza che per quella taglia di potenza il risparmio possa essere ritenuto irrisorio. Sui brushless, viceversa, il risparmio è stato considerato solo per motori di classe più bassa.

A partire da questi riferimenti la tabella topologica sintetizza a livello qualitativo la penetrazione delle tecnologie e la loro potenzialità al 2020 nei vari settori, indicandone la stima sul livello attuale e quella sull'applicabilità futura.

Il livello di penetrazione viene indicato facendo riferimento ad "x" (da 0 a un massimo di 4).

In particolare per il settore DA15.5 alimentare-caseario per potenze minori di 20 kW si ipotizza per la *tec.1* un livello di applicazione attuale medio-basso pari a "x" che indica una percentuale stimabile tra 0% e 25% e un'applicabilità potenziale pari a "xx" che indica una percentuale tra il 25% e il 50%. Lo stesso è stato ipotizzato per potenze superiori.

Per lo stesso settore, per quanto riguarda la *tec.2* per potenze minori di 20 kW si ipotizza un livello attuale trascurabile mentre si ipotizza un'applicabilità della tecnologia pari a "x" (0%-25%). Per potenze maggiori di 20 kW si ipotizza un livello di applicazione che potrebbe arrivare fino al 50%.

Queste assunzioni determinano gli scenari di minimo e massimo impatto del paragrafo 3.

Tab 8a: Matrice topologica del settore industriale (tec 1-5).

		1				2				3				4				5			
Tecnologie ►	turni	Motori alta efficienza				INVERTER SU POMPE				INVERTER SU VENTILATORI				INVERTER SU COMPRESSORI FREDDO				INVERTER SU COMPRESSORI ARIA			
% risparmi ►		2%		1,00%		25%		25%		20%		20%		20%		20%		20%			
classe di potenza ►		<20 kW		>=20 kW		<20 kW		>=20 kW		<20 kW		>=20 kW		<20 kW		>=20 kW		<20 kW		>=20 kW	
Penetrazione presente/Potenzialità al 2020 ►		Livello Attuale	applicabilità	Livello Attuale	applicabilità	Livello Attuale	applicabilità	Livello Attuale	applicabilità	Livello Attuale	applicabilità	Livello Attuale	applicabilità	Livello Attuale	applicabilità	Livello Attuale	applicabilità	Livello Attuale	applicabilità	Livello Attuale	applicabilità
Settori ▼																					
alimentare-caseario	3	x	xx	x	xx		x		xx			x		xxx		xx	-		x	x	
alimentare-conserve	3	x	xx	x	xx	x	xxx	x	xx			xx		xx		xx	-		x	x	
alimentare-dolciario	3	x	xx	x	xx	x	xx	x	xx	x	xx	xx		x		xx	-		x	xx	
tessile tessitura	3	x	xx	x	xx	x	xx	x	xx					-		-	-		x	x	
tessile finissaggio	2	x	x	x	x	x	xx	x	xx					-		-	-		x	x	
meccanica	1	x	xx	x	xxx	x	x	x	x		xx	xx		-		-	-	xx	x	xxx	
lavorazione Mat.PI.	3	x	xx	x	xxx	x	xx	x	xx		xx	xx		-		-	-	xx	x	xxx	
legno (pannelli)	2	x	xx	x	xx									-		-	-	xx	x	xx	
siderurgico	3	x	xx	x	xxx	x	x	x	x	x	xx	x	xx	-		-	-		x	x	
metalli non ferrosi	3	x	x	x	x									-		-	-	xx	x	x	
chimica farmaceutica	2	x	xx	x	xx	xx	xxx	xx	xxx	x	xx	x	xx		x	xx	-		x	xx	
chimica di base	3	x	xx	x	xx	xx	xxx	xx	xxx	x	xx	x	xx		x	xx	-		x	xx	
ceramica	3	x	xx	x	xx	x	xx	x	xx					-	-	-	-		x	xx	
vetro	3	x	xx	x	xxx	x	xx	x	xx	x	xx	x	xx	-	-	-	-	xx	x	xx	
laterizi	3	x	xx	x	xx	x	x	x	x	x	xxxx	x	xxx	-	-	-	-	-	-	-	
cemento	3	x	xx	x	xx	xx	xxx	xx	xxx	xx	xxxx			-	-	-	-	-	x	x	
manufatti cemento	2	x	xx	x	xx	x	xx	x	xx					-	-	-	-	xx	x	x	
cartario-pulp	2	x	xx	x	xxx	xx	xxx	xx	xxx	x	xx	x	xxx	-	-	-	-	-	-	x	
cartario-cartotecnico	2	x	xx	x	xxx	x	xx	x	xx					-	-	-	-	-	-	x	
acquedotti	3	x	xxx	x	xxx	x	xxx	x	xxx	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
petrolchimico	3	x	xx	x	xxx	xx	xxx	xx	xxx	x	xxx	xx	xxx	-	-	-	-	-	x	xx	
produzione energia	3	x	xx	x	xx	x	xxx	x	xxx	x	xxx	xx	xxx	-	-	-	-	-	x	xx	

Tab 8b: Matrice topologica del settore industriale (tec 7-12)

		7				8				9				10				11				12			
Tecnologie ►	turni	BRUSHLESS PICCOLA POTENZA				POMPE DI CALORE AC/AC				POMPE DI CALORE AR/AR				MVR				IR				MW			
% risparmi ►		10%		>=20 kW		10%		15%		5%		10%		<20 kW		>=20 kW		<20 kW		>=20 kW		<20 kW		>=20 kW	
classe di potenza ►		<20 kW		>=20 kW		<20 kW		>=20 kW		<20 kW		>=20 kW		<20 kW		>=20 kW		<20 kW		>=20 kW		<20 kW		>=20 kW	
Penetrazione presente/Potenzialità al 2020 ►		Livello Attuale	Applicabilità	Livello Attuale	Applicabilità	Livello Attuale	Applicabilità	Livello Attuale	Applicabilità	Livello Attuale	Applicabilità	Livello Attuale	Applicabilità	Livello Attuale	Applicabilità	Livello Attuale	Applicabilità	Livello Attuale	Applicabilità	Livello Attuale	Applicabilità	Livello Attuale	Applicabilità	Livello Attuale	Applicabilità
Settori ▼																									
alimentare-caseario	3			-	-	-	X	-	XX	-	X		X	-	-	X	XX	-	-	X	-	-	-	-	-
alimentare-conserva	3						X		XX	-	-		X	-	-	X	XXX	-	-		-	-	-	-	-
alimentare-dolciario	3		X	-	-		X		XX	-	X		X	-	-	-	-	-	-	X	X	XX	X	XX	XX
tessile tessitura	3		X	-	-		X		X	-	-		X	-	-	-	-	-	-	X		X	-	X	X
tessile finissaggio	2		X	-	-		-		X	-	-		X	-	-	-	-	-	-	-		X	-	X	X
meccanica	1		X	-	-		-		-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	X		-	-	X	X
lavorazione Mat.PI.	3																								
legno (pannelli)	2		X	-	-		-		-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	X		X		X	X
siderurgico	3			-	-		-		-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
metalli non ferrosi	3																								
chimica farmaceutica	2		X	-	-		X		XX	-	X		X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
chimica di base	3		X	-	-		X		XX	-	X		X	-	-	-	X	-	-	-	-	X	-	X	X
ceramica	3												X				X	-	-	X	-	X	-	X	X
vetro	3			-	-		-		-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
laterizi	3	-	X	-	-		-		-	-	-		X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X
cemento	3	-	-	-	-		-		-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
manufatti cemento	2	-	-	-	-		-		-	-	-		X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
cartario-pulp	2	-	X	-	-		-		-	-	-		-	-	-	X	XX	-	-	-	X	-	X	-	X
cartario-cartotecnico	2	-	X	-	-		-		-	-	-		-	-	-	-	X	-	-	X	-	X	-	X	X
acquedotti	3	-	-	-	-		-		-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
petrolchimico	3	-	-	-	-		-		-	-	-		-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
produzione energia	3	-	-	-	-		-		-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

2. Composizione dei risultati ed analisi della scheda descrittiva

In questo paragrafo vengono analizzate le 11 tecnologie identificate e si illustra come ne è stata tradotta la loro applicazione ad ogni singolo settore merceologico: si descrive la metodologia impiegata, attraverso l'ausilio in una scheda tipo.

In questa scheda l'impatto delle tecnologie in termini di valutazione del risparmio/benefici ambientali, ottenibili al 2020 secondo uno scenario di piena penetrazione viene calcolato a partire da dati noti e da informazioni elaborate secondo le ipotesi che compongono lo scenario stesso.

Dunque il primo passo riguarda una potenziale proiezione dei consumi di settore al 2020, in condizioni di "business as usual" (BAU). Per fare questo si è ripresa la metodologia di [24] che già aveva prodotto una prima proiezione dei consumi elettrici di alcuni settori merceologici, sebbene in forma più aggregata di quanto scelto per questo studio, al 2010, riportando anche stime sull'indice statistico utilizzato (numero unità locali).

L'evoluzione viene analizzata considerando per gli anni 1991, 1996, 2000, 2001, 2005, 2007 e 2020 i 4 dati statistici su: (i) numero totale imprese; (ii) numero totale di unità locali; (iii) numero totale addetti; (iv) energia elettrica consumata. Per l'energia elettrica i dati di partenza sono, fino al 2007, sempre quelli di Terna che vengono opportunamente elaborati.

L'analisi riprende la metodologia del lavoro citato sopra per gli anni 1991-1996-2000 [24] e viene estesa agli anni successivi. Nel periodo di redazione del rapporto ancora non si disponeva dei risultati provenienti dal censimento 2001 e le informazioni per l'anno 2000, su numero di unità locali e numero di addetti, erano state valutate come risultato di una tendenza lineare tra gli anni 1991-1996, riportata al 2000 e successivi.

In questo lavoro, invece, si fa riferimento per il 2001 direttamente ai dati del censimento generale dell'industria, relativi al numero totale delle imprese, delle unità locali e del numero di addetti.

Per l'anno 2005 si sono utilizzati i dati relativi al censimento intermedio ASIA, che riporta però solo il numero di unità locali e il numero di addetti per ogni settore.

Per l'anno 2007 sono dunque stati considerati i dati relativi al numero di unità locali e al numero di addetti valutati come risultato di una tendenza lineare tra gli anni 2001-2005.

Per l'anno 2020 si sono valutate le proiezioni sui consumi di energia elettrica e sul numero delle unità locali. I dati riportati per l'anno 2020 sono stati calcolati come media delle tendenze lineari negli anni 1991/2001 e 2001/2007, riportate al 2020.

$$E^{2020} = \frac{(E_{1991/2001}^{2020} + E_{2001/2007}^{2020})}{2} \quad \text{eq.1}$$

$$UL^{2020} = \frac{(UL_{1991/2001}^{2020} + UL_{2001/2007}^{2020})}{2} \quad \text{eq.2}$$

dove:

E^{2020} è l'energia stimata al 2020

$E_{1991/2001}^{2020}$ è l'energia stimata al 2020, calcolata come tendenza lineare del periodo 1991-2001

$E_{2001/2007}^{2020}$ è l'energia stimata al 2020, calcolata come tendenza lineare del periodo 2001-2007

UL^{2020} è la stima di unità locali, calcolata per il 2020

$UL_{1991/2001}^{2020}$ è la stima delle unità locali, calcolata come tendenza lineare del periodo 1991-2001

$UL_{2001/2007}^{2020}$ è il numero delle unità locali, calcolata come tendenza lineare del periodo 2001-2007

In modo concorde a quanto fatto nello studio [24], per ogni anno viene proposto un fattore di progressione $p_{j,k}$, che servirà a proiettare al 2020 la percentuale dei consumi attribuiti ai motori elettrici nei diversi settori nelle due taglie considerate, così come illustrato nel paragrafo precedente.

Questo avviene diversamente da quanto prodotto nello studio [24], dove invece era stato adottato per proiettare al 2010 il numero dei motori del censimento del 1997.

Nel periodo dal 1991 al 2007 il fattore di progressione viene valutato in base ai dati sulle unità locali, secondo la logica rappresentata in Fig.23: se il rapporto delle unità locali negli anni considerati è maggiore del 100% allora il fattore di progressione è valutato come l'incremento delle unità locali altrimenti viene considerato pari a zero.

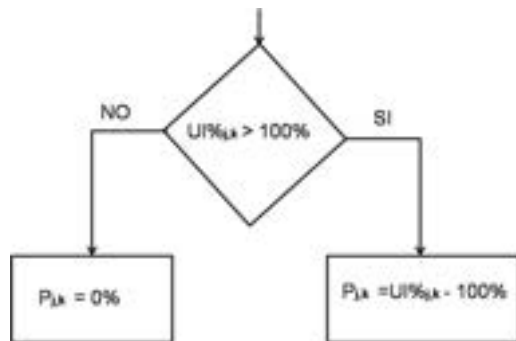


Fig 23 Schema per la valutazione del fattore di progressione per gli anni 1991-2007

dove:

$UI\%_{j,k}$ è il rapporto del numero delle unità locali negli anni j e k ($k=2007$, $j=1991$), ovvero :

$$UI\%_{j,k} = (UI_k/UI_j) \cdot 100 \quad \text{eq.3}$$

Per l'anno 2020 il fattore di progressione viene valutato più conservativamente sulla base di una doppia verifica, ovvero sia sull'incremento delle unità locali sia sull'incremento dell'energia, secondo la logica riportata in Fig.24: se il rapporto delle unità locali negli anni considerati è inferiore al 100% il fattore di progressione è valutato pari a zero, in caso contrario si controlla il rapporto dei consumi di energia negli stessi anni. Se il rapporto sui consumi di energia è minore del 100% il fattore di progressione è valutato pari a zero, altrimenti viene considerato il minimo tra l'incremento del numero delle unità locali e l'incremento dell'energia consumata.

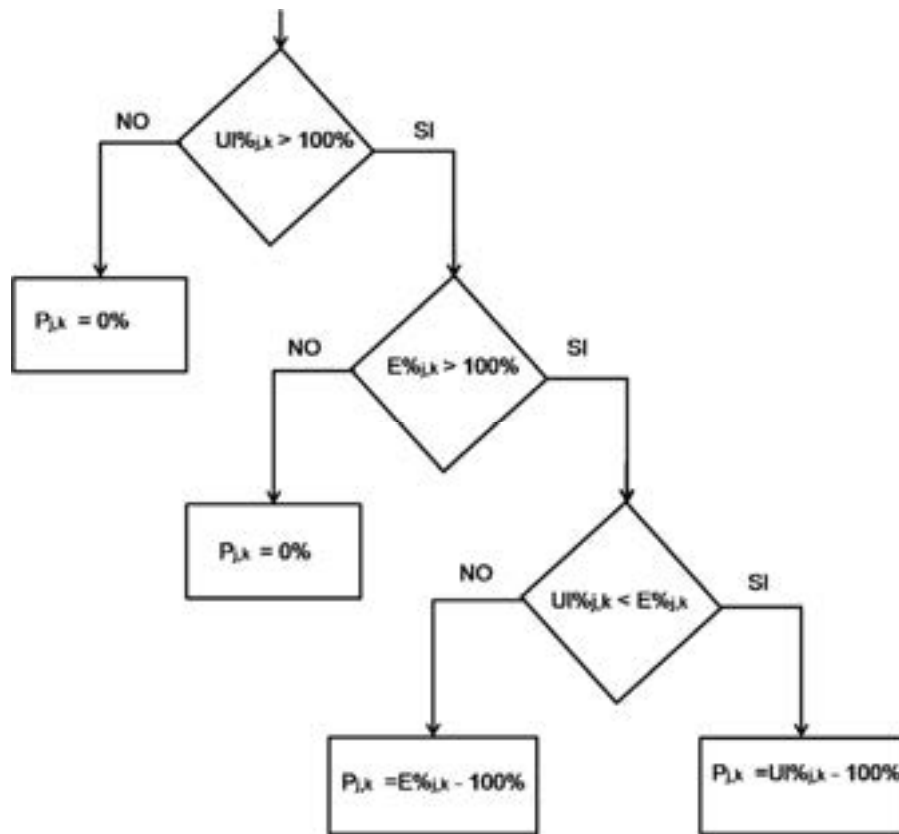


Fig 24 Schema per la valutazione del fattore di progressione all'anno 2020

dove:

$UI\%_{j,k}$ è il rapporto del numero delle unità locali negli anni j e k ovvero

$$UI\%_{j,k} = (UI_k/UI_j) 100 \quad \text{eq.4}$$

$E\%_{j,k}$ è il rapporto dell'energia consumata negli anni j e k ovvero

$$E\%_{j,k} = (E_k/E_j) 100 \quad \text{eq.5}$$

A partire dai dati del 1991, 2001 e 2005 e dai consumi del 2007, si ricavano tutte le elaborazioni di Tab. 9 riguardanti i rapporti percentuali 2001/1991, 2005/2001, le proiezioni mancanti al 2007 e, di conseguenza, i rapporti percentuali 2007/2001, per arrivare infine alle ipotesi su numero unità locali, consumi al 2020 (secondo metodologia illustrata nelle fig.23 ed equazioni 1-2), rapporti percentuali 2020/2001 e fattore di progressione (Tab. 9 ultima colonna, cella scura).

Considerando i dati relativi al settore DA, riportati in Tab. 9, all'anno 2020 rispetto all'anno 2001 (ultima colonna) si calcola un indice percentuale sulle unità locali pari al 123,2%. Essendo maggiore del 100% si considera l'indice percentuale sull'energia consumata che è pari al 144,3%. Essendo anche questo maggiore del 100% viene confrontato con l'indice percentuale delle unità locali. Essendo l'indice percentuale delle unità locali minore dell'indice percentuale sull'energia consumata ($123,3\% < 144,3\%$) il fattore di progressione (2001/2020) per questo settore viene considerato pari al 23,3%.

Per il settore DB invece essendo l'indice percentuale sulle unità locali pari al 38,6% minore del 100% il fattore di progressione risulta 0%.

Questo indice viene ripreso nelle tabelle tipo 10a o 10b e servirà nelle tabelle tipo 11.

Tab. 9. Scheda sulle proiezioni al 2020 nei macrosettori di [24]

codice	attività		2001/1991	2001	2005	2005/2001	2007	2007/2001	2020	2020/2001
DA	alimentare			1.403.051	1.494.720		1.540.555		1.728.176	
	<i>totale imprese</i>	<i>numero</i>	108,1%	67.013		0,0%				0,0%
	<i>totale unità locali</i>	<i>numero</i>	108,8%	73.849	78.674	106,5%	81.087	109,8%	90.962	123,2%
	<i>totale addetti</i>	<i>numero</i>	93,7%	455.135	462.075	101,5%	465.545	102,3%		0,0%
	<i>energia</i>	<i>GWh</i>	154,9%	12.043	13.005	108,0%	12.855	106,7%	17.382	144,3%
	<i>fattore progressione</i>		8,8%			6,5%		9,8%		23,2%
DB	tessile/abbigliamento			1.976.351	1.976.351		1.976.351		1.976.351	
	<i>totale imprese</i>	<i>numero</i>	72,6%	73.344		0,0%				0,0%
	<i>totale unità locali</i>	<i>numero</i>	74,3%	78.361	68.924	88,0%	64.206	81,9%	30.245	38,6%
	<i>totale addetti</i>	<i>numero</i>	73,8%	609.629	490.009	80,4%	430.199	70,6%		0,0%
	<i>energia</i>	<i>GWh</i>	117,3%	10.129	7.798	77,0%	7.124	70,3%	6.794	67,1%
	<i>fattore progressione</i>		0,0%			0,0%		0,0%		0,0%
DD	legno			831.670	831.670		831.670		831.670	
	<i>totale imprese</i>	<i>numero</i>	85,8%	47.812		0,0%				0,0%
	<i>totale unità locali</i>	<i>numero</i>	87,2%	50.250	45.677	90,9%	43.391	86,3%	32.390	64,5%
	<i>totale addetti</i>	<i>numero</i>	96,0%	178.985	170.672	95,4%	166.516	93,0%		0,0%
	<i>energia</i>	<i>GWh</i>	142,2%	4.200	4.373	104,1%	4.456	106,1%	5.788	137,8%
	<i>fattore progressione</i>		0,0%			0,0%		0,0%		0,0%
DE	fabbricazione carta			441.606	451.237		456.053		495.706	
	<i>totale imprese</i>	<i>numero</i>	107,4%	31.464						
	<i>totale unità locali</i>	<i>numero</i>	108,0%	34.341	35.090	102,2%	35.465	103,3%	38.548	112,3%
	<i>totale addetti</i>	<i>numero</i>	90,6%	258.823	245.383	94,8%	238.663	92,2%		
	<i>energia</i>	<i>GWh</i>	138,9%	10.257	10.939	106,7%	10.649	103,8%	13.604	132,6%
	<i>fattore progressione</i>		8,0%			2,2%		3,3%		12,3%
DF	fabbricazione coke			52.057	52.057		52.057		52.057	
	<i>totale imprese</i>	<i>numero</i>	86,9%	424		0,0%				0,0%
	<i>totale unità locali</i>	<i>numero</i>	90,8%	913	800	87,6%	744	81,4%	712	78,0%
	<i>totale addetti</i>	<i>numero</i>	81,7%	24.780	20.197	81,5%	17.906	72,3%		0,0%
	<i>energia</i>	<i>GWh</i>	183,5%	5.950	6.482	109,0%	6.378	107,2%	9.200	154,6%
	<i>fattore progressione</i>		0,0%			0,0%		0,0%		0,0%

Accordo di Programma MSE-ENEA:

Ricognizione sulle tecnologie elettriche nelle applicazioni industriali e del terziario

DG	prodotti chimici			654.490	665.764		671.401		654.490	
	<i>totale imprese</i>	<i>numero</i>	108,2%	5.904		0,0%				0,0%
	<i>totale unità locali</i>	<i>numero</i>	107,7%	7.721	7.854	101,7%	7.921	102,6%	8.560	110,9%
	<i>totale addetti</i>	<i>numero</i>	83,6%	206.719	193.159	93,4%	186.380	90,2%		0,0%
	<i>energia</i>	<i>GWh</i>	117,9%	21.223	19.015	89,6%	18.192	85,7%	19.485	91,8%
	<i>fattore progressione</i>		7,7%			1,7%		2,6%		0,0%
DH	gomma/plastica			762.401	765.680		767.319		859.699	
	<i>totale imprese</i>	<i>numero</i>	110,2%	13.412		0,0%				0,0%
	<i>totale unità locali</i>	<i>numero</i>	114,1%	15.115	15.180	100,4%	15.213	100,6%	17.044	112,8%
	<i>totale addetti</i>	<i>numero</i>	119,5%	218.299	206.752	94,7%	200.978	92,1%		0,0%
	<i>energia</i>	<i>GWh</i>	139,5%	8.952	9.436	105,4%	10.387	116,0%	13.634	152,3%
	<i>fattore progressione</i>		14,1%			0,4%		0,6%		12,8%
DI	minerali non metalliferi			854.895	865.287		870.483		924.382	
	<i>totale imprese</i>	<i>numero</i>	105,7%	26.796		0,0%				0,0%
	<i>totale unità locali</i>	<i>numero</i>	105,8%	31.177	31.556	101,2%	31.746	101,8%	33.711	108,1%
	<i>totale addetti</i>	<i>numero</i>	91,8%	253.541	247.482	97,6%	244.453	96,4%		0,0%
	<i>energia</i>	<i>GWh</i>	105,6%	12.213	14.024	114,8%	14.152	115,9%	15.898	130,2%
	<i>fattore progressione</i>		5,8%			1,2%		1,8%		8,1%
DJ	metallo/prodotti metallo			1.718.075	1.829.134		1.884.663		1.887.751	
	<i>totale imprese</i>	<i>numero</i>	108,5%	99.170		0,0%				0,0%
	<i>totale unità locali</i>	<i>numero</i>	110,5%	106.279	113.149	106,5%	116.584	109,7%	132.171	124,4%
	<i>totale addetti</i>	<i>numero</i>	106,8%	833.993	840.674	100,8%	844.015	101,2%		0,0%
	<i>energia</i>	<i>GWh</i>	106,6%	26.558	26.030	98,0%	27.229	102,5%	29.181	109,9%
	<i>fattore progressione</i>		10,5%			6,5%		9,7%		9,9%
DK	fabbricazione macchine			2.252.095	2.321.914		2.356.824		2.860.534	
	<i>totale imprese</i>	<i>numero</i>	125,4%	42.235		0,0%				0,0%
	<i>totale unità locali</i>	<i>numero</i>	126,1%	46.481	47.922	103,1%	48.643	104,7%	59.039	127,0%
	<i>totale addetti</i>	<i>numero</i>	110,9%	602.139	561.366	93,2%	540.979	89,8%		0,0%
	<i>energia</i>	<i>GWh</i>	145,3%	20.840	23.550	113,0%	23.802	114,2%	31.704	152,1%
	<i>fattore progressione</i>		26,1%			3,1%		4,7%		27,0%

2.1 Scheda specifica di tecnologia.

Per ogni settore industriale è stata creata una scheda descrittiva che analizza l'impatto delle 11 tecnologie (non tutte naturalmente saranno di potenziale interesse per uno specifico settore) sui risparmi ottenibili valutati al 2020. La scheda è formata da una parte generale specifica del settore (parte tipo Tab.10a o 10b) e schede specifiche per ogni tecnologia che in quel settore trova applicazione (schede tipo Tab.11).

In Tab.10a e Tab.11 si riportano degli esempi esplicativi della scheda specifica di tecnologia riferiti al settore tessile DB.

Tab. 10a: Parte generale della scheda descrittiva. Settore tessile DB.

DATI SUL SETTORE	DB	Tessile			
sub		17			
sub		18			
		2001	2005	2020	
		en elettrica	en elettrica	en elettrica	
		consumata	consumata	consumata	
		GWh/a	GWh/a	GWh/a	
					% sul totale 2001 consumato
					% sul totale 2005 consumato
DB tessile		10.129	7.798	6.794	
17- industrie tessili		9.165	6915	6024	90%
18 - art. di abbigliamento;		965,6	883,5	770	10%
		10.130	7798	6794	
fonte		tema	tema	stima	
Fattore di progressione 2001/2020			0%		

Tab. 10b: Parte generale della scheda descrittiva. Settore alimentare DA

DATI SUL SETTORE	DA	Alimentare			
sub		15			
		2001	2005	2020	
		en elettrica	en elettrica	en elettrica	
		consumata	consumata	consumata	
		GWh/a	GWh/a	GWh/a	
					% sul totale 2001 consumato
					% sul totale 2005 consumato
15 - Industrie alimentari e delle bevande		12.044	13004,5	17382	100%
15.5 alimentare-caseario		1.454	1.570	2.098	12%
15.9 alimentare -bevande		1.002	1.082	1.446	8%
15.3 alimentare-conserve		802	866	1.158	7%
15.81 alimentare-dolciario		5.865	6.333	8.465	49%
		12.044	13004,5	17382	
fonte		tema	tema	stima	
Fattore di progressione 2001/2020			23%		

Nella parte generale della scheda vengono riportati il nome e il codice (e il/i sottocodice/i) del settore. Si considerano i consumi elettrici degli anni 2001 e 2005 con riferimento ai dati eventualmente elaborati da

fonte TERNA, mentre per l'anno 2020 vengono utilizzati i dati risultanti dalla proiezione al 2020, così come riportati nella tabella 9. Per gli anni 2001 e 2005 viene riportata anche la percentuale dei consumi dei singoli sottosettori, riferita al consumo totale dell'intero settore (dato Terna), utilizzata per attribuire i consumi di sotto-settore nell'anno 2020, calcolati come:

$$E_{sottosettore}^{2020} = E_{settore}^{2020} \cdot E_{sottosettore}^{2005} \quad \text{eq.6}$$

dove:

$E_{sottosettore}^{2020}$ è l'energia stimata al 2020 nel sottosettore considerato

$E_{settore}^{2020}$ è l'energia stimata al 2020 dall'intero settore considerato (da eq.1)

$E_{sottosettore}^{2005}$ è la percentuale ottenuta dal rapporto tra i consumi del sottosettore al 2005 e i consumi dell'intero settore considerato sempre al 2005.

Nei casi in cui si faccia riferimento a sottosettori più specifici, come per il settore DA riportato in Tab. 10b, non essendo disponibile da TERNA un dato sui consumi di tali sottosettori, questi sono stati valutati considerando e mantenendo la proporzione derivante dalla percentuale degli addetti impiegati nel sottosettore valutata a partire dai dati del censimento generale ISTAT relativo al 2001 (e ASIA del 2005), secondo la formulazione:

$$E_{sottosettore}^{2001} = \frac{n.add_{sottosettore}^{2001}}{n.add_{settore}^{2001}} \cdot E_{settore}^{2001} \quad \text{eq.7}$$

dove:

$n.add_{sottosettore}^{2001}$ è il numero di addetti del sottosettore(fonte Censimento generale dell'industria ..., ISTAT 2001)

$n.add_{settore}^{2001}$ è il numero di addetti del settore(fonte Censimento generale dell'industria ..., ISTAT 2001)

Nella scheda, tra i dati relativi al settore analizzato, viene inoltre riportato il fattore di progressione $p_{j,k}$ dal 2001 al 2020 descritto precedentemente.

In particolare per quanto riguarda il settore DB (Tab.10a) si fa riferimento ai sottosettori 17 “industrie tessili” e 18 “confezione di articoli di abbigliamento”. Si riportano i dati relativi ai consumi dell'intero comparto che sono per il 2001: 10129 GWh/a, per il 2005: 7798 GWh/a (fonte TERNA), mentre per il 2020 (stima): 6794 GWh/a (elaborazioni da Tab.9). Considerando il sottosettore 17 ed il suo numero di

addetti censiti al tale anno, gli si attribuisce un consumo per il 2001 pari a 9165 GWh/a, per il 2005 un consumo pari a 6915 GWh/a mentre per il 2020 si attribuisce un consumo pari a 6024 GWh/a valutato secondo la eq.6 ovvero:

$$6024 = 6794 \cdot 0,89$$

dove:

$$E_{\text{sottosettore}}^{2020} \quad 6\,024 \text{ GWh/a}$$

$$E_{\text{DB}}^{2020} \quad 6\,794 \text{ GWh/a}$$

$$E_{\text{DB17}}^{2005} \quad 89\% (0,89=6\,915/7\,798)$$

Per il comparto merceologico DA (Tab.10b) si fa riferimento a settori più specifici e il sottosettore alimentare DA 15 viene a sua volta suddiviso in:

DA 15.5 caseario

DA 15.3 conserve

DA 15.81 dolciario

L'attribuzione dell'energia consumata dal sottosettore per gli anni 2001 e 2005 viene quindi calcolata secondo l'eq.7 e per il sottosettore 15.5 è pari a 1454 GWh/a per il 2001 e pari a 1570 GWh/a per il 2005. Il valore attribuito per l'anno 2020 è calcolato secondo l'eq.6 e per il sottosettore 15.5 è pari a 2098 GWh/a ovvero:

$$2098 = 17382 \cdot 0,12$$

dove:

$$E_{\text{DA15.5}}^{2020} \quad 2\,098 \text{ GWh/a}$$

$$E_{\text{DA}}^{2020} \quad 17\,382 \text{ GWh/a}$$

$$E_{\text{DA15.5}}^{2005} \quad 12\% (0,12=1\,570/13\,004)$$

A seguito dei dati generali del settore viene analizzato l'impatto delle singole tecnologie con l'ausilio di una scheda descrittiva di tecnologia. Come esempio viene riportata in tabella 11 la scheda relativa al settore DB e alla Tecnologia 1 *motori ad alta efficienza*, che si ricava a partire dalle Tabelle tipo 5 o 6, selezionando (ossia sommando) opportunamente le voci che possono essere interessate alla sostituzione/applicazione della tecnologia in esame (elaborazione di Tab. 7).

Tab.11: Parte specifica di tecnologia della scheda descrittiva. Tecnologia 1. Settore tessile DB.

TEC1				60,29
		2001		Risparmio GWh
		<20kW	>20 kW	
17- industrie tessili		35,95%	11,09%	49,987
18 - Confezione di articoli di abbigliamento;		56,47%	20,96%	10,307
	min TEC 1	2%	1%	
	max TEC 1	2%	1%	
	valore risparmio applicato	2,00%	1,00%	

Nella prima riga in alto a sinistra viene indicata la tecnologia da applicare e, sempre sulla stessa riga sulla destra in corrispondenza alla voce “risparmio GWh”, l'energia elettrica risparmiabile al 2020 con l'applicazione esclusiva della tecnologia TEC1. Nel caso-esempio di Tab 11 si analizza la TEC 1 (motori ad alta efficienza) che applicata al settore DB potrebbe produrre un risparmio massimo di 60,29 GWh, calcolato come somma dei risparmi specifici di sottosettore 49,9 GWh per il sottosettore 17 e 10,31 GWh per il sottosettore 18. Questo valore rappresenta la massima energia risparmiabile se in tutti gli ambiti identificati nelle Tab. tipo 5 o 6 si sostituissero motori ad alta efficienza.

Nella parte descrittiva di sinistra sono indicati i sottosettori presi in considerazione. Per ogni sottosettore viene riportata la percentuale di energia elettrica consumata dai servizi ai quali può essere applicata la tecnologia. I dati, riferiti all'anno 2001 e divisi per taglie di potenza maggiori o minori di 20 kW, sono quelli elaborati e riassunti nelle tabelle che riportano le percentuali dei consumi di settore ai quali è possibile applicare la tecnologia (ossia Tab.7, elaborazione delle tabelle tipo 5 e 6). In particolare nell'esempio di Tab. 11 le percentuali 35,95% e 11,09 % riferite al settore DB 17 sono quelle calcolate e riportate in Tab 7. Le percentuali all'anno 2020 sono state valutate come prodotto delle percentuali all'anno 2001 e del fattore di progressione $p_{2001/2020}$ già descritto precedentemente. Il tutto è riprodotto considerando le taglie dei motori coinvolti.

$$E_{2020}^{ic} = E_{2001}^{ic} \cdot (1 + p_{2001/2020}) \quad \text{eq.8}$$

dove:

E_{2020}^{ic} è la percentuale sui consumi di stabilimento che potrebbero essere interessati alla sostituzione/applicazione della specifica tecnologia, all'anno 2020

E_{2001}^{ic} è la percentuale dei consumi di stabilimento sulla voce specifica (ossia il tipo di utilizzo) all'anno 2001 (dedotto da Tab.7)

$p_{2001/2020}$ è il fattore di progressione dal 2001 al 2020 del settore/sottosettore considerato

Nella parte inferiore vengono riportate le percentuali di minimo e massimo risparmio, per fasce di potenza, che si ipotizza di poter ottenere dall'utilizzo della tecnologia scelta. Per le due fasce di potenza viene inoltre indicato il valore di risparmio applicato che è stato scelto in prima analisi uguale al minimo risparmio ottenibile: nell'esempio di Tab.11 risulta pari a 2% per potenze inferiori ai 20 kW e 1% per potenze superiori.

Nell'ultima colonna di destra vengono valutati i risparmi, in termini di energia, attribuibili all'applicazione della tecnologia nel singolo sottosettore, calcolati come il prodotto dell'energia consumata al 2020 per la percentuale di consumo al 2020, a sua volta moltiplicato per il valore di risparmio applicabile per potenze maggiori e/o minori di 20 kW.

$$E_{risp}^{2020} = E_{sottosettore}^{2020} \cdot E_{2020, < 20kW}^{tec} \cdot R_{< 20kW} + E_{sottosettore}^{2020} \cdot E_{2020, > 20kW}^{tec} \cdot R_{> 20kW}$$

dove :

E_{risp}^{2020}	è l'energia risparmiabile al 2020 con l'applicazione della tecnologia
$E_{sottosettore}^{2020}$	è l'energia stimata nel sottosettore analizzato all'anno 2020 (desumibile da tabelle tipo 10)
$E_{2020, < 20kW}^{tec}$	è la percentuale di energia stimata all'anno 2020, attribuibile alla voce interessata dall'applicazione della specifica tecnologia ^{tec} , a seconda della taglia (percentuali di Tab. 11 per l'anno 2020)
$R_{> 20kW}$	è la percentuale di risparmio applicata per potenze maggiori o minori di 20 kW. (Tab.11)

formula valida $\forall$ tec. (apice).

In Allegato B vengono riportate le schede tipo Tab.10a, di tipo Tab.10b e di tipo Tab.11 per ogni settore merceologico e per ogni tecnologia sostitutiva.

3. Gli scenari al 2020 e risultati conclusivi

In questo paragrafo si illustra la modalità di costruzione degli scenari, risparmi di energia primaria ed emissioni con conclusioni e raccomandazioni sugli sviluppi futuri, ossia si identificano quelli che possono essere i settori e le tecnologie che meritano di essere meglio investigate nel futuro, prevedendo ad esempio una campagna ad hoc a livello nazionale di audit e questionari.

Per i calcoli svolti sull'energia primaria risparmiabile ci si riferisce al documento AEEG, 2008 [35], mentre per le emissioni da attribuire ai risparmi all'anno 2020, si considera una proiezione lineare dei fattori di emissione italiani attribuiti alla produzione elettrica.

La valutazione viene prodotta per ogni settore merceologico considerato. I dati vengono aggregati alla fine per una visione di insieme.

Lo scenario di settore viene valutato tenendo conto che non sia credibile poter ritenere che in un orizzonte temporale di circa 10 anni, tutte le tecnologie sostitutive possano effettivamente trovare la loro collocazione contemporanea nel settore, da indicazioni di tabella topologica Tab.8a e 8b.

Per creare delle stime sui risparmi che siano cautelative si assumono le seguenti ipotesi esclusive, laddove vi sia la possibilità di applicare più tecnologie concorrenti:

hp1) l'applicazione di inverter esclude l'adozione di motori ad alta efficienza;

hp2) l'applicazione di una delle tecnologie MVR, IR o MW è esclusiva;

hp3) l'applicazione di motori brushless è esclusiva rispetto a motori ad alta efficienza.

Il discorso è valido per stesse classi di potenza.

In Tabella 12 si riassume la combinazione delle casistiche considerabili in questo studio.

Tabella 12: Combinazioni di applicazione di elettrotecnologie

		1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12
		Motori alta efficienza	INVERTER SU POMPE	INVERTER SU VENTILATORI	INVERTER SU COMPRESSORI FREDDO	INVERTER SU COMPRESSORI ARIA	BRUSHLESS PICCOLA POTENZA	POMPE DI CALORE AC/AC	POMPE DI CALORE AR/AR	MVR	IR	MW
1	Motori alta efficienza	1	0	0	0	0	0	0	0	1/0	0/1	0/1
2	INVERTER SU POMPE	0	1	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	0/1	0/1
3	INVERTER SU VENTILATORI	0	1/0	1	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	0/1	0/1
4	INVERTER SU COMPRESSORI FREDDO	0	1/0	1/0	1	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	0/1	0/1
5	INVERTER SU COMPRESSORI ARIA	0	1/0	1/0	1/0	1	1/0	1/0	1/0	1/0	0/1	0/1
7	BRUSHLESS PICCOLA POTENZA	0	1/0	1/0	1/0	1/0	1	1/0	1/0	1/0	0/1	0/1
8	POMPE DI CALORE AC/AC	0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1	1/0	1/0	0/1	0/1
9	POMPE DI CALORE AR/AR	0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1	1/0	0/1	0/1
10	MVR	1/0	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	1	0	0
11	IR	1/0	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0	1	0
12	MW	1/0	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0	0	1

La tabella 12 si legge in accordo con la seguente regola:

la tecnologia è riportata sia in colonna sia in riga: l'applicazione della tecnologia 1 (cella 1-1), esclude tutte quelle dalla 2 alla 9, ma non quelle dalla 10 alla 12, che tuttavia si escludono tra di loro: questa è la combinazione hp1-hp2-hp3. Con 1 si indica la presenza con 0 l'assenza.

La tabella va letta in orizzontale, ossia riga per riga.

Per calcolare il singolo scenario di settore si è tenuto in conto le proposte della matrice topologica, guardando al massimo livello di applicabilità delle elettrotecnologie sulle due classi di potenza.

Per quanto concerne l'energia primaria il fattore proposto da AEEG, nel documento di consultazione del febbraio 2008 [35], qui indicato con “*fep*”, migliora ad un tasso del 1% annuo sui prossimi 10 anni, questo determina che il fattore di emissione consideri al 2020 un rendimento di conversione elettrica nazionale del 45% (contro l'attuale 40%), che conseguentemente determina un valore “*fe*” di 0,481 kg CO₂/kWh.

In Tab. 13 si riportano per i 3 subsettori del settore DA (alimentare) i calcoli svolti in merito alle emissioni evitabili e all'energia primaria risparmiabile sulle prime cinque elettrotecnologie di interesse per i subsettori: nelle colonne “kt CO₂” e “kTep” si riporta il potenziale globale delle due voci; nelle colonne successive (con intestazione “*max*”) si riporta il calcolo del massimo valore conclamabile, applicando le ipotesi di massima applicabilità di subsetto, formulata in Tab. 8a (o Tab. 8b).

Ossia per il settore DA15.5, per la tecnologia 1 (motori ad alta efficienza), si prevede un livello di applicabilità che potrebbe raggiungere il 50% del potenziale per entrambe le classi di potenza dei motori (ultima colonna di tabella 13).

Questo determina il calcolo sull'anidride carbonica (in kt) e sull'energia primaria (in kTep), in accordo con le seguenti formulazioni:

$$C_{DA15.5}^{2020} = E_{DA15.5}^{2020} \cdot (lmax_{da15.5, < 20kW}^{tec} \cdot p_{20kW}^{tec} \cdot r_{20kW}^{tec} + lmax_{da15.5, > 20kW}^{tec} \cdot p_{20kW}^{tec} \cdot r_{20kW}^{tec}) \cdot fe \quad \text{in kt}$$

$$D_{DA15.5}^{2020} = E_{DA15.5}^{2020} \cdot (lmax_{da15.5, < 20kW}^{tec} \cdot p_{20kW}^{tec} \cdot r_{20kW}^{tec} + lmax_{da15.5, > 20kW}^{tec} \cdot p_{20kW}^{tec} \cdot r_{20kW}^{tec}) \cdot fep \quad \text{in ktep}$$

dove

$C_{DA15.5}^{2020}$ risparmio di emissioni del settore DA15.5 al 2020

fe fattore di emissione

$E_{da15.5}^{2020}$ energia consumata al 2020 dall'intero comparto DA15.5

$lmax_{da15.5, < 20kW}^{tec}$ livello massimo di applicabilità dell'elettrotecnologia tec a motori di classe < 20 kW nel settore DA 15.5 (si ricorda che il valore qualitativo “xx” di Tab. 8a corrisponde al range 25-50% quindi in questo calcolo, si assume il valore massimo di 50%).

$p_{< 20kW}^{tec}$

percentuale dei consumi elettrici di stabilimento su tipologie d'uso interessate all'applicazione della elettrotecnologia ^{tec} in classe o < 20 kW o > 20 kW (da Tab. tipo 7 di settore, allegato B)

$r^{tec}_{>20\text{ kW}}$

risparmio minimo di classe conclamabile dall'elettrotecnologia ^{tec} in classe o < 20 kW o > 20 kW (da tabelle allegato B)

$D_{DA15.5}^{2020}$ risparmio in energia primaria del settore DA15.5 al 2020

fep fattore di trasformazione in energia primaria

In particolare questi valori per il settore DA15.5 sono rispettivamente pari a 7,79 ktCO₂/a e 3,1 ktep di energia primaria, per il settore DA15.3 sono 4,35 ktCO₂ e 1,73 ktep, mentre per il settore 15.84 sono 33,31 ktCO₂ e 13,24 ktep.

Tab. 13: Esempificazione per i settori DA 15.5, 15.3 e 15.84 del calcolo delle emissioni e dell'energia primaria risparmiabile al 2020, assumendo come livello di applicabilità quanto proposto in Tab. 8a.

TEC1	kt CO ₂		kTEP		applicab. Max	
	90,9	max	36,13	max	<20kW	>20 kW
15.5 alimentare-caseario	16	7,79	6,19	3,10	0,5	0,5
15.3 alimentare-conservie	9	4,35	3,46	1,73	0,5	0,5
15.84 alimentare-dolciario	67	33,31	26,49	13,24	0,5	0,5
min TEC 1						
max TEC 1						
valore						
risparmio						
applicato						
TEC2	kt CO ₂		kTEP		applicab. Max	
	206,8	max	82,20	max	<20kW	>20 kW
15.5 alimentare-caseario	40	13,92	15,87	5,53	0,25	0,5
15.3 alimentare-conservie	66	40,83	26,06	16,23	0,75	0,5
15.84 alimentare-dolciario	101	50,65	40,27	20,14	0,5	0,5
min TEC 2						
max TEC 2						
valore						
risparmio						
applicato						
TEC3	kt CO ₂		kTEP		applicab. Max	
	164,3	max	65,32	max	<20kW	>20 kW
15.5 alimentare-caseario	13	1,25	5,01	0,50	0,25	0,5
15.3 alimentare-conservie	6	1,48	2,32	0,59	0,5	0,5
15.84 alimentare-dolciario	146	72,94	57,99	29,00	0,5	0,5
min TEC 3						
max TEC 3						
valore						
risparmio						
applicato						
TEC4	kt CO ₂		kTEP		applicab. Max	
	183,6	max	73,00	max	<20kW	>20 kW
15.5 alimentare-caseario	59	38,09	23,26	15,14	0,75	0,5
15.3 alimentare-conservie	12	5,83	4,63	2,32	0,5	0,5
15.84 alimentare-dolciario	113	38,46	45,11	15,29	0,25	0,5
min TEC 4						
max TEC 4						
valore						
risparmio						
applicato						
TEC5	kt CO ₂		kTEP		applicab. Max	
	21,2	max	8,44	max	<20kW	>20 kW
15.5 alimentare-caseario	9	0,00	3,76	0,00		
15.3 alimentare-conservie	9	0,00	3,53	0,00		
15.84 alimentare-dolciario	3	1,44	1,15	0,57		0,5

In allegato C vengono riportati, settore per settore, i singoli scenari di risparmio al 2020.

In Tab. 14 vengono proposti invece i range collettivi di risparmio al 2020.

Per ogni subsettore (asse x) si riportano i valori di minimo e massimo risparmio (in accordo con le ipotesi di Tab.12) di emissioni (asse y) e di energia primaria (asse z): il grafico è cumulativo dunque l'area determinata dalle due curve cumulative di minimo e di massimo rappresenta la potenziale variabilità dei risparmi sui tutti i settori industriali considerati.

In Fig.25 e 26 si riportano i due grafici che rappresentano il cumulativo dei risparmi di emissioni ed energia primaria considerando il più cautelativo degli scenari **SC1** (ossia una sola tecnologia conteggiata, quella con il minor impatto su emissioni e consumi assoluti⁴) con il minimo del beneficio ambientale ottenibile e lo scenario **SC2** (cautelativo in quanto si ipotizza sempre l'applicazione di una sola tecnologia per settore), in cui tuttavia la scelta è orientata sempre su una sola tecnologia ma risulta quella con il beneficio ambientale/energetico più cospicuo in termini assoluti.

In Tabella 14 vengono prodotti i dati relativi ai settori secondo le tabelle riportate nell'allegato C (tipo tab.13). Questi valori sono compresi tra 257-1269 ktCO₂ e 94-484 ktep di energia primaria, il limite superiore a cui qui ci si riferisce corrisponde ad evitare l'entrata in esercizio di una nuova centrale a ciclo combinato da oltre 800 MW.

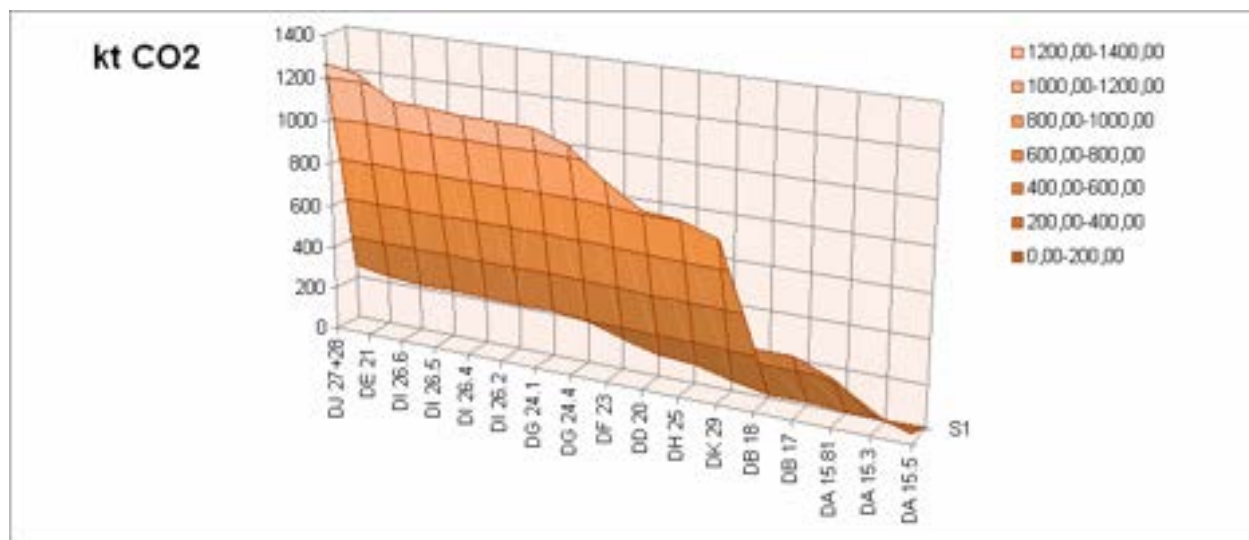


Fig. 25: Risparmio cumulativo di emissioni di CO₂ (kt) nel più cautelativo degli scenari (SC1: una sola tecnologia applicata per settore, che presenta altresì il più piccolo impatto sui valori di emissione) e nello scenario SC2 (scenario rappresentato dall'applicazione -sempre di una sola tecnologia- ma quella con le migliori performance ambientali su tutti i settori in contemporanea)

⁴

Con assoluto si intende riferito al maggiore dei valori riportati in Tab.14

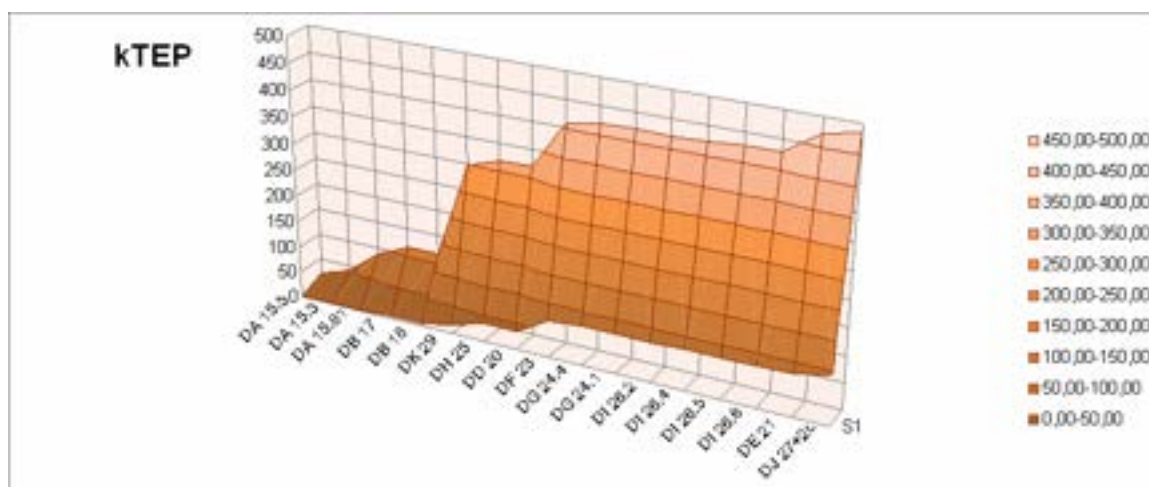


Fig. 26 Risparmio cumulativo di energia primaria (ktep) nel più cautelativo degli scenari (SC1: una sola tecnologia applicata per settore, che presenta altresì il più piccolo impatto sui valori di risparmio energetico) e nello scenario SC2 (scenario rappresentato dall'applicazione della tecnologia con le migliori performance energetiche su tutti i settori in contemporanea)

Tab. 14: Tabella di sintesi dei risparmi e benefici (valori min e max delle singole tecnologie considerate) nel settore industriale. Valori di riferimento per le Figg.25 e 26

		kTEP		ktCO2		CUMULATIVI kTEP		ktCO2	
		min	MAX	min	MAX	min	MAX	min	MAX
DA 15.5	alimentare-caseario	0,50	20,68	1,25	52,01	0,50	20,68	1,25	52,01
DA 15.3	alimentare-conserve	0,59	18,55	1,48	46,66	1,08	39,23	2,73	98,68
DA 15.81	alimentare-dolciario	0,57	49,13	1,44	123,58	1,66	88,36	4,17	222,26
DB 17	tessile tessitura	3,28	25,59	8,26	64,36	4,94	113,95	12,43	286,62
DB 18	tessile finissaggio	0,15	0,82	0,38	2,07	5,09	114,78	12,81	288,69
DK 29	meccanica	12,57	182,50	31,62	459,02	17,66	297,27	44,42	747,71
DH 25	lavorazione Mat.PI.	17,29	20,73	43,50	52,15	34,95	318,00	87,92	799,86
DD 20	legno (pannelli)	0,62	1,56	7,54	18,97	35,57	319,56	95,46	818,83
DF 23	siderurgico	35,54	89,38	42,83	107,72	71,11	408,94	138,29	926,55
DG 24.4	chimica farmaceutica	4,44	11,16	49,42	124,32	75,55	420,10	187,71	1050,87
DG 24.1	chimica di base	0,30	0,75	23,72	59,66	75,84	420,85	211,43	1110,53
DI 26.2	ceramica					75,84	420,85	211,43	1110,53
DI 26.4	laterizi	1,74	1,74	4,37	4,37	77,58	422,59	215,80	1114,89
DI 26.5	cemento	0,35	6,34	0,89	15,94	77,93	428,92	216,69	1130,83
DI 26.6	manufatti cemento					77,93	428,92	216,69	1130,83
DE 21	cartario-pulp	3,54	42,44	8,90	106,76	81,47	471,37	225,59	1237,59
DJ 27+28	petrolchimico	12,43	12,43	31,25	31,25	93,90	483,79	256,85	1268,84

4. Analisi svolta sul settore terziario

Per i comparti del settore terziario, interessati dallo studio (codice G, H, J ed N), sono state adottate le stesse metodologie illustrate per il settore industriale per arrivare alla definizione delle Tabelle 15 e 16 qui sotto riportate, che sono l'equivalente rappresentato dalle Tab. tipo 5 (o 6) e 7 del settore industriale.

L'unica differenza riguarda la non differenziazione sulla classe di potenza, ossia non è stato possibile identificare la percentuale di consumi allocabile su motori di classe < 20 kW, o > 20 kW, in seguito alla modalità con cui sono stati prodotti gli audit di riferimento [36].

In particolare in Tab.15 si riporta per il settore G (commercio, grande distribuzione) la ripartizione dei consumi elettrici sul modello tipo di utenza considerata, che è un supermercato da circa 25 000 m² nel Nord Italia, con consumi medi attorno ai 9 GWh/a [36].

Le voci di utilizzo sul totale consumi (100%) sono ripartite tra: illuminazione, condizionamento, ventilatori, pompe, banchi frigo, freddo di processo, aria compressa e varie. Nello specifico le tecnologie sostitutive sono la tec.1 (motori ad alta efficienza) sulle voci, cdz, fan,pmp, freddo processo e aria compressa; la tec. 2 (inverter su pompe), la tec.3 (inverter su ventilatori), la tec.4 (inverter su freddo di processo) e tec.5 (compressori d'aria a velocità variabile).

Viene riportato sia il range di variabilità (riga più scura) sia il valore percentuale di riferimento (alla riga En.elettrica).

La Tab.16 rappresenta la percentuale dei consumi elettrici dell'utenza di riferimento del settore, che sono interessati alla potenziale sostituzione con le tecnologie alternative elencate.

Tab.15: tabella ripartizione consumi per il settore G: modello di riferimento e range di variabilità

dati 2008-09										
G	commercio									
		ill	CDZ	FAN	PMP	banchi	freddo pro	processo	aria comp.	Varie
		20-25%	15-40%	3-5%	1%	4-6%	20-30%	7%	1%	5-8%
En elettrica		22,1%	26,6%	3,5%	1,2%	5,0%	27,4%	7,1%	0,2%	7,0%
	tec A		1	1	1		1		1	
	tec B			3	2		4		5	

Tab.16: Tabella di sintesi relativa all'applicazione delle elettrotecnologie per il settore G.

Tecnologie	
G	
tec 1	58,8%
tec 2	1,2%
tec 3	3,5%
tec 4	27,4%
tec 5	0,2%

In allegato D vengono riportate tutte le tabelle (tipo 15 e 16) dei 4 settori considerati.

In Tab. 17 si riporta la matrice topologica del settore terziario che servirà per la costruzione degli scenari al 2020 ed in cui si propone un livello di applicabilità delle tecnologie sostitutive nei 4 settori ed anche il fattore di risparmio medio su elettrotecnologia considerata.

La descrizione è la stessa prodotta per le tab. 8a e 8b del par. 1.2.

In Tab. 18 vengono riportati invece i dati corrispondenti alle elaborazioni di Tab. 9 per costruire la proiezione dei consumi dei 4 settori al 2020. Queste informazioni hanno permesso di costruire le schede specifiche di tecnologia (secondo metodologia illustrata per Tab. 10a, 10b e 11).

In Tabb. 19 e 20 se ne riporta l'esempio per il settore G, mentre in allegato E si riportano le rispettive tabelle per tutti e 4 i settori.

Queste elaborazioni hanno permesso di calcolare la quota di consumi al 2020 che secondo le ipotesi adottate crescerà di più rispetto ai settori industriali considerati.

Per quanto riguarda gli scenari di riduzione delle emissioni e dell'energia primaria, si riporta la Tab. 21 che derivano dalle elaborazioni prodotte secondo la metodologia illustrata nel cap.3.

In tab.21 si riporta un esempio per il settore G, per i restanti settori le corrispondenti tabelle si trovano in allegato F. In Figg.27 e 28 si riportano i due grafici che rappresentano il cumulativo dei risparmi di emissioni ed energia primaria considerando anche in questo caso il più cautelativo degli scenari SC1 (ossia, una sola tecnologia conteggiata, quella con il minor impatto su emissioni e consumi assoluti) con il minimo del beneficio ambientale ottenibile e lo scenario SC2 (cautelativo in quanto si ipotizza sempre l'applicazione di una sola tecnologia per settore), in cui la scelta è orientata sempre su quella tecnologia con il beneficio ambientale/energetico più cospicuo in termini assoluti.

In Tabella 22 vengono prodotti i dati di sintesi relativi ai settori, secondo le tabelle riportate nell'allegato F (tipo tab.21). Inoltre si può osservare che sebbene la quota di energia associata a questi settori nel 2007 sia meno della metà rispetto a quella dei settori industriali indagati, tuttavia l'entità dei risparmi che si possono ottenere, come ordine di grandezza, è confrontabile con quella del settore industriale.

Questi valori sono compresi tra 35-456 ktCO₂ e 14-181 ktep di energia primaria, il limite superiore a cui qui ci si riferisce corrisponde ad evitare l'entrata in esercizio di una nuova centrale a ciclo combinato da oltre 300 MW.

La ragione è dovuta probabilmente all'utenza presa come campione per il settore terziario in cui si aveva a disposizione un miglior dettaglio delle tipologie di utilizzatori finali. Questo ha determinato la valutazione di una quota di risparmio più cospicua su un numero minore di elettrotecnologie potenzialmente sostituibile

Tab.17: Matrice di sintesi del settore terziario.

Tecnologia	1		2		3		4		5		6		7	
	Motori alla efficienza		SISTEMI DI PUMPS		SISTEMI DI VENTILAZIONE		SISTEMI DI CONDIZIONAMENTO FREDDO		SISTEMI DI CONDIZIONAMENTO ARIA		PUMPS DI CALORE ACQUE		PUMPS DI CALORE AERIE	
Proiezione presente/Proiezione a 2020 (ipotesi)	1997	2005	1997	2005	1997	2005	1997	2005	1997	2005	1997	2005	1997	2005
totale imprese	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
totale unità locali	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
totale addetti	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
energia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
fattore di progressione	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tab. 18 : Elaborazioni per il calcolo della proiezione dei consumi al 2020, in accordo con la metodologia descritta dai diagrammi di flusso delle Figg.23 e 24

codice	attività		2001/1997	1997	2001	2005	2005/2001	2007	2007/2001	2020	2020/2001
G	grande distribuzione							0		0	
	totale imprese	numero	96,1%	1.280.044	1.230.731		0,0%				0,0%
	totale unità locali	numero	97,3%	1.378.320	1.341.067	1.366.977	101,9%	1.379.922	102,9%	1.367.204	101,9%
	totale addetti	numero	95,2%	3.304.795	3.147.776	3.380.130	107,4%	3.496.308	111,1%		0,0%
	energia	GW/h	156,1%	10.478	16.357,6	21.470,8	131,3%	23.317	142,5%	32.962	201,5%
	fattore di progressione		0,0%				1,9%		2,9%		1,9%
H	Alberghi									0	
	totale imprese	numero	112,4%	217.628	244.540		0,0%				0,0%
	totale unità locali	numero	111,5%	234.298	261.304	298.911	114,4%	317.715	121,6%	376.276	144,0%
	totale addetti	numero	117,3%	725.481	850.674	1.078.663	126,8%	1.192.658	140,2%		0,0%
	energia	GW/h	149,3%	6.235	9.311,3	11.388	122,3%	11.996,6	126,8%	16.484	177,0%
	fattore di progressione		11,5%				14,4%		21,8%		44,0%
J	Uffici/banche									0	
	totale imprese	numero	164,1%	49.897	81.870		0,0%				0,0%
	totale unità locali	numero	149,0%	70.644	117.035	104.080	88,9%	97.603	83,4%	122.833	106,0%
	totale addetti	numero	103,0%	573.270	590.267	570.273	96,6%	560.276	94,9%		0,0%
	energia	GW/h	127,2%	1.918	2.439	2.519,5	103,3%	2.619,3	107,4%	3.220	132,0%
	fattore di progressione		49,0%				0,0%		0,0%		5,0%
N	Ospedali									0	
	totale imprese	numero	151,8%	118.911	180.450		0,0%				0,0%
	totale unità locali	numero	144,0%	134.638	193.812	237.510	122,5%	259.359	133,8%	353.810	182,6%
	totale addetti	numero	136,2%	279.755	381.148	602.136	158,0%	712.629	187,0%		0,0%
	energia	GW/h	119,9%	5.438	6.520,1	8.087,7	124,0%	8.843,2	135,6%	11.226	172,2%
	fattore di progressione		44,0%				22,5%		33,8%		72,2%

Tab. 19: parte generale scheda descrittiva. Settore della grande distribuzione

DATI SUL SETTORE	G	grande distribuzione		
sub				
		2001	2005	2020
		en elettrica consumata	en elettrica consumata	en elettrica consumata
		GWh/a	GWh/a	GWh/a
GDO		16.358	21.471	32.962
fonte	terna	terna	stima	
Fattore di progressione 2000/2020			1,9%	

Tab. 20: Parte specifica di tecnologia della scheda descrittiva. Elettrotecnologia 1

TEC 1		2001	2020	Risparmio G Wh	197,60
GDO		58,80%	59,95%		197,60
	min TEC 1				
	max TEC 1				
	valore				
	risparmio				
	applicato	1,00%			

Tab.21:Esemplificazione per il settore G del calcolo delle emissioni e dell'energia primaria risparmiabile al 2020, assumendo come livello di applicabilità il massimo da Tab. 17 (stessa valenza illustrata per Tab. 8a / 8b)

TEC 1		2001	2020	Risparmio G Wh	197,60	kt CO2 95,0	max	kTEP 37,76	max	applicab. Max
GDO		58,80%	59,95%		197,60	95	23,75	37,76	9,44	0,25
	min TEC 1									
	max TEC 1									
	valore									
	risparmio									
	applicato	1,00%								

TEC 2		2001	2020	Risparmio G Wh	101,59	kt CO2 48,8	max	kTEP 19,41	max	applicab. Max
GDO		1,21%	1,23%		101,59	49	24,42	19,41	9,71	0,5
	min TEC 1									
	max TEC 1									
	valore									
	risparmio									
	applicato	25,00%								

TEC 3		2001	2020	Risparmio G Wh	233,77	kt CO2 112,4	max	kTEP 44,68	max	applicab. Max
GDO		3,48%	3,55%		233,77	112	56,19	44,68	22,34	0,5
	min TEC 1									
	max TEC 1									
	valore									
	risparmio									
	applicato	20,00%								

TEC 4		2001	2020	Risparmio G Wh	919,88	kt CO2 442,2	max	kTEP 175,80	max	applicab. Max
GDO		27,37%	27,91%		919,88	442	221,09	175,80	87,90	0,5
	min TEC 1									
	max TEC 1									
	valore									
	risparmio									
	applicato	10,00%								

TEC 5		2001	2020	Risparmio G Wh	11,46	kt CO2 5,5	max	kTEP 2,19	max	applicab. Max
GDO		0,17%	0,17%		11,46	6	1,38	2,19	0,55	0,25
	min TEC 1									
	max TEC 1									
	valore									
	risparmio									
	applicato	20,00%								

Tab. 22: Tabella di sintesi dei risparmi e benefici ambientali (valore min max delle singole elettrotecnologie considerate) per il settore terziario. Valori di riferimento per le figg.27 e 28.

		kTEP		ktCO2		CUMULATIVI		ktCO2	
		min	MAX	min	MAX	min	MAX	min	MAX
G 51	terziario-grande distr.	0,55	87,90	1,38	221,09	0,55	87,90	1,38	221,09
H55	terziario alberghi	6,65	6,65	16,72	16,72	7,19	94,55	18,09	237,81
J	terziario uffici	0,94	6,65	2,35	16,48	8,13	101,10	20,44	254,28
N 85.1	terziario-ospedali	5,69	80,35	14,31	202,11	13,82	181,45	34,76	456,39

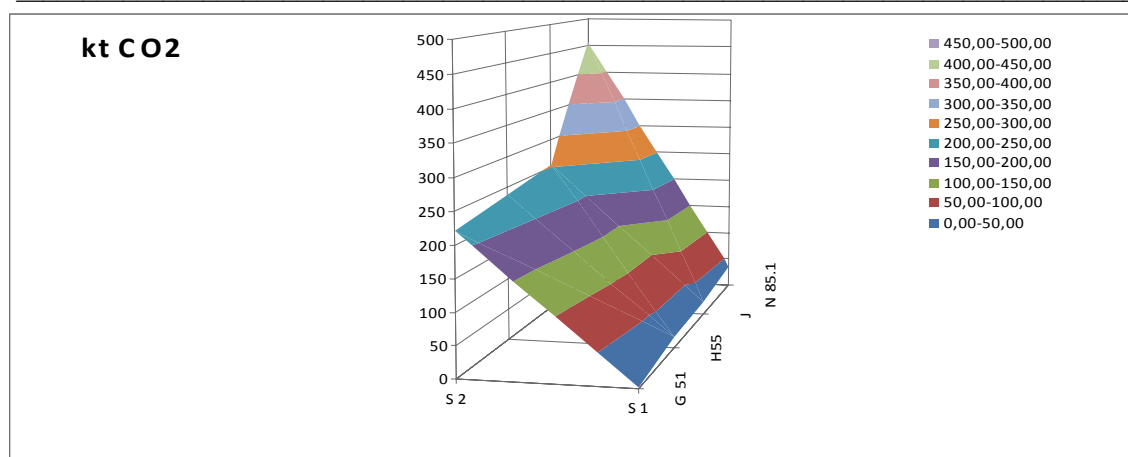


Fig.27 Risparmio cumulativo di emissioni di CO₂ (kt) nel più cautelativo degli scenari (SC1: una sola tecnologia applicata per settore, che presenta altresì il più piccolo impatto sui valori di emissione) e nello scenario SC2 (scenario rappresentato dall'applicazione della tecnologia con le migliori performance ambientali su tutti i settori in contemporanea)

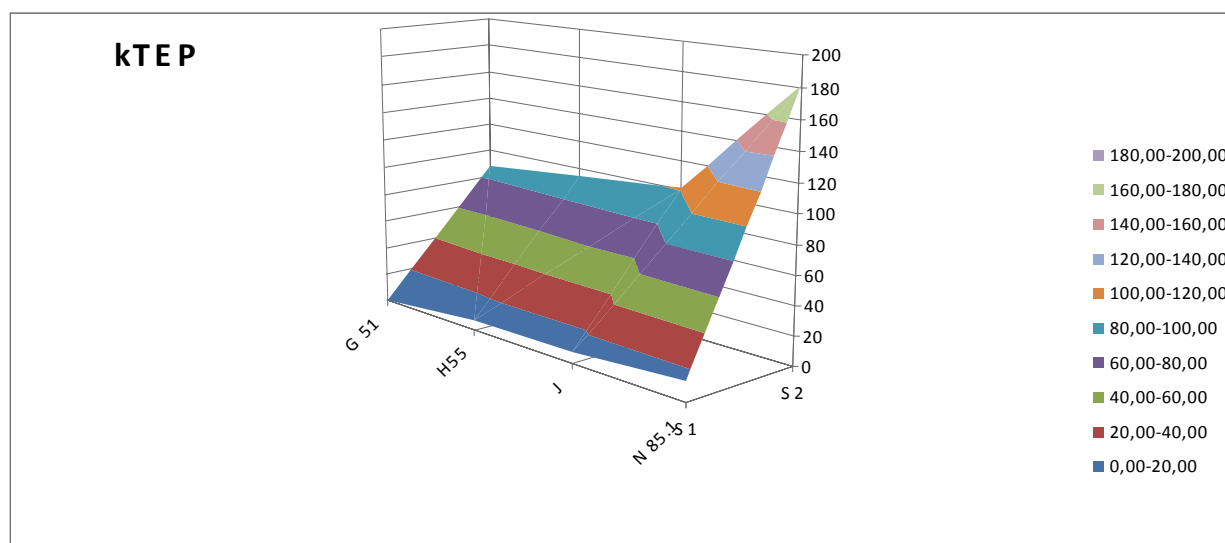


Fig.28: Risparmio cumulativo di energia primaria (ktep) nel più cautelativo degli scenari (SC1: una sola tecnologia applicata per settore, che presenta altresì il più piccolo impatto sui valori di risparmio energetico) e nello scenario SC2 (scenario rappresentato dall'applicazione della tecnologia con le migliori performance energetiche su tutti i settori in contemporanea)

5. Quadro normativo e legislativo

Il contesto normativo è stato trattato riportando omogeneamente le indicazioni relative all'industria ed al terziario. Si fornisce un quadro relativo allo stato della promozione delle tecnologia a più basso impatto ambientale in alcuni paesi europei per un confronto con il contesto italiano.

Promozione ed ostacoli alla diffusione di tecnologie a basso impatto ambientale (con enfasi sulle pompe di calore(HP)) nel contesto europeo.

Nel seguito vengono riportati a titolo di esempio alcune informazioni in merito all'attività di promozione (o dissuasione) della tecnologia a risparmio energetico (con enfasi sulle HP) per alcuni paesi europei (Svezia, Francia, Germania e Regno Unito). Nella fattispecie si fa riferimento ai prodotti più interessanti di una ricerca condotta nell'ambito del progetto: proHeatPump.

Svezia: in questo paese gli obiettivi ambientali che coinvolgono il settore civile (residenziale e terziario) sono stringenti: per il 2020 l'energia specifica per uso riscaldamento su unità di superficie dovrà rispettare una riduzione del 20% rispetto agli specifici del 1995.

Gli standard sui consumi delle case sono stati resi più stringenti dal 2006 e questo ha favorito l'impiego delle pompe di calore, perché permettevano di raggiungere facilmente i limiti imposti. Attualmente però il governo sta pensando a come limitare ulteriormente l'utilizzo dell'elettricità e questo renerà contro la diffusione delle HP. Dal 2006 il parlamento si è espresso in favore di un sussidio per favorire le installazioni delle pompe di calore a sorgente geotermica (a.k.a. GSHP), le cui autorizzazioni risultano di competenza delle singole municipalità. In questo contesto la SVEP (Swedish Heat Pump Association) risulta responsabile delle certificazioni per gli installatori.

Inoltre gli obiettivi nazionali imposti verranno raggiunti attraverso un progressivo incremento delle tasse sull'uso dell'olio combustibile (a.k.a. green tax shift): questo si ritiene possa influenzare la diffusione delle HP, così come pure l'applicazione della "electricity certificate trading scheme" che promuove dal 2003 le rinnovabili e comporta un incremento della tariffa di base dell'elettricità. Tuttavia in Svezia la tassa sulla proprietà degli immobili è stata sostituita dal 2008 con una imposta cittadina sulle abitazioni che favorisce gli investimenti in efficienza energetica.

Francia: esiste una specifica regolamentazione nell'utilizzo dell'energia termica negli edifici (RT2005), nello specifico in 3 regioni sono state imposte delle limitazioni sul massimo consumo di energia per m2 a seconda della tipologia di sistema di produzione dell'energia termica: per sistemi alimentati ad elettricità il rapporto energia primaria su energia finale (elettricità) deve risultare pari a 2,58, si ritiene dunque che l'applicazione della RT2005 possa dunque indirettamente favorire l'impiego delle HP, avendo un'efficienza superiore di quella di una caldaia alimentata a fonte fossile.

Anche in Francia esiste il sistema dei certificati di efficienza energetica e le HP sono identificate come specifico strumento sia per le abitazioni civili sia per gli edifici in generale e la determinazione dell'energia primaria risparmiata si basa sul valore del COP (coefficiente di prestazione).

Sono inoltre disponibili forme di incentivazione sotto forma di "tax credit" per queste installazioni e di riduzione dell'iva dal 17,5% al 5,5% con delle limitazioni sul tipo di utenza. EDF a sua volta concede dei mutui agevolati (al 2,85%) su nuove installazioni di HP. Anche l'ANAH concede sovvenzioni a fondo perduto su edifici più vecchi di 15 anni (differenziando il contributo su semplici HP o GSHP).

Anche ADEME è impegnata sul fronte delle installazioni fornendo un addizionale supporto finanziario nel caso di installazioni particolari, ossia che vanno ben oltre la pratica corrente.

Inoltre nel 2006 si è concluso un programma ministeriale che ha avuto come enfasi proprio la diffusione delle HP.

A partire dal 2008, tutti i modelli che raggiungono un COP pari o superiore a 3,3, accedono ad una riduzione del peso delle tasse nazionali (a.k.a. "Crédit d'Impôt"), includendo anche i modelli aria/aria.

Germania: non esistono specifici programmi federali in supporto delle HP, tuttavia ne esistevano a livello di Lander, soprattutto per le GSHP, fino al 2005. Infatti il 60% delle HP installate in Germania lo sono state in Bavaria, Baden-Württemberg e Nordrhein-Westfalen, in cui sono presenti programmi di incentivazione e supporto da parte dei ministeri. Più comuni sono invece programmi di incentivazione per i distributori di energia che possono accedere a sussidi fino a 2000 € a seconda del calore prodotto.

Non esistono forme di riduzione di tasse per elettricità da rinnovabili, se in alimentazione a HP. Nell'agosto 2007 il governo ha varato un nuovo programma energetico per la protezione del clima e la Erneuerbare-Energien Wärmegesetz, EEWärmeG (legge sul riscaldamento da energie rinnovabili) rende obbligatorio che il 15% dell'energia usata per il riscaldamento nelle nuove costruzioni provenga da fonti rinnovabili entro il 2020. L'impiego di HP è esplicitamente menzionato. Il Baden-Württemberg ha imposto limiti più stringenti, il contesto dunque è promettente, sebbene attualmente limitato.

Regno Unito: sono diversi i ministeri che si occupano di politiche energetiche/ambientali/che riguardano gli edifici o in generale sociali. Tuttavia anche a livello locale si può intervenire con tasse o incentivi.

All'Energy Saving Trust fa capo uno dei programmi che copre la promozione delle GSHP (LCZ, low carbon technologies).

Un altro strumento è UK Energy Efficiency Action Plan che si occupa di azioni e misure per promuovere l'efficienza energetica al 2016 (-9% di riduzione negli usi finali). Nei settori che non coinvolgono il civile sono attivi programmi relativi all' EU Emissions Trading Scheme e la Climate Change Levy and Climate Change Agreements, insieme a "enhanced capital allowances" su investimenti e i cosiddetti Energy Performance Certificates (equivalenti ai certificati bianchi).

Le iniziative più promettenti sul lungo termine per lo sviluppo delle HP sono l'“Energy Efficiency Commitment”(EEC) e la “Carbon Emissions Reduction Target”.

La Climate Change Levy (CCL), introdotta nell'aprile 2004, ha lo scopo di incoraggiare gli utenti non domestici a ridurre i propri consumi elettrici, attraverso tra l'altro una non tassazione delle fonti rinnovabili. Aspetto centrale è la definizione di tecnologie a basso impatto di CO₂, tra queste le GSHP sono incluse e possono accedere a ribassi sulla tassazione.

Sicuramente l'iniziativa che prevede edifici ad impatto nullo ('zero-carbon') entro il 2016, fornisce un impulso alla promozione delle HP, a patto che si instauri un'opportuna piattaforma in grado di soddisfare la domanda. La mancanza di personale con esperienza, idoneamente istruito, ma anche di professionisti nel settore edile con opportuna conoscenza delle problematiche e delle tecnologie vengono ritenuti il massimo punto critico nella diffusione delle HP. Negli ultimi 4 anni la maggiore fonte di finanziamento per programmi che incentivassero le HP è stato il DTI Clear Skies programme, sostituito nel 2006 dal programma Low Carbon Building che offre incentivi per le LCZ e che nel 2009 è focalizzato soprattutto su edifici pubblici, scuole, ospedali e “housing associations”.

Per quanto riguarda ridotti livelli nella tassazione le HP godono di IVA al 5% , così come la micro-cogenerazione. Altre iniziative nell'ambito dell'efficienza energetica a partire dal 2007 le case che rispondono ai requisiti LC (basso impatto ambientale) vedono annullata, o ridotta fino a 15 k£, la cosiddetta “stamp duty”. Per il settore non domestico, la Enhanced Capital Allowance (ECA) permette di godere per un anno di un annullamento delle tasse (100% tax relief) in generale su tutti i macchinari che producono un risparmio energetico. La lista delle tecnologie viene frequentemente aggiornata e prevede per esempio 58 diverse GSHP. Di recente approvazione il Budget 2009 include misure volte a finanziare per 45 M£ tecnologie rinnovabili e tecnologie per il riscaldamento e 25 M£ per finanziare installazioni per il riscaldamento di comunità a basso impatto ambientale (tra cui appunto le HP e GSHP).

Alle pompe di calore aria/aria è dedicato il programma Warm Front scheme, che fornisce incentivi nel settore domestico a basso reddito.

Il contesto italiano

Il quadro normativo italiano sul risparmio energetico punta su diversi ambiti di intervento. Per quanto riguarda il settore civile si identificano i recepimenti della direttiva europea 2002/91/CE che a livello nazionale col Dlgs 192 dell'agosto 2005 modificato e integrato dal Dlgs 311 del dicembre 2006 e con alcune normative regionali (es.: DGR 8/ 8745 della regione Lombardia) introducono dei limiti sui consumi energetici per unità di superficie o per unità di volume che devono essere rispettati per gli edifici di nuova costruzione. Per la realizzazione di nuovi edifici è specificato che il 50% dei consumi di acqua calda sanitaria deve essere ricoperto da fonti rinnovabili mentre l'obbligo di installazioni fotovoltaiche previsto è stato prorogato al 2010. Per le opere di ristrutturazione sono invece definiti dei requisiti minimi di prestazione energetica dei singoli componenti dell'involucro e dell'impianto. Per incentivare le opere di riqualificazione energetica sono previsti dalle ultime leggi finanziarie degli incentivi pari al 55% della detrazione irpef per interventi quali il cambio di caldaie con altre più efficienti, coibentazione a cappotto dei muri perimetrali e cambio di infissi. Anche per il settore industriale sono previsti degli incentivi.

Nel settore industriale circa il 74% dell'energia elettrica consumata viene adoperata per il funzionamento di sistemi a motore. Ritenendo di dover spingere all'utilizzo di motori ad alta efficienza per ridurre il più possibile tali consumi la legge finanziaria 2007 (legge 27 dicembre 2006 n.296) all'art.1 comma 358 e 359 prevede la detrazione delle spese per l'acquisto di motori ad elevata efficienza di potenza elettrica e la detrazione per le spese d'acquisto e l'installazione di variatori di velocità (inverter) su impianti con potenza elettrica. Il contributo pari alla riduzione del 20% sull'imposta lorda è previsto per l'acquisto o la sostituzione di motori ad alta efficienza di potenza compresa tra i 5 kW e i 90 kW e per l'acquisto e l'installazione di inverter su impianti di potenza compresa tra i 7,5 kW e i 90 kW.

Per poter rispettare i parametri stabiliti nei trattati internazionali relativi al contenimento delle emissioni dei gas climalteranti il 22-5-2001 viene pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n.117 dal Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato il decreto "Individuazione degli obiettivi quantitativi nazionali di risparmio energetico e sviluppo delle fonti rinnovabili di cui all'art.16, comma 4 del decreto legislativo 23 maggio 2000, n.164". Col presente decreto vengono appunto quantificati gli obiettivi che devono essere conseguiti dalle imprese di distribuzione del gas negli anni 2002 –2006. Nel 2004 con un nuovo decreto vengono individuati i nuovi obiettivi per gli anni dal 2005 al 2009 e vengono introdotti i titoli di efficienza energetica (TEE) denominati anche certificati bianchi.

Il meccanismo dei certificati bianchi o titoli di efficienza energetica (TEE) si basa su certificazioni che attestano il risparmio di energia primaria misurato in tonnellate equivalenti di petrolio (tep) ottenuto attraverso un determinato intervento di miglioramento dell'efficienza energetica. I distributori e fornitori di energia sono tenuti a rispettare gli obblighi prefissati e a generare un numero specifico di certificati bianchi.. Non essendo sempre possibile per i distributori ottenere i certificati minimi necessari al rispetto

dei singoli obblighi si è creato un mercato dei certificati bianchi che possono essere venduti da chi riesce a ottenerne in quantità maggiore a quelli prescritti. Questo sistema ha consentito, nel primo biennio 2005-2006, di risparmiare circa 900 000 tonnellate equivalenti di petrolio (tep) che rappresentano quasi il doppio rispetto all'obiettivo assegnato ai distributori di 468 000 tep.

In Italia l'ultimo decreto riguardante l'efficienza energetica è il Decreto Legislativo 30 Maggio 2008, n°115 "Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali di energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE".

Il decreto definisce gli obiettivi indicativi, i meccanismi e gli incentivi al fine di ottenere un più sicuro ed efficiente approvvigionamento energetico nella tutela ambientale e crea le condizioni per uno sviluppo di un mercato dei servizi energetici e indica le misure per un miglioramento dell'efficienza energetica agli utenti finali. In particolare all'art.7 aggiorna i requisiti e l'elenco delle tipologie di interventi ammissibili all'ottenimento dei certificati bianchi.

Tra gli altri interventi volti al risparmio energetico e all'uso delle fonti rinnovabili si ricordano gli incentivi sulla tecnologia fotovoltaica introdotti dal conto energia e l'introduzione dei certificati verdi che obbligano le società di produzione di energia elettrica a coprire una percentuale specifica della produzione da impianti a fonti rinnovabili.

6. L'interfaccia web ed accesso utenti registrati

In questo paragrafo si illustrerà l'organizzazione delle pagine del sito web <http://www.elettrotecnologie.enea.it> dedicate alla elettrotecnologie analizzate nel presente studio e dell'interfaccia utente con le operazioni eseguibili dagli utenti.

In particolar modo è stata offerta all'utente dei contenuti del sito, ad esempio l'energy manager di un sito industriale, la possibilità di verificare sul proprio stabilimento l'entità dei risparmi conseguibili, compilando un veloce format online e spendendolo all'indirizzo indicato (elteck2009@unipv.it).

A seconda del settore merceologico (per ora sono previste schede di interfaccia solo per i settori presi in esame) le informazioni da inserire saranno diverse e presumono che un primo audit e relativo bilancio energetico di massima dello stabilimento sia già stato redatto.

Acconsentendo a trattare i dati di stabilimento in forma anonima, si otterrà nel giro di una settimana lavorativa un feedback da parte dell'Università di Pavia in merito ai calcoli elaborati sulla falsariga dei modelli illustrati.

Questo toolbox fornirà all'utente la possibilità di sondare, in via assolutamente gratuita, la fattibilità di certe soluzioni tecniche, prima di decidere di affidare ad un professionista uno studio più approfondito sull'applicabilità delle stesse.

DATI SUL SETTORE DA		Alimentare												
anno 2005											Consumi presunti al 2020			
Consumi totali di stabilimento	GW h/a	1									GW h/a	risparmio	risparmio	risparmio
											0,0	0,00	0,00	0,00
	% consumi <20 kW	% consumi >20 kW	Risparmio GW h	Risparmio kt CO2	Risparmio kTEP		% consumi <20 kW	% consumi >20 kW	Risparmio GW h	Risparmio kt CO2	Risparmio kTEP			
tec 1	2	3	0,00	0,00	0,00	tec 7	2	3	0,00	0,00	0,00			
tec 2			0,00	0,00	0,00	tec 8			0,00	0,00	0,00			
tec 3			0,00	0,00	0,00	tec 9			0,00	0,00	0,00			
tec 4			0,00	0,00	0,00	tec 10			0,00	0,00	0,00			
tec 5			0,00	0,00	0,00	tec 11			0,00	0,00	0,00			
tec 6			0,00	0,00	0,00	tec 12			0,00	0,00	0,00			

Per la progettazione e realizzazione del sito si ringraziano la dott.ssa Valentina Bini e Filippo Petrecca.

7. Le barriere alla diffusione delle elettrotecnologie efficienti

Il settore dell'elettrotecnologie si è sviluppato nel secolo passato grazie alla forza delle sue prestazioni, alla comodità di uso, alla riduzione della fatica umana e alla continua attenzione della riduzione dei rischi per gli operatori.

Questo complesso di fattori ha portato a curare la formazione tecnico-scientifica del personale, a standardizzare la normativa, le procedure e le modalità di gestione; in qualche modo il settore si è appesantito ed irrigidito godendo di una fama di efficienza e di scelte ottimali, per altro non sempre verificate.

Questa situazione di comportamento automatico e di complessità delle scelte costituiscono oggi una delle principali barriere alla diffusione delle tecnologie efficienti. In particolare possiamo citare da una parte la tendenza a replicare soluzioni standardizzate, dall'altra la tendenza ad affidarsi a fornitori terzi.

Dall'analisi effettuata anche con il coinvolgimento di energy manager, di utilizzatori finali e, informalmente, di operatori di mercato lato produttori/fornitori di tecnologie, sono emerse le seguenti tre principali categorie di barriere alla diffusione delle elettrotecnologie efficienti:

1. per le macchine ed attrezzature contenenti all'interno tecnologie ed attuatori elettrici, la possibilità di usare l'analisi del costo nel ciclo di vita come parametro di scelta dei prodotti di qualità, si scontra con la situazione che i componenti elettrici interni sono acquistati OEM (operated engineering manufacturing) da chi li assembla nel prodotto finito; l'assemblatore tende a scegliere i prodotti più economici anche perché le specifiche della macchina riguardano in genere le prestazioni e non i consumi, tanto meno quelli dei singoli attuatori;
2. per gli acquisti di componenti elettrici, di dimensioni tali da non costituire investimenti rilevanti, la richiesta di acquisto viene processata dall'ufficio acquisti; quest'ultimo ha sempre limiti di budget, quindi compra i prodotti meno costosi, anche perché non dispone di una procedura per addebitare ad altre risorse gli extracosti dei prodotti di qualità, anche se i benefici attesi sono rilevanti;
3. molto spesso i prodotti di alta qualità non sono disponibili a magazzino dal fornitore; nel passato, per mancanza di richiesta dei clienti, il fornitore non si è sensibilizzato sul tema, ed anzi cerca di ridurre il valore delle scorte (immobilizzazioni di capitale) con prodotti di minor costo; spesso prodotti a catalogo sono disponibili solo in tempi lunghi; inoltre dall'estero importiamo spesso solo le serie più economiche e dozzinali.

Nel seguito è riportata un'analisi più approfondita ed integrata di queste barriere e dei possibili strumenti e strategie di intervento.

7.1 La tendenza alla replicazione

La tendenza a considerare gli usi elettrici per loro natura efficienti porta a replicare le soluzioni standardizzate già esistenti per ogni nuova esigenza: c'è il rischio che l'attenzione alla riduzione della complessità e del costo dei magazzini, o ancor più la tendenza ad eliminare i magazzini e reperire i componenti sul mercato, faccia perder l'attenzione all'opportunità di valutare caso per caso quali siano le specifiche necessità energetiche delle varie utenze e di quali siano le varie condizioni di carico previste e possibili a favore di una comoda replica di soluzioni uguali per tutti.

Un segnale di questa situazione è la riduzione dell'iscrizione ai corsi di laurea in ingegneria elettrotecnica, tema considerato oramai standardizzato e di poco interesse rispetto alle sezioni di informatica o gestionali. Se i progetti non vengono più fatti con attenzione si replica l'esistente, perdendo l'occasione di valorizzare le enormi possibilità che le tecnologie informatiche strumentali e di modellazione dei processi mettono oggi a disposizione per scegliere i componenti e le soluzioni più adatte per ogni singola esigenza.

La conseguenza più evidente di questo atteggiamento è da una parte il sovradimensionamento delle potenze installate e dall'altra la mancata attenzione alle effettive condizioni di esercizio delle apparecchiature, dopo anni di modifiche e di adeguamento alle nuove esigenze. Non si tratta spesso di cattiva volontà, ma di semplice mancanza di addetti con le competenze specifiche.

7.2 Le forniture da terzi

L'evoluzione tecnologica permette oggi di applicare a potenze sempre più piccole sistemi di regolazione e di controllo che nel passato erano economicamente validi solo per potenze di una certa entità.

Queste potenzialità sono però fortemente limitate dalla prassi di affidarsi a terzi per le forniture e la scelta di queste componenti; infatti proprio i progressi dei decenni scorsi hanno in un certo modo banalizzato l'elettrotecnica, per cui le motorizzazioni sono inglobate in macchine e forniture sempre più integrate e complesse.

Solo motori e componenti di dimensioni rilevanti sono acquistati direttamente, con specifiche preparate dall'utilizzatore, nella maggior parte dei casi invece si ordina una macchina, ad esempio un tornio o una impacchettatrice, ponendo attenzione alle prestazioni a pieno carico, ed alle caratteristiche di flessibilità; i motori e gli altri componenti sono forniti da vari operatori del mercato senza che l'assemblatore della macchina sia responsabilizzato sulle caratteristiche degli stessi. L'assemblatore della macchina curerà che i componenti costino poco e che siano affidabili; avrà invece poco interesse a che siano più efficienti, se questo significa maggiori costi.

Ogni volta che si presenta, a scopo didattico, l'analisi dei costi nel ciclo di vita di un apparato, si fa una operazione matematica che è lecita solo e quando chi paga il consumo è la stessa persona fisica o lo stesso

ufficio che paga l'acquisto; quando questo non è verificato questa analisi dei costi rimane un esercizio accademico che viene del tutto ignorato per questioni di limiti di budget degli uffici acquisti o di altri parametri gestionali di maggiore rilevanza per la direzione dell'impresa o dell'amministrazione.

7.3 Disponibilità sul mercato dei componenti di qualità

Si tratta di un problema tipico di cane che si morde la coda, se i clienti non chiedono al loro fornitore usuale prodotti di qualità anche se più costosi, questi terrà a magazzino solo prodotti di maggior richiesta e che gli impegnano meno capitale.

È un tipico problema di mercato e di visibilità, basti guardare cosa è successo nei frigoriferi ove in pochi anni le classi di minori prestazioni energetiche sono del tutto sparite dagli scaffali; se le maggiori imprese chiedessero tutte prodotti di qualità, il negoziante perderebbe necessariamente quote di mercato se perseverasse nel tenere prodotti di classe inferiore (anche per questioni di perdita di immagine). Certamente ci sarà un transitorio nel quale il fornitore cercherà di offrire il prodotto standard, ma è il cliente che deve “convincerlo” a procurarsi in tempi brevi i prodotti di qualità migliore richiesti.

Spesso il fornitore si giustifica con la immediata disponibilità di prodotti di minor qualità a basso costo (rispetto alla carenza o indisponibilità immediata dei prodotti migliori), in realtà anche i paesi esportatori hanno prodotti di qualità pur sempre a prezzi concorrenziali.

7.4 La visione di sistema e le strategie di intervento

Apparecchiature e processi produttivi che utilizzano energia elettrica, richiedono un approccio sistemico che impone una attenta analisi dei carichi elettrici e delle correlazioni con le diverse fasi dei processi produttivi, al fine di poter individuare ed applicare le opportune strategie di intervento.

Tra queste citiamo:

- lo spostamento dei carichi nelle ore notturne di fascia F4 a tariffa più conveniente;
- la definizione delle sequenze dei carichi idonee a ridurre i picchi di assorbimento che comportano extracosti elevati a causa dei superi della potenza impegnata (è sufficiente un supero di pochi minuti per avere aggravii economici anche notevoli);
- la riduzione della potenza reattiva attraverso un opportuno rifasamento delle linee.

Anche quando scendiamo di livello, ed analizziamo i consumi elettrici dei sistemi azionati da motori elettrici o delle singole apparecchiature elettriche, l'approccio da mantenere deve essere “di sistema”.

Un sistema azionato da motore elettrico è costituito essenzialmente da un motore elettrico, da eventuali variatori di velocità, meccanici o elettrici, e dai carichi per la compressione dell'aria, il pompaggio, la

ventilazione o per applicazioni industriali, quali macchine rotative, mulini e macchinari per la movimentazione dei materiali (avvolgitori, nastri trasportatori, coclee).

L'approccio di sistema prevede una attenta analisi dell'efficienza energetica di tutti i componenti elettrici, meccanici ed elettrico-meccanici che compongono il sistema motore; occorre indagare l'efficienza del motore, il corretto dimensionamento, l'efficienza delle trasmissioni meccaniche e delle apparecchiature di uso finale (compressori, pompe, ventilatori, nastri trasportatori, coclee, ecc.), la possibilità/necessità/convenienza di usare un variatore di velocità elettronico sul motore, l'incidenza sull'efficienza del sistema della qualità della fornitura elettrica e delle pratiche di manutenzione.

I margini di risparmio energetico nei sistemi azionati da motore elettrico sono potenzialmente elevati, anche se è chiaro che l'entità effettiva del risparmio dipenderà dalle caratteristiche specifiche del sistema considerato e, in particolare, dalle ore annue di funzionamento dell'attrezzatura.

Anche quando considerati singolarmente, i principali componenti del sistema motore devono essere comunque analizzati in una logica "globale", che in questo caso significa un approccio LCC (*Life Cycle Costing*), come meglio approfondito al successivo paragrafo.

7.5 L'analisi del costo del ciclo di vita (LCCA)

La *Life Cycle Cost Analysis*, chiamata anche *Whole-Life Cost* o *Total Cost of Ownership*, è uno strumento economico che permette di valutare tutti i costi relativi ad un determinato progetto, dalla "culla" alla "tomba". Sono considerati e attualizzati tutti i costi, da quelli iniziali (investimenti, acquisizioni, progettazioni, installazioni), ai quelli futuri (sostituzione, manutenzione, spese energetiche, oneri finanziari), fino ad arrivare ai costi di smaltimento o di recupero. Questo permette al decisore di compiere scelte più oculate, in particolare:

- scegliere tra più alternative, applicabili sullo stesso sistema, quella economicamente più vantaggiosa (ad esempio selezionare, per un dato edificio, il sistema di riscaldamento: caldaia vs. pompa di calore);
- accettare o rifiutare un determinato progetto (ad esempio decidere se installare o meno un inverter);
- specificare il valore ottimale di un progetto che generi il maggior ritorno economico (ad esempio selezionare il valore ottimale delle perdite di un trasformatore).

La storia della *Life Cycle Cost Analysis* nasce nel 1930 negli USA, quando i costruttori edili capirono che l'entità dei costi di gestione dipendeva in gran parte dalla fase di progettazione e costruzione dell'edificio stesso. Apparve quindi evidente che non si poteva scegliere tra varie alternative basandosi esclusivamente sull'investimento iniziale richiesto, ma bisognava svolgere un'analisi più dettagliata per la stima dei costi

futuri. Lo strumento ha presto varcato i confini del settore edilizio, portando all'elaborazione di strumenti di analisi economica sempre più dettagliati, fino a giungere all'odierna LCCA.

Un'analisi di questo tipo può essere molto utile per mostrare in modo semplice la redditività economica di interventi di risparmio energetico anche a personale non tecnico.

In allegato al rapporto sulla "promozione delle tecnologie elettriche innovative" (predisposto anch'esso nell'ambito del Tema di ricerca 5.4.3.1 della Ricerca di Sistema), sono riportate 10 schede baste su fogli elettronici per semplificare la valutazione del LCC. Le prime 6 schede si riferiscono a elettrotecnologie efficienti con ampio potenziale di diffusione nei settori industriale e terziario. A queste si aggiungono anche 4 schede per la valutazione di interventi nel settore residenziale, rivolte sia alla maggior efficienza che all'eliminazione di usi poco efficienti dell'energia elettrica (solare termico in sostituzione di boiler elettrici).

7.6 Efficacia e limiti dell'analisi del costo del ciclo di vita: applicazione al caso dei motori elettrici

Lo studio della Confindustria⁵ individua l'introduzione dei motori elettrici ad alta efficienza e/o dei comandi a velocità variabile, nel settore industriale come uno strumento economicamente valido per ridurre i consumi di energia in Italia (sono stati valutati potenziali risparmi per circa 20 TWh/anno).

Un motore ha un costo di acquisto normalmente trascurabile rispetto al costo dell'energia che consumerà nella sua vita: quindi una scelta di qualità nell'acquisto è premiata nel corso della vita del motore stesso.

L'analisi del costo nel ciclo di vita (Life Cycle Cost Analysis) permette di valutare quale investimento iniziale è il più conveniente riferito all'intera vita del prodotto/servizio.

Sulla base di questa considerazione le finanziarie 2007 e 2008 prevedono una detrazione fiscale del 20% per gli acquisti dei motori elettrici ad alta efficienza ed inverter.

Al contrario delle aspettative questi provvedimenti non hanno avuto molto successo; nel corso del 2007 più di 110.000 cittadini hanno utilizzato il meccanismo delle detrazioni fiscali per lavori di ristrutturazione degli edifici, mentre meno di 600 richieste sono state presentate per motori e circa 2.000 per inverter. Nel 2008 la situazione per motori e inverter non dovrebbe essere molto cambiata, ma non sono ancora disponibili dati ufficiali

Quanto è successo non deve meravigliare in quanto occorre calare l'analisi delle soluzioni nella realtà quotidiana delle imprese; occorre analizzare come i vari meccanismi valutativi delle scelte sono percepiti dagli operatori ai vari livelli altrimenti si tratta di proposte astratte.

7.6.1 Validità del LCCA nel settore dei motori elettrici

Il calcolo dell'insieme dei costi di acquisto, esercizio, manutenzione, ed infine smontaggio e smaltimento di un dato componente è uno strumento potente per la valutazione globale del componente e per giudicare quale soluzione tecnologica permetta il più interessante risultato in termini di rapporti costi-benefici.

Si sono usate le parole “più interessante” e “in termini di costi-benefici” e non le parole “la soluzione ottimale con il massimo rapporto costi benefici” non per casualità ma proprio per richiamare l'attenzione sul fatto che ogni metodo anche se “matematicamente corretto” produce risultati che poi debbono essere gestiti da persone, che a seconda del contesto possono dare diversa priorità ai vari fattori ed applicare differenti metodi di valutazione e quindi differenti tassi di ammortamento, per i costi delle diverse fasi.

Il presupposto del LCCA è che le attività di acquisto, esercizio e consumo di energia, manutenzione e smaltimento abbiano un metro comune di misura, il costo, e che quindi sia possibile sommare questi numeri, ottenendo un parametro di valutazione economica globale.

Le varie fasi sono scaglionate nel tempo, questa è una difficoltà che “a livello matematico” è banalmente risolvibile, basta applicare alla spesa futura un tasso di sconto. Quindi, in un contesto omogeneo, ove tutte le varie fasi hanno una valutazione omogenea, è possibile associare ad ogni scelta di componente un costo economico nel ciclo di vita.

L'esperienza quotidiana ci indica però che solo in alcune situazioni la LCCA è utilizzata per valutare le proposte.

Per capire perché questo avviene occorre introdurre una analisi negli aspetti motivazionali e finanziari siano essi la disponibilità di risorse piuttosto che i coefficienti di rischio o di interesse associati ai diversi parametri, quindi specificamente ai vari valori numerici di costo e di prestazione.

Un primo problema si ha quando le prestazioni non possono essere garantite, ad esempio per un distributore elettrico è facile prevedere in modo affidabile il fattore di carico di un trasformatore di una cabina del centro città al momento della sua sostituzione, al contrario chi deve decidere su come attrezzare un'area di sviluppo artigianale ha molta più difficoltà nel proporre componenti ad alta efficienza per utenti di cui non si sa ancora nulla.

Altro problema è come quantizzare il valore di prestazione eccedente le specifiche. Spesso si ha una prestazione non facilmente monetizzabile ma di importanza fondamentale: il tempo di consegna.

Quando un motore si è rotto si è spesso forzati a sostituirlo con quello che è disponibile nel proprio magazzino o in quello del fornitore, che non sempre sono forniti di motori ad alta efficienza, vista la tendenza ad eliminare gli immobilizzi. Le forature degli ancoraggi e le altezze d'albero sono unificate per motori della stessa potenza, le sagome esterna possono essere un poco diverse ma, salvo casi particolari

⁵ “Proposte per il Piano Nazionale di Efficienza Energetica”, Task Force Efficienza Energetica - Commissione Energia di Confindustria.

non ci sono problemi per sostituire un motore vecchio con uno ad alta efficienza. Problemi nascono invece quando si hanno motori molto sovradimensionati, uno di potenza minore può avere una differente foratura per il montaggio o una differente altezza d'albero; nasce così una difficoltà che è costituita non tanto dal costo della lavorazione da fare, ma da una barriera organizzativa per dover trasformare un semplice lavoro di cambio di bulloni in qualcosa di più complicato; in ogni caso il motore vecchio può essere sostituito con uno di pari potenza ma ad alta efficienza, che avrà una curva di rendimento più piatta e perciò più adatto a funzionare a carichi ridotti.

Dal punto di vista organizzativo si osserva che occorre rendere la sostituzione dei vecchi motori un fatto non estemporaneo e non legato ai guasti, programmandola prima o con il proprio magazzino o col proprio fornitore o meglio ancora col proprio manutentore, col quale concordare una politica di adeguamento degli azionamenti da effettuare in occasione delle revisioni annuali degli impianti.

Un secondo problema nasce quando il costo delle varie fasi non ricade sullo stesso soggetto. E' questo il caso di chi costruisce una macchina operatrice, assemblando vari elementi che lui compra e che spesso dovrà mantenere o sostituire in caso di guasto, ma non sarà lui a pagare il consumo, per cui monterà di serie motori affidabili ma economici, potrà avere in catalogo anche la versione "plus" con il motore ad alta efficienza, ma sarà molto più costosa e con tempi lunghi di consegna quindi il commerciale non la promuoverà.

Il problema diventa ancor più intricato, al limite "equivoco", quando il soggetto è lo stesso ma le diverse fasi appartengono a diversi uffici o a diverse contabilità tra loro non comunicanti, o peggio ancora a diversi clienti. Il dott. Cuccia è stato citato per anni per la sua frase " le quote azionarie non si contano ma si pesano", questo vale sia nel pubblico che nel privato.

Ad esempio un Comune può avere appaltato l'intero servizio di illuminazione pubblica (installazione e manutenzione lampade, consumo, manutenzione generale) alla sua Azienda Municipalizzata; può succedere che, mentre si è molto sensibili al costo delle lampade e dell'elettricità, spese che vanno "fuori", si può essere meno sensibili alle spese di manutenzione; ci si preoccuperà meno di ridurle di modo che l'Azienda sia sempre pronta a rispondere alle richieste della amministrazione e i soldi rimangano in casa: se l'Azienda avrà un migliore bilancio potrà assumere persone o sponsorizzare una iniziativa di valenza locale.

Un amministratore di ospedale, incarico di nomina politica legata allo "spoil system", sarà poco interessato a risparmiare spese di manutenzione future, quando lui non sarà più lì; al contrario è interessato ad acquisire più prestazioni oggi per valorizzare il suo operato.

Nelle imprese esistono procedure decisionali e budget annuali diversi per le spese di consumo e per le spese di investimento, con regole che cambiano di volta in volta a seconda del contesto politico-economico.

Sostituire un motore rotto ammette una procedura di urgenza presso l'ufficio acquisti; sarebbe l'occasione economicamente valida per acquistare un motore più efficiente, addebitando ad "investimento" solo il delta costo rispetto al costo del modello più commerciale.

Però se l'azienda ha scarsità di cassa, la spinta a rifiutare questa maggiore resa sarà molto forte; d'altra parte la cifra sarà spesso limitata e non converrà andare a cercare finanziamenti esterni, magari il castelletto è esaurito; in ogni caso poi il richiedente del nuovo motore fa parte dell'ufficio tecnico e non sa nulla di finanza e tanto meno di tutte queste procedure interne, come non può sapere nulla delle procedure per accedere agli incentivi.

Può così succedere che si rinuncia oggi ad un miglioramento di efficienza con tempo di ritorno di pochi mesi mentre in altra parte dell'azienda, o in altro momento, si sostituiscono impianti funzionanti con investimenti proposti da esperti esterni di prestigio, con tempi di ritorno molto più lunghi e con maggiori incertezze.

7.6.2 Possibili vie di soluzione

Pensare di essere di fronte ad una condanna divina che obbliga il tecnico a soccombere rispetto alla direzione amministrativa, non porta molto lontano.

Il vincolo è finanziario quindi la risposta non può essere che finanziaria.

La prima richiesta è la promozione della crescita del tecnico, anche sugli aspetti economico-finanziari, senza la quale ogni provvedimento è inefficace.

La seconda richiesta è che da parte delle associazioni di categoria, e da Confindustria, si metta a punto una procedura di contabilità, che tenga conto delle prassi degli uffici acquisti, per evidenziare la differenza dei costi rispetto alle soluzioni commerciali ed il risparmio nel ciclo di vita.

La terza richiesta, la più specifica riguarda e passa per lo strumento delle ESCo (Energy Service Company). Nel settore pubblico alcune applicazioni, quali l'illuminazione pubblica, non hanno praticamente rischio d'impresa, altre lo hanno molto limitato; la situazione è simile in molte strutture del terziario, è questo quindi lo spazio ottimale per le ESCo che con un contratto pluriennale piuttosto lungo, diano subito un sensibile bonus economico al soggetto prioritario per invogliarlo all'operazione. Considerando la possibilità di standardizzare gli aspetti contrattuali ed i risparmi rispetto ad una limitata gamma di situazioni di partenza, potrebbe esservi un preciso spazio per interventi della Consip.

Nel settore produttivo di beni e servizi invece c'è meno accettazione del fatto di mettersi nelle mani di un terzo, non si vuole che un altro guadagni a spese delle proprie inefficienze, anche se per mancate priorità nell'utilizzo delle risorse umane e finanziarie non si pone mano ad esse.

Nel recente passato la risposta sarebbe stata l'esternalizzazione; la crisi della finanza "creativa" ha messo in luce i rischi di divenire un bosco di alberi rinsecchiti senza più rami a forza di contrarsi nel core business o, come dice un collega, di scoprire all'improvviso di avere ceduto a terzi la retromarcia.

La proposta non consiste, quindi, nell'auspicare il ritorno alle vecchie strutture verticalmente ed orizzontalmente integrate, ma nel proporre che si crei una funzione di ESCo interna all'impresa: una struttura con una dotazione iniziale di capitale, che senza occuparsi del core business, si occupi di promuovere l'efficienza strutturale dell'impresa, e la crescita di competenze della stessa, gestendo le competenze poco utilizzate ed i risultati degli interventi a basso rischio anche se a redditività minore.

Una funzione di questo tipo avrebbe un suo business "tranquillo" con due funzioni, una legata alla riduzione dei costi marginali, anche a mercato calante, anche con l'aiuto dei contributi dei titoli di efficienza, mentre la seconda sarebbe quella della crescita costante delle competenze interne, di premiare la creatività del personale, di fidelizzarlo all'impegno, senza troppi traumi e sobbalzi, creando spazi interni per il proprio personale esperto ma anziano. Riguardo infine agli esperti anziani, almeno le due definizioni sono presenti alla stessa persona, è piuttosto la mancanza di fantasia, invece che un obbligo, prospettare loro solo il prepensionamento.

La valutazione del costo nel corso della vita di un di un servizio o di un prodotto è una metodologia già applicata con successo all'interno di grandi strutture tecniche che autogestiscono i propri impianti (ad esempio distributori di elettricità).

In altri settori con attività più diversificate il metodo LCCA può essere uno strumento potente, anche perché di più semplice comprensione da parte di personale non tecnico; in alcuni casi però i potenziali di risparmio energetico ed economico individuati possono essere sfruttati solo attraverso strutture di servizio di forte qualificazione per le quali la somma dei vari costi sia un concetto ben evidente e ben applicabile.

7.7 Politiche di gestione degli apparecchi che consumano energia elettrica

Nella scelta degli apparecchi per l'uso finale dell'energia (dalle lampade, ai motori elettrici industriali, agli elettrodomestici), sono finora prevalsi, e prevalgono tuttora, gli aspetti legati al costo (quello di acquisto, il più basso possibile), alla sicurezza (la più elevata possibile, compatibilmente con costi contenuti), alla praticità (di installazione, manutenzione, utilizzo), all'estetica.

Se poi si considera l'efficienza globale dei sistemi di utilizzo dell'energia elettrica, il raggiungimento ed il mantenimento di performance energetiche elevate non può essere limitato agli interventi sui componenti, anche quando si va a migliorare l'efficienza di molti di essi.

Chi si deve occupare della gestione degli aspetti energetici relativi ad interventi di efficienza energetica (energy manager, progettista, manutentore, ecc.), dovrebbe prendere in considerazione anche gli aspetti manageriali che costituiscono la naturale integrazione degli interventi tecnici di efficienza intrapresi.

Devono essere coinvolti i settori della progettazione, degli acquisti dei componenti, della manutenzione, con l'introduzione di specifiche tecniche di progetto e d'acquisto del macchinario che rispettino precise prescrizioni di natura tecnica improntate all'efficienza energetica.

Le prescrizioni dovranno prevedere ad esempio:

- acquisto di apparecchi ad alta efficienza (motori eff1, trasformatori a perdite ridotte, lampade fluorescenti compatte con alimentatore incorporato o, per gli impianti di pubblica illuminazione, lampade a vapori di sodio ad alta pressione, ecc.);
- dimensionamento dei motori elettrici affinché il fattore di carico risulti maggiore di 0,7;
- installazione dei variatori di velocità, dove possibile e conveniente.

L'analisi costi-benefici, affrontata con l'ausilio della metodologia basata sul *Life Cycle Cost Analysis* (LCCA), consente di giungere ad una minimizzazione dei costi totali.

Infine, l'introduzione di misuratori per il monitoraggio dei consumi rappresenta un ulteriore aspetto di buona gestione energetica. Questa iniziativa è maggiormente efficace quanto più si riesce a monitorare localmente singole linee o singoli macchinari (la scelta, ovviamente, deve essere effettuata in base a considerazioni di importanza dal punto di vista energetico). I dati raccolti consentono di avere la mappa della distribuzione dei consumi energetici e la valutazione dei relativi costi, e forniscono all'energy manager la base per la definizione degli specifici interventi di risparmio energetico e dell'ordine di priorità da seguire nella realizzazione graduale degli stessi.

8. References

- [1] <http://www.cemep.org/index.php?id=21>
- [2] CESI, 2003, Impatto energetico ed economico dell'utilizzo di motori elettrici ad efficienza migliorata. Analisi sul parco motori di un'acciaieria italiana. Rapporto SFR-A3/014642
- [3] Hassan, M.Y.; Majid, M.S.; Rahman, H.A. 2000. Application of energy efficient motor in Malaysian industries. 2000. TENCON 2000. Proceedings Volume 2, 24-27 Sept. 2000 Page(s):97 - 102 vol.2
- [4] Pillay, P. 1995. Practical considerations in applying energy efficient motors in the petrochemical industry; Industry Applications Society 42nd Annual Petroleum and Chemical Industry Conference. 11-13 Sept. 1995 Page(s):197 - 207
- [5] Petrecca G., 1993, INDUSTRIAL ENERGY MANAGEMENT-Principles and applications. Kluwer Academic Publishers. London. Pg 430.
- [6] Irvine, G.; Gibson, I.H., 2002, VF drives as final control elements in the petroleum industry; Industry Applications Magazine, IEEE Volume 8, [Issue 4](#), July-Aug. 2002 Page(s):51 - 60
- [7] Rice, D.E. 1988, A suggested energy-savings evaluation method for AC adjustable-speed drive applications; IEEE Transactions on Industry Applications, Volume 24, [Issue 6](#), Nov.-Dec. 1988 Page(s):1107 - 1117
- [8] Irvine, G.; Gibson, I.H.; 2000, The use of variable frequency drives as a final control element in the petroleum industry, IEEE Industry Applications Conference, Volume 4, 8-12 Oct. 2000 Page(s):2749 - 2758
- [9] Eliason, John R.; Fisher, Brian S. 1977. Large Adjustable Speed Fan Drives Including Static Converter Developments for Cement Plants. IEEE Transactions on Industry Applications, Volume IA-13, [Issue 6](#), Nov. Page(s):557 - 562
- [10] Paul, B.N.; Schaadt, J.L.; 2003; Critical process drive selection for a cement plant. [Cement Industry Technical Conference, 2003. IEEE-IAS/PCA 2003](#). 4-9 May. Page(s):21 - 35
- [11] Giancarlo Catone. 2003. **Macchine - Regolazione dei ventilatori –Manuali HOEPLI - Prontuario dell'ingegnere** -a cura di Guadagni A. Edilizia - Geotecnica - Rilevamento - Territorio - Idraulica - Chimica - Macchine - Energetica - Elettrotecnica - Elettronica - Informatica - Telecomunicazioni - Economia aziendale - Produzione - Ambiente - Qualità e sicurezza, Nuova edizione riveduta e aggiornata Pagine XXII-970
- [12] Vio M. 2006. CDA •L'inverter nei gruppi frigoriferi. n. 6 giugno 2006 • www.reedbusiness.it
- [13] T. Q. Qureshi and S. A. Tassou. 1995. VARIABLE-SPEED CAPACITY CONTROL IN REFRIGERATION SYSTEMS Department of Mechanical Engineering, Brunel University, Uxbridge, Middlesex UB8 3PH, U.K

-
- [14] CESI,2001,APPLICAZIONI DELLA TECNOLOGIA A POMPA DI CALORE (PDC) NEI PRINCIPALI SETTORI INDUSTRIALI. Rapporto SFR-A1/018331 pg.54
- [15] Schibuola L., 2002, La pompa di calore elettrica reversibile nelle sue applicazioni. Progetto Leonardo Bologna Pg 180.
- [16] CESI,2001,APPLICAZIONI DELLA TECNOLOGIA A POMPA DI CALORE (PDC) NEI PRINCIPALI SETTORI INDUSTRIALI. Rapporto SFR-A1/018331 pg.54
- [17] Torselli C., 2002, ELETTROTECNOLOGIE EFFICIENTI PER LO SVILUPPO DELLE IMPRESE. Ricicla energia 2002: OPPORTUNITÀ PER GLI ENERGY MANAGER PER L'ATTUAZIONE DEI DECRETI SULL'EFFICIENZA ENERGETICA. Rimini 7 Novembre
- [18] CESI, 2003, STIMA DEL POTENZIALE DI APPLICAZIONE DELLA COMPRESSIONE MECCANICA DEL VAPORE (CMV) IN ITALIA. Rapporto SFR-A3/019079. Pg. 33.
- [19] CESI, 2000, ESPLORAZIONE DEI PROCESSI PRODUTTIVI NELL'INDUSTRIA ITALIANA: INDIVIDUAZIONE DELLE ELETTROTECNOLOGIE UTILIZZABILI IN OGNI FASE DI PROCESSO. Rapporto SFR-A0/021458. Pg 56
- [20] www.stalam.com/downloaddoc.php?f=all_123_1_LWIR_ITA.pdf&id=123&r=3
- [21] Autori vari. 2008. Il riscaldamento a microonde. Principi ed applicazioni. Pitagora Editrice – Bologna
- [22] CESI, 2000, ESPLORAZIONE DEI PROCESSI PRODUTTIVI NELL'INDUSTRIA ITALIANA: INDIVIDUAZIONE DELLE ELETTROTECNOLOGIE UTILIZZABILI IN OGNI FASE DI PROCESSO. Rapporto SFR-A0/021458. Pg 56
- [23] Studio CSE 1997 - THE SAVE PROJECT - THE ITALIAN ACTIVITY
- [24] Studio CSE CESI 2002 - IL PARCO MOTORI IN ITALIA – Aggiornamento al 2002 e proiezione al 2010
- [25] CESI, 2003, LINEE GUIDA PER LA VALUTAZIONE DI INTERVENTI DI RISPARMIO ENERGETICO: INSTALLAZIONE DI SISTEMI ELETTRONICI DI REGOLAZIONE DI FREQUENZA IN MOTORI ELETTRICI OPERANTI SU SISTEMI DI POMPAGGIO. Rapporto SFR-A3/003935. Pg47
- [26] Chau, K.T.; Chan, C.C.; Chunhua, Liu 2008. Overview of permanent-Magnet Brushless Drives for electric and hybrid electric Vehicles. IEEE Transactions on Industrial Electronics, Volume 55 NO 6.
- [27] Automazione integrata. Rivista digitale. Gennaio 2006. Servoazionamenti nel tessile. Pag 43
- [28] Chan,C.C.; Chau, K.T.; Jiang, J.Z.; Xia, W.; Meiling Zhu; Zhang, Ruoju. 1996. Novel Permanent Magnet Motor for Electric Vehicles. IEEE Transactions on Industrial Electronics, Volume 43 NO 2
- [29] Zeraoulia M.; Benbouzid M.E.H.; Diallo D. Electric Motor Drive Selection Issues for HEV Propulsion System: a Comparative Study. IEEE Laboratoire d'Ingenierie Mecanique et Electrique (LIME), IUT of Brest, University of Western Brittany.

-
- [30] Anglani N. Petrecca G., Pondrano P., 2001, Proceedings of the 6th annual international conference: advances in industrial engineering theory applications practice. SIMULATION, PLANNING AND CONTROL OF A CENTRAL COMPRESSED AIR PLANT FOR A MORE EFFICIENT ENERGY USE. San Francisco 18-20 Nov.
- [31] Anglani N., Mariani D., Petrecca G. 2002. Opportunities and barriers to energy efficiency implementation in the Italian industrial sector: an open matter. INEDIS workshop: Policy Modelling for Industrial Energy Use, Seoul, Korea November 7-8 pag.105-113.
- [32] Anglani N. 2007. "Accruing white certificates by means of energy saving projects targeting variable speed drive compressors". In the proceedings of EEMODS (International conference on Energy Efficiency in MOrtor Driven Systems) 2007. Beijin June 11-13
- [33] Autori vari, 2000, I bigini dell'aria compressa, edizione Emme.CI.
- [34] Autori vari, 2001, Compressed air systems in the European union. Ed. Radgen P. Blaustein E.
- [35] AEEG, 2008, AGGIORNAMENTO DEL FATTORE DI CONVERSIONE DEI kWh IN TEP CONNESSO AL MECCANISMO DEI TITOLI DI EFFICIENZA ENERGETICA. DCO 02/08. 20 Febbraio.
- [36] Databank CSE, aggiornamento 2009. Audit energetici nel settore terziario.

9. Note sugli autori

Norma Anglani è ricercatrice presso il Dipartimento di Ingegneria Elettrica dell'Università degli Studi di Pavia. È professore aggiunto per i corsi di (i) Energetica Elettrica Laboratorio (sede Pavia), (ii) Pianificazione delle Trasformazioni Energetiche (sede di Pavia) e (iii) Impianti per la produzione e distribuzione dell'energia (sede di Mantova), allievi elettrici ed ambientali. E' uno degli esperti, in campo nazionale ed internazionale, di energetica elettrica e modelli energetici per la pianificazione. Nell'ambito delle applicazioni industriali di macchine elettriche si occupa ultimamente di metodologie di risparmio energetico specifiche per il settore dell'aria compressa, del cui nascente laboratorio, in seno al dipartimento, è la responsabile scientifica. Ha curato gli aspetti tecnico-scientifici relativi alla normativa italiana ed europea, alle tecnologie elettriche trasversali, predisponendone i contenuti e coordinando il gruppo di lavoro del dipartimento.

Paolo Mura è collaboratore di ricerca presso il Dipartimento di Ingegneria Elettrica dell'Università degli Studi di Pavia. Sta completando la propria specializzazione nell'ambito delle tecnologie low carbon impact ed è anche esperto nell'ambito della certificazione energetica. Ha curato gli aspetti tecnico-scientifici relativi alle elettrotecnologie indagate, predisponendone i contenuti e lavorando su un'ampia ricerca bibliografica.

Giovanni Petrecca è stato direttore del Dipartimento di Ingegneria Elettrica dell'Università degli Studi di Pavia, presidente del Consiglio di Corso di Laurea di ingegneria elettrica ed è attualmente coordinatore del curriculum energetico del nuovo corso di laurea in Ingegneria Industriale. È professore ordinario di Conversioni elettromeccaniche ed anche di Energetica Elettrica (nel passato di Macchine Elettriche Speciali e Metodi Non Convenzionali di Conversione dell'Energia). E' uno degli maggiori esperti, in campo nazionale ed internazionale, di efficienza energetica sia nel settore industriale sia nel terziario. Ultimamente l'ambito di ricerca si è orientato anche sulle tematiche delle biomasse e celle a combustibile. Ha curato gli aspetti tecnico-scientifici delle diverse elettrotecnologie trasversali e l'utilizzo degli audit industriali, predisponendo le linee guida del lavoro e della matrice topologica di sintesi, coordinando il gruppo di lavoro del dipartimento.

Giuseppe Tomasetti è vice-presidente della Federazione Italiana per l'uso Razionale dell'Energia (FIRE). E' uno dei maggiori esperti nazionali nel campo dell'efficienza energetica e dell'uso razionale dell'energia. Ha curato gli aspetti di definizione delle barriere alla diffusione delle tecnologie trattate,

fornendo, anche attraverso un filtro sapiente dei contributi degli operatori del settore, gli elementi per l'identificazione delle strategie di intervento.

Daniele Forni è Responsabile Tecnico della Federazione Italiana per l'uso Razionale dell'Energia (FIRE). È ingegnere esperto di tecnologie efficienti e di normativa tecnica in ambito energetico ed impiantistico. Ha curato principalmente alcuni aspetti legati all'analisi con metodologia *Life Cycle Costing* (LCC).

Ennio Ferrero è responsabile scientifico per ENEA del tema di ricerca "*Promozione delle tecnologie elettriche innovative negli usi finali*" nell'ambito dell'Accordo di Programma tra il Ministero dello Sviluppo Economico e l'ENEA. È esperto di efficienza energetica e tecnologie efficienti; ha curato l'impostazione dello studio, definendone l'inquadramento nell'ambito delle attività relative al citato tema di ricerca e dei contenuti in funzione delle esigenze del target d'utenza individuato. Ha contribuito all'analisi delle barriere e all'individuazione delle strategie di intervento.

10. Allegati

ALLEGATO A

DA 15.51		
	<20kW	>20kW
tec 1	16,3%	10,7%
tec 2	7,8%	5,1%
tec 3	3,1%	2,0%
tec 4	14,2%	9,3%
tec 5	5,8%	3,8%

DA sub 15.51									
		pmp	vent	cF	cA	agitatori	processo	movimentazione	altro
	78,13%	12,9%	5,1%	23,5%	9,6%	3,1%	0%	0%	23,9%
< 20 kW	60,5%	7,8%	3,1%	14,2%	5,8%	1,9%	0,0%	0,0%	14,5%
> 20 kW	39,5%	5,1%	2,0%	9,3%	3,8%	1,2%	0,0%	0,0%	9,5%
	tec A	2	3	4	5	1	1	1	1
	tec B								

DA 15.13		
	<20kW	>20kW
tec 1	9,6%	28,6%
tec 2	4,5%	13,4%
tec 3	3,5%	10,5%
tec 4	1,4%	4,1%
tec 5	0,6%	1,8%

DA sub 15.13									
		pmp	vent	cF	cA	agitatori	processo	movimentazione	altro
	78,00%	17,9%	14,0%	5,5%	2,3%	0,0%	38%	0%	0,0%
< 20 kW	25,1%	4,5%	3,5%	1,4%	0,6%	0,0%	9,6%	0,0%	0,0%
> 20 kW	74,9%	13,4%	10,5%	4,1%	1,8%	0,0%	28,6%	0,0%	0,0%
	tec A	2	3	4	5	1	1	1	1
	tec B								

DA 15.3		
	<20kW	>20kW
tec 1	10,4%	10,8%
tec 2	18,8%	19,4%
tec 3	2,1%	2,2%
tec 4	4,2%	4,3%
tec 5	6,3%	6,5%

DA sub 15.3									
		pmp	vent	cF	cA	agitatori	processo	movimentazione	altro
	85,00%	38,3%	4,3%	8,5%	12,8%	0,0%	0%	17%	4,3%
< 20 kW	49,2%	18,8%	2,1%	4,2%	6,3%	0,0%	0,0%	8,4%	2,1%
> 20 kW	50,8%	19,4%	2,2%	4,3%	6,5%	0,0%	0,0%	8,6%	2,2%
	tec A	2	3	4	5	1	1	1	1
	tec B								

DA 15.84		
	<20kW	>20kW
tec 1	29,7%	16,4%
tec 2	5,2%	2,9%
tec 3	9,4%	5,2%
tec 4	7,3%	4,0%
tec 5	0,5%	0,3%

DA sub 15.84									
		pmp	vent	cF	cA	agitatori	processo	movimentazione	altro
	80,85%	8,1%	14,6%	11,3%	0,8%	0,0%	0%	46%	0,0%
< 20 kW	64,4%	5,2%	9,4%	7,3%	0,5%	0,0%	0,0%	29,7%	0,0%
> 20 kW	35,6%	2,9%	5,2%	4,0%	0,3%	0,0%	0,0%	16,4%	0,0%
	tec A	2	3	4	5	1	1	1	1
	tec B								

DB 17		
	<20kW	>20kW
tec1	35,9%	11,1%
tec2	15,5%	0,0%
tec 3	2,6%	0,0%
tec 11	37,3%	0,0%
tec 12	37,3%	0,0%

DB 17							
		cucina colori	pozzi	stampa a mano	stampa a macchina	lavaggio	vaporis / finis saggio
	85,70%	2,6%	1,3%	7,7%	22,5%	14,2%	24,0%
< 20 kW	74,6%	2,6%	1,3%	7,7%	11,4%	14,2%	24,0%
> 20 kW	11,1%	0,0%	0,0%	0,0%	11,1%	0,0%	0,0%
	tec A	1	2	1	1	1	11
	tec B	3				2	12

Accordo di Programma MSE-ENEA:

Ricognizione sulle tecnologie elettriche nelle applicazioni industriali e del terziario

DB 18		
	<20kW	>20kW
tec 1	56,47%	20,96%
tec 2	0,82%	0,00%
tec 5	9,87%	0,00%
tec 7	18,29%	0,00%
tec 11	3,56%	0,00%
tec 12	3,56%	0,00%

DB	18					
		aria compressa	centrale termica	cucitrici e tagliatrici	stiratrici	altri macchinari
		80,99%	9,87%	0,82%	18,29%	3,56%
< 20 kW		60,03%	9,87%	0,82%	18,29%	3,56%
> 20 kW		20,96%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	tec A	5	1	1	11	1
	tec B	1	2	7	12	

DC 19		
	<20kW	>20kW
tec 1	43,80%	32,38%
tec 2	11,24%	0,00%
tec 5	0,00%	12,60%

DC	19			
		aria compressa	centrale termica	processo
		76,18%	12,60%	11,24%
< 20 kW		43,80%	0,00%	11,24%
> 20 kW		32,38%	12,60%	0,00%
	tec A	5	1	1
	tec B	1	2	

DD 20		
	<20kW	>20kW
tec 1	50,03%	36,30%

DD	20			
		officina	preparazione	macchinari
		86,33%	2,24%	46,24%
< 20 kW		50,03%	2,24%	26,86%
> 20 kW		36,30%	0,00%	19,38%
	tec A	1	1	1
	tec B			

DE 21		
	<20kW	>20kW
tec 1	30,30%	51,11%
tec 2	5,87%	2,79%
tec 5	3,70%	2,96%
tec 6	10,43%	22,58%

DE	21						
		dep H2O	centrale termica	officina	aria compressa	preparazione	macchina continua
		86,67%	5,26%	3,41%	1,79%	6,65%	36,56%
< 20 kW		32,77%	2,46%	3,41%	1,79%	3,70%	10,99%
> 20 kW		53,90%	2,79%	0,00%	0,00%	2,96%	25,57%
	tec A	2	2	1	5	1	6
	tec B		1		1		1

DF		
	<20kW	>20kW
tec 1	18%	71%

DF			
		servizi vari	processo
		88,37%	38%
< 20 kW		17,59%	7%
> 20 kW		70,78%	32%
	tec A	1	1
	tec B		

DG 24.16		
	<20kW	>20kW
tec 1	2,3%	2,0%
tec 2	5%	5%
tec 3	2,1%	1,9%
tec 4	1,0%	0,8%
tec 5	8,4%	7,4%

DG	sub 24.16								
		pmp	vent	cF	cA	agitatori	processo	movimentazione	altro
		36,00%	10,1%	4,0%	1,8%	15,8%	0,0%	0%	1%
< 20 kW		53,0%	5,3%	2,1%	1,0%	8,4%	0,0%	0,0%	0,8%
> 20 kW		47,0%	4,7%	1,9%	0,8%	7,4%	0,0%	0,0%	0,7%
	tec A	2	3	4	5	1	1	1	1
	tec B								

Accordo di Programma MSE-ENEA:

Ricognizione sulle tecnologie elettriche nelle applicazioni industriali e del terziario

DJ 28		
	<20kW	>20kW
tec1	53%	22%
tec2	5%	4%
tec5	3%	0%

DJ	28							
		aria compressa	centrale termica	torneria	foratura/fresatura	rettifica	montaggio	
		75,42%	3%	9%	26%	12%	23%	2%
< 20 kW		53,30%	3%	5%	15%	10%	19%	2%
> 20 kW		22,13%	0%	4%	12%	2%	4%	0%
	tec A		5	1	1	1	1	1
	tec B		1	2	7			

DK		
	<20kW	>20kW
tec1	54%	17%
tec2	3%	0%
tec3	22%	0%
tec5	3%	0%

DK					
		centrale termica	aria compressa	macchine processo	aspirazione reparti
		70,92%	3%	3%	43%
< 20 kW		54,36%	3%	3%	27%
> 20 kW		16,56%	0%	0%	17%
	tec A		1	5	1
	tec B		2	1	3

DL		
	<20kW	>20kW
tec 1	59%	27%
tec 2	3%	1%

DL					
		centrale termica	servizi vari	presse/espressori	altri macchinari processo
		85%	4%	21%	48%
< 20 kW		59%	3%	10%	35%
> 20 kW		27%	1%	10%	12%
	tec A		1	1	1
	tec B		2		

DM34		
	<20kW	>20kW
tec1	57%	25%

DM			
		servizi vari	processo
		82,65%	22%
< 20 kW		57,20%	16%
> 20 kW		25,45%	6%
	tec A		1
	tec B		

ALLEGATO B

DATI SUL SETTORE	DA	Alimentare			
sub		15			
	2001	2005	2020		
	en elettrica	en elettrica	en elettrica	% sul totale	% sul totale
	consumata	consumata	consumata	2001	2005
	GWh/a	GWh/a	GWh/a	consumato	consumato
15 - Industrie alimentari e					
delle bevande	12.044	13004,5	17382	100%	100%
15.5 alimentare-caseario	1.454	1.570	2.098	12%	12%
15.9 alimentare -bevande	1.002	1.082	1.446	8%	8%
15.3 alimentare-conservie	802	866	1.158	7%	7%
15.81 alimentare-dolciario	5.865	6.333	8.465	49%	49%
	12.044	13004,5	17382		
fonte	terna	terna	stima		
Fattore di progressione 2001/2020		23%			

Accordo di Programma MSE-ENEA:

Ricognizione sulle tecnologie elettriche nelle applicazioni industriali e del terziario

TEC1		2001		2020		94,73
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	Risparmio GWh
15.5 alimentare-caseario		16,34%	10,69%	20,13%	13,16%	11,21
15.9 alimentare -bevande				0,00%	0,00%	0,00
15.3 alimentare-conservie		10,45%	10,80%	12,87%	13,31%	4,52
15.84 alimentare-dolciario		29,68%	16,40%	36,56%	20,20%	79,00
	min TEC 1	2%	1%			
	max TEC 1	2%	1%			
	valore risparmio applicato	2,00%	1,00%			
TEC2		2001		2020		430,13
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	Risparmio GWh
15.5 alimentare-caseario		7,77%	5,08%	9,57%	6,26%	83,02
15.9 alimentare -bevande				0,00%	0,00%	0
15.3 alimentare-conservie		18,80%	19,45%	23,16%	23,96%	136,3769371
15.84 alimentare-dolciario		5,21%	2,88%	6,41%	3,54%	210,73
	min TEC 2	25%	25%			
	max TEC 2	25%	25%			
	valore risparmio applicato	25,00%	25,00%			
TEC3		2001		2020		341,80
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	Risparmio GWh
15.5 alimentare-caseario		3,07%	2,01%	3,78%	2,47%	26,219
15.9 alimentare -bevande				0,00%	0,00%	0,000
15.3 alimentare-conservie		2,09%	2,16%	2,57%	2,66%	12,122
15.84 alimentare-dolciario		9,37%	5,18%	11,55%	6,38%	303,454
	min TEC 3	20%	20%			
	max TEC 3	20%	20%			
	valore risparmio applicato	20,00%	20,00%			
TEC4		2001		2020		381,96
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	Risparmio GWh
15.5 alimentare-caseario		14,24%	9,31%	17,54%	11,47%	121,699
15.9 alimentare -bevande				0,00%	0,00%	0,000
15.3 alimentare-conservie		4,18%	4,32%	5,15%	5,32%	24,245
15.84 alimentare-dolciario		7,29%	4,03%	8,98%	4,96%	236,020
	min TEC 4	20%	20%			
	max TEC 4	20%	20%			
	valore risparmio applicato	20,00%	20,00%			

Accordo di Programma MSE-ENEA:

Ricognizione sulle tecnologie elettriche nelle applicazioni industriali e del terziario

TEC5		2001		2020		44,17
						Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
15.5 alimentare-caseario		5,82%	3,81%	7,17%	4,69%	19,675
15.9 alimentare -bevande				0,00%	0,00%	0,000
15.3 alimentare-conserve		6,27%	6,48%	7,72%	7,99%	18,492
15.84 alimentare-dolciario		0,52%	0,29%	0,64%	0,35%	5,999
min TEC5		0%	20%			
max TEC 5		0%	20%			
valore risparmio applicato		0,00%	20,00%			
TEC6		2001		2020		0,00
						Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
15.5 alimentare-caseario				0,00%	0,00%	0,00
15.9 alimentare -bevande				0,00%	0,00%	0
15.3 alimentare-conserve				0,00%	0,00%	0
15.84 alimentare-dolciario				0,00%	0,00%	0,00
min TEC 6		5%	5%			
max TEC 6		5%	5%			
valore risparmio applicato		5,00%	5,00%			
TEC7		2001		2020		0,00
						Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
15.5 alimentare-caseario				0,00%	0,00%	0,00
15.9 alimentare -bevande				0,00%	0,00%	0
15.3 alimentare-conserve				0,00%	0,00%	0
15.84 alimentare-dolciario				0,00%	0,00%	0,00
min TEC 7		10%	10%			
max TEC 7		10%	10%			
valore risparmio applicato		10,00%	10,00%			
TEC8		2001		2020		0,00
						Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
15.5 alimentare-caseario				0,00%	0,00%	0,00
15.9 alimentare -bevande				0,00%	0,00%	0
15.3 alimentare-conserve				0,00%	0,00%	0
15.84 alimentare-dolciario				0,00%	0,00%	0,00
min TEC 8		10%	15%			
max TEC 8		10%	15%			
valore risparmio applicato		10,00%	15,00%			
TEC9		2001		2020		0,00
						Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
15.5 alimentare-caseario				0,00%	0,00%	0,00
15.9 alimentare -bevande				0,00%	0,00%	0
15.3 alimentare-conserve				0,00%	0,00%	0
15.84 alimentare-dolciario				0,00%	0,00%	0,00
min TEC 9		5%	10%			
max TEC 9		5%	10%			
valore risparmio applicato		5,00%	10,00%			

Accordo di Programma MSE-ENEA:

Ricognizione sulle tecnologie elettriche nelle applicazioni industriali e del terziario

TEC10		2001		2020		0,00
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	Risparmio GWh
15.5 alimentare-caseario				0,00%	0,00%	0,00
15.9 alimentare -bevande				0,00%	0,00%	0
15.3 alimentare-conserve				0,00%	0,00%	0
15.84 alimentare-dolciario				0,00%	0,00%	0,00
	min TEC 10	0%	0%			
	max TEC 10	0%	0%			
	valore risparmio applicato	0,00%	0,00%			
TEC11		2001		2020		0,00
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	Risparmio GWh
15.5 alimentare-caseario				0,00%	0,00%	0,00
15.9 alimentare -bevande				0,00%	0,00%	0
15.3 alimentare-conserve				0,00%	0,00%	0
15.84 alimentare-dolciario				0,00%	0,00%	0,00
	min TEC 11	0%	0%			
	max TEC 11	0%	0%			
	valore risparmio applicato	0,00%	0,00%			
TEC12		2001		2020		0,00
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	Risparmio GWh
15.5 alimentare-caseario				0,00%	0,00%	0,00
15.9 alimentare -bevande				0,00%	0,00%	0
15.3 alimentare-conserve				0,00%	0,00%	0
15.84 alimentare-dolciario				0,00%	0,00%	0,00
	min TEC 12	0%	0%			
	max TEC 12	0%	0%			
	valore risparmio applicato	0,00%	0,00%			
TEC13		2001		2020		0,00
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	Risparmio GWh
15.5 alimentare-caseario				0,00%	0,00%	0,00
15.9 alimentare -bevande				0,00%	0,00%	0
15.3 alimentare-conserve				0,00%	0,00%	0
15.84 alimentare-dolciario				0,00%	0,00%	0,00
	min TEC 13	0%	3%			
	max TEC 13	0%	3%			
	valore risparmio applicato	0,00%	3,00%			

DATI SUL SETTORE	DB	Tessile			
sub	17				
sub	18				
		2001	2005	2020	
		en elettrica	en elettrica	en elettrica	
		consumata	consumata	consumata	
		GWh/a	GWh/a	GWh/a	% sul totale 2001 consumato
					% sul totale 2005 consumato
DB tessile		10.129	7.798	6.794	
17- industrie tessili		9.165	6915	6024	90%
18 - art. di abbigliamento;		965,6	883,5	770	10%
		10.130	7798	6794	
fonte		tema	tema	stima	
Fattore di progressione 2001/2020			0%		

Accordo di Programma MSE-ENEA:

Ricognizione sulle tecnologie elettriche nelle applicazioni industriali e del terziario

TEC1		2001		2020		60,29
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	Risparmio GWh
17- industrie tessili		35,95%	11,09%	35,95%	11,09%	49,987
18 - Confezione di articoli di abbigliamento;		56,47%	20,96%	56,47%	20,96%	10,307
	min TEC 1	2%	1%			
	max TEC 1	2%	1%			
	valore risparmio applicato	2,00%	1,00%			
TEC2		2001		2020		234,98256
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	Risparmio GWh
17- industrie tessili		15,50%	0,00%	15,50%	0,00%	233,40288
18 - Confezione di articoli di abbigliamento; Preparazione, tintura e confezione di pell		0,82%	0,00%	0,82%	0,00%	1,5796707
	min TEC 2	25%	25%			
	max TEC 2	25%	25%			
	valore risparmio applicato	25,00%	25,00%			
TEC3		2001		2020		31,606641
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	Risparmio GWh
17- industrie tessili		2,62%	0,00%	2,62%	0,00%	31,606641
18 - Confezione di articoli di abbigliamento; Preparazione, tintura e confezione di pell				0,00%	0,00%	0
	min TEC 3	20%	20%			
	max TEC 3	20%	20%			
	valore risparmio applicato	20,00%	20,00%			
TEC4		2001		2020		0
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	Risparmio GWh
17- industrie tessili				0,00%	0,00%	0
18 - Confezione di articoli di abbigliamento; Preparazione, tintura e confezione di pell				0,00%	0,00%	0
	min TEC 4	20%	20%			
	max TEC 4	20%	20%			
	valore risparmio applicato	20,00%	20,00%			
TEC5		2001		2020		0
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	Risparmio GWh
17- industrie tessili				0,00%	0,00%	0
18 - Confezione di articoli di abbigliamento; Preparazione, tintura e confezione di pell		9,87%	0,00%	9,87%	0,00%	0
	min TEC 5	0%	20%			
	max TEC 5	0%	20%			
	valore risparmio applicato	0,00%	20,00%			
TEC6		2001		2020		0
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	Risparmio GWh
17- industrie tessili				0,00%	0,00%	0
18 - Confezione di articoli di abbigliamento; Preparazione, tintura e confezione di pell				0,00%	0,00%	0
	min TEC 6	5%	5%			
	max TEC 6	5%	5%			
	valore risparmio applicato	5,00%	5,00%			

Accordo di Programma MSE-ENEA:

Ricognizione sulle tecnologie elettriche nelle applicazioni industriali e del terziario

TEC7						14,078762
		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
17- industrie tessili				0,00%	0,00%	0
18 - Confezione di articoli di abbigliamento; Preparazione, tintura e confezione di pell		18,29%	0,00%	18,29%	0,00%	14,078762
	min TEC7	10%	10%			
	max TEC 7	10%	10%			
	valore risparmio applicato	10,00%	10,00%			
TEC8						0
		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
17- industrie tessili				0,00%	0,00%	0
18 - Confezione di articoli di abbigliamento; Preparazione, tintura e confezione di pell				0,00%	0,00%	0
	min TEC 8	10%	15%			
	max TEC 8	10%	15%			
	valore risparmio applicato	10,00%	15,00%			
TEC9						0
		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
17- industrie tessili				0,00%	0,00%	0
18 - Confezione di articoli di abbigliamento; Preparazione, tintura e confezione di pell				0,00%	0,00%	0
	min TEC 9	5%	10%			
	max TEC 9	5%	10%			
	valore risparmio applicato	5,00%	10,00%			
TEC10						0
		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
17- industrie tessili				0,00%	0,00%	0
18 - Confezione di articoli di abbigliamento; Preparazione, tintura e confezione di pell				0,00%	0,00%	0
	min TEC 10	0%	0%			
	max TEC 10	0%	0%			
	valore risparmio applicato	0,00%	0,00%			
TEC11						0
		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
17- industrie tessili		37,34%	0,00%	37,34%	0,00%	0
18 - Confezione di articoli di abbigliamento; Preparazione, tintura e confezione di pell		3,56%	0,00%	3,56%	0,00%	0
	min TEC 11	0%	0%			
	max TEC 11	0%	0%			
	valore risparmio applicato	0,00%	0,00%			
TEC12						0
		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
17- industrie tessili		37,34%	0,00%	37,34%	0,00%	0
18 - Confezione di articoli di abbigliamento; Preparazione, tintura e confezione di pell		3,56%	0,00%	3,56%	0,00%	0
	min TEC 12	0%	0%			
	max TEC 12	0%	0%			
	valore risparmio applicato	0,00%	0,00%			
TEC13						0
		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
17- industrie tessili				0,00%	0,00%	0
18 - Confezione di articoli di abbigliamento; Preparazione, tintura e confezione di pell				0,00%	0,00%	0
	min TEC 13	0%	3%			
	max TEC 13	0%	3%			
	valore risparmio applicato	0,00%	3,00%			

Accordo di Programma MSE-ENEA:

Ricognizione sulle tecnologie elettriche nelle applicazioni industriali e del terziario

DATI SUL SETTORE	DC	Conciarie			
sub		19			
		2001	2005	2020	
		en elettrica consumata	en elettrica consumata	en elettrica consumata	
		GWh/a	GWh/a	GWh/a	
					% sul totale 2001 consumato
					% sul totale 2005 consumato
19 - Preparazione e conc		1.106	1.321	1.391	
cuoio e pelli		758,5	721,5	760	69%
calzature		691,9	691,9	729	63%
		1.450	1.413	1391	
fonte	terna	terna	stima		
Fattore di progressione 2001/2020			0%		

TEC 1						9,118128
		2001		2020		Risaprmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
cuoio e pelli		43,80%	32,38%	43,80%	32,38%	9,118128
calzature				0,00%	0,00%	0
	min TEC 1	2%	1%			
	max TEC 1	2%	1%			
	valore risparmio applicato	2,00%	1,00%			
TEC 2						21,34916
		2001		2020		Risaprmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
cuoio e pelli		11,24%	0,00%	11,24%	0,00%	21,34916
calzature				0,00%	0,00%	0
	min TEC 2	25%	25%			
	max TEC 2	25%	25%			
	valore risparmio applicato	25,00%	25,00%			
TEC 3						0
		2001		2020		Risaprmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
cuoio e pelli				0,00%	0,00%	0
calzature				0,00%	0,00%	0
	min TEC 3	20%	20%			
	max TEC 3	20%	20%			
	valore risparmio applicato	20,00%	20,00%			
TEC 4						0
		2001		2020		Risaprmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
cuoio e pelli				0,00%	0,00%	0
calzature				0,00%	0,00%	0
	min TEC 4	20%	20%			
	max TEC 4	20%	20%			
	valore risparmio applicato	20,00%	20,00%			
TEC 5						19,15041
		2001		2020		Risaprmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
cuoio e pelli		0,00%	12,60%	0,00%	12,60%	19,15041
calzature				0,00%	0,00%	0
	min TEC 5	0%	20%			
	max TEC 5	0%	20%			
	valore risparmio applicato	0,00%	20,00%			

Accordo di Programma MSE-ENEA:

Ricognizione sulle tecnologie elettriche nelle applicazioni industriali e del terziario

TEC6		2001		2020		0
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	Risparmio GWh
cuoio e pelli				0,00%	0,00%	0
calzature				0,00%	0,00%	0
	min TEC 6	5%	5%			
	max TEC 6	5%	5%			
	valore risparmio applicato	5,00%	5,00%			
TEC 7		2001		2020		0
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	Risparmio GWh
cuoio e pelli				0,00%	0,00%	0
calzature				0,00%	0,00%	0
	min TEC 7	10%	10%			
	max TEC 7	10%	10%			
	valore risparmio applicato	10,00%	10,00%			
TEC 8		2001		2020		0
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	Risparmio GWh
cuoio e pelli				0,00%	0,00%	0
calzature				0,00%	0,00%	0
	min TEC 8	10%	15%			
	max TEC 8	10%	15%			
	valore risparmio applicato	10,00%	15,00%			
TEC 9		2001		2020		0
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	Risparmio GWh
cuoio e pelli				0,00%	0,00%	0
calzature				0,00%	0,00%	0
	min TEC 9	5%	10%			
	max TEC 9	5%	10%			
	valore risparmio applicato	5,00%	10,00%			
TEC 10		2001		2020		0
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	Risparmio GWh
cuoio e pelli				0,00%	0,00%	0
calzature				0,00%	0,00%	0
	min TEC 10	0%	0%			
	max TEC 10	0%	0%			
	valore risparmio applicato	0,00%	0,00%			
TEC 11		2001		2020		0
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	Risparmio GWh
cuoio e pelli				0,00%	0,00%	0
calzature				0,00%	0,00%	0
	min TEC 11	0%	0%			
	max TEC 11	0%	0%			
	valore risparmio applicato	0,00%	0,00%			

Accordo di Programma MSE-ENEA:

Ricognizione sulle tecnologie elettriche nelle applicazioni industriali e del terziario

TEC 12		2001		2020		0
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	Risparmio GWh
cuoio e pelli				0,00%	0,00%	0
calzature				0,00%	0,00%	0
	min TEC 12	0%	0%			
	max TEC 12	0%	0%			
	valore risparmio applicato	0,00%	0,00%			

TEC 13		2001		2020		0
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	Risparmio GWh
cuoio e pelli				0,00%	0,00%	0
calzature				0,00%	0,00%	0
	min TEC 13	0%	3%			
	max TEC 13	0%	3%			
	valore risparmio applicato	0,00%	3,00%			

DATI SUL SETTORE	DD	Legno			
sub		20			
		2001	2005	2020	
		en elettrica	en elettrica	en elettrica	
		consumata	consumata	consumata	
		GWh/a	GWh/a	GWh/a	% sul totale 2001 consumato
20- legno		4.200	4.373	5788	100%
		4.200	4372,9	5788	100%
fonte	terna	terna	stima		
Fattore di progressione 2001/2020			0%		

TEC 1		2001		2020		78,92377
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	Risparmio GWh
20- legno		50,03%	36,30%	50,03%	36,30%	78,92377
	min TEC 1	2%	1%			
	max TEC 1	2%	1%			
	valore risparmio applicato	2,00%	1,00%			

TEC 2		2001		2020		0
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	Risparmio GWh
20- legno				0,00%	0,00%	0
	min TEC 2	25%	25%			
	max TEC 2	25%	25%			
	valore risparmio applicato	25,00%	25,00%			

TEC 3		2001		2020		0
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	Risparmio GWh
20- legno				0,00%	0,00%	0
	min TEC 3	20%	20%			
	max TEC 3	20%	20%			
	valore risparmio applicato	20,00%	20,00%			

Accordo di Programma MSE-ENEA:

Ricognizione sulle tecnologie elettriche nelle applicazioni industriali e del terziario

TEC 4		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
20- legno				0,00%	0,00%	0
	min TEC 4	20%	20%			
	max TEC 4	20%	20%			
	valore risparmio applicato	20,00%	20,00%			
TEC 5		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
20- legno				0,00%	0,00%	0
	min TEC 5	0%	20%			
	max TEC 5	0%	20%			
	valore risparmio applicato	0,00%	20,00%			
TEC 6		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
20- legno				0,00%	0,00%	0
	min TEC 6	5%	5%			
	max TEC 6	5%	5%			
	valore risparmio applicato	5,00%	5,00%			
TEC 7		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
20- legno				0,00%	0,00%	0
	min TEC 7	10%	10%			
	max TEC 7	10%	10%			
	valore risparmio applicato	10,00%	10,00%			
TEC 8		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
20- legno				0,00%	0,00%	0
	min TEC 8	10%	15%			
	max TEC 8	10%	15%			
	valore risparmio applicato	10,00%	15,00%			
TEC 9		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
20- legno				0,00%	0,00%	0
	min TEC 9	5%	10%			
	max TEC 9	5%	10%			
	valore risparmio applicato	5,00%	10,00%			
TEC 10		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
20- legno				0,00%	0,00%	0
	min TEC 10	0%	0%			
	max TEC 10	0%	0%			
	valore risparmio applicato	0,00%	0,00%			

Accordo di Programma MSE-ENEA:

Ricognizione sulle tecnologie elettriche nelle applicazioni industriali e del terziario

TEC 11		2001		2020		0
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	Risparmio GWh
20- legno				0,00%	0,00%	0
	min TEC 11	0%	0%			
	max TEC 11	0%	0%			
	valore risparmio applicato	0,00%	0,00%			
TEC 12		2001		2020		0
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	Risparmio GWh
20- legno				0,00%	0,00%	0
	min TEC 12	0%	0%			
	max TEC 12	0%	0%			
	valore risparmio applicato	0,00%	0,00%			
TEC 13		2001		2020		0
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	Risparmio GWh
20- legno				0,00%	0,00%	0
	min TEC 13	0%	3%			
	max TEC 13	0%	3%			
	valore risparmio applicato	0,00%	3,00%			

DATI SUL SETTORE DE		2001		2005	2020		
sub	21	en elettrica consumata		en elettrica consumata	en elettrica consumata	% sul totale 2001 consumato	% sul totale 2005 consumato
sub	22	GWh/a		GWh/a	GWh/a		
DE		10.257	10.939	13.604			
21 - Fabbricazione della pasta-carta, di		8504,4	8977,4	11165	83%	82%	
22 - Editoria, stampa e riproduzione di supporti registrati		1.754	1961,8	2440	17%	18%	
		10258	10939,2	13604			
fonte	tema	tema	stima				
Fattore di progressione 2001/2020			12%				

TEC 1		2001		2020		140,0079
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	Risparmio GWh
21 - Fabbricazione della pasta-carta, di		30,30%	51,11%	34,02%	57,37%	140,0079
22 - Editoria, stampa e riproduzione di supporti registrati				0,00%	0,00%	0
	min TEC 1	2%	1%			
	max TEC 1	2%	1%			
	valore risparmio applicato	2,00%	1,00%			
TEC 2		2001		2020		271,4228
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	Risparmio GWh
21 - Fabbricazione della pasta-carta, di		5,87%	2,79%	6,59%	3,13%	271,4228
22 - Editoria, stampa e riproduzione di supporti registrati				0,00%	0,00%	0
	min TEC 2	25%	25%			
	max TEC 2	25%	25%			
	valore risparmio applicato	25,00%	25,00%			

Accordo di Programma MSE-ENEA:

Ricognizione sulle tecnologie elettriche nelle applicazioni industriali e del terziario

TEC 3						0
		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
21 - Fabbricazione della pasta-carta, della carta e dei prodotti di carta				0,00%	0,00%	0
22 - Editoria, stampa e riproduzione di supporti registrati				0,00%	0,00%	0
	min TEC 3	20%	20%			
	max TEC 3	20%	20%			
	valore risparmio applicato	20,00%	20,00%			
TEC 4						0
		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
21 - Fabbricazione della pasta-carta, della carta e dei prodotti di carta				0,00%	0,00%	0
22 - Editoria, stampa e riproduzione di supporti registrati				0,00%	0,00%	0
	min TEC 4	20%	20%			
	max TEC 4	20%	20%			
	valore risparmio applicato	20,00%	20,00%			
TEC 5						74,09457
		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
21 - Fabbricazione della pasta-carta, della carta e dei prodotti di carta		3,70%	2,96%	4,15%	3,32%	74,09457
22 - Editoria, stampa e riproduzione di supporti registrati				0,00%	0,00%	0
	min TEC 5	0%	20%			
	max TEC 5	0%	20%			
	valore risparmio applicato	0,00%	20,00%			
TEC 6						206,8473
		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
21 - Fabbricazione della pasta-carta, della carta e dei prodotti di carta		10,43%	22,58%	11,71%	25,35%	206,8473
22 - Editoria, stampa e riproduzione di supporti registrati				0,00%	0,00%	0
	min TEC 6	5%	5%			
	max TEC 6	5%	5%			
	valore risparmio applicato	5,00%	5,00%			
TEC 7						0
		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
21 - Fabbricazione della pasta-carta, della carta e dei prodotti di carta				0,00%	0,00%	0
22 - Editoria, stampa e riproduzione di supporti registrati				0,00%	0,00%	0
	min TEC 7	10%	10%			
	max TEC 7	10%	10%			
	valore risparmio applicato	10,00%	10,00%			
TEC 8						0
		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
21 - Fabbricazione della pasta-carta, della carta e dei prodotti di carta				0,00%	0,00%	0
22 - Editoria, stampa e riproduzione di supporti registrati				0,00%	0,00%	0
	min TEC 8	10%	15%			
	max TEC 8	10%	15%			
	valore risparmio applicato	10,00%	15,00%			

Accordo di Programma MSE-ENEA:

Ricognizione sulle tecnologie elettriche nelle applicazioni industriali e del terziario

TEC 9		2001		2020		0
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	Risparmio GWh
21 - Fabbricazione della pasta-carta, della carta e dei prodotti di ca				0,00%	0,00%	0
22 - Editoria, stampa e riproduzione di supporti registrati				0,00%	0,00%	0
	min TEC 9	5%	10%			
	max TEC 9	5%	10%			
	valore risparmio applicato	5,00%	10,00%			
TEC 10		2001		2020		0
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	Risparmio GWh
21 - Fabbricazione della pasta-carta, della carta e dei prodotti di ca				0,00%	0,00%	0
22 - Editoria, stampa e riproduzione di supporti registrati				0,00%	0,00%	0
	min TEC 10	0%	0%			
	max TEC 10	0%	0%			
	valore risparmio applicato	0,00%	0,00%			
TEC 11		2001		2020		0
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	Risparmio GWh
21 - Fabbricazione della pasta-carta, della carta e dei prodotti di ca				0,00%	0,00%	0
22 - Editoria, stampa e riproduzione di supporti registrati				0,00%	0,00%	0
	min TEC 11	0%	0%			
	max TEC 11	0%	0%			
	valore risparmio applicato	0,00%	0,00%			
TEC 12		2001		2020		0
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	Risparmio GWh
21 - Fabbricazione della pasta-carta, della carta e dei prodotti di ca				0,00%	0,00%	0
22 - Editoria, stampa e riproduzione di supporti registrati				0,00%	0,00%	0
	min TEC 12	0%	0%			
	max TEC 12	0%	0%			
	valore risparmio applicato	0,00%	0,00%			
TEC 13		2001		2020		0
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	Risparmio GWh
21 - Fabbricazione della pasta-carta, della carta e dei prodotti di ca				0,00%	0,00%	0
22 - Editoria, stampa e riproduzione di supporti registrati				0,00%	0,00%	0
	min TEC 13	0%	3%			
	max TEC 13	0%	3%			
	valore risparmio applicato	0,00%	3,00%			

DATI SUL SETTORE	DF	Petrochimico			
sub		23			
		2001	2005	2020	
	en elettrica	en elettrica	en elettrica		
	consumata	consumata	consumata		
	GWh/a	GWh/a	GWh/a	% sul totale 2001 consumato	% sul totale 2005 consumato
23 - petrolchimico		5.950	6.482	9200	100%
		5949,6	6.482	9200	
fonte	terna	terna	stima		
Fattore di progressione 2001/2020			0%		

Accordo di Programma MSE-ENEA:

Ricognizione sulle tecnologie elettriche nelle applicazioni industriali e del terziario

TEC 1						97,47567
		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
23 - petrolchimico		17,59%	70,78%	17,59%	70,78%	97,47567
	min TEC 1	2%	1%			
	max TEC 1	2%	1%			
	valore risparmio applicato	2,00%	1,00%			
TEC 2						0
		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
23 - petrolchimico				0,00%	0,00%	0
	min TEC 2	25%	25%			
	max TEC 2	25%	25%			
	valore risparmio applicato	25,00%	25,00%			
TEC 3						0
		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
23 - petrolchimico				0,00%	0,00%	0
	min TEC 3	20%	20%			
	max TEC 3	20%	20%			
	valore risparmio applicato	20,00%	20,00%			
TEC 4						0
		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
23 - petrolchimico				0,00%	0,00%	0
	min TEC 4	20%	20%			
	max TEC 4	20%	20%			
	valore risparmio applicato	20,00%	20,00%			
TEC 5						0
		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
23 - petrolchimico				0,00%	0,00%	0
	min TEC 5	0%	20%			
	max TEC 5	0%	20%			
	valore risparmio applicato	0,00%	20,00%			
TEC 6						0
		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
23 - petrolchimico				0,00%	0,00%	0
	min TEC 6	5%	5%			
	max TEC 6	5%	5%			
	valore risparmio applicato	5,00%	5,00%			
TEC 7						0
		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
23 - petrolchimico				0,00%	0,00%	0
	min TEC 7	10%	10%			
	max TEC 7	10%	10%			
	valore risparmio applicato	10,00%	10,00%			

Accordo di Programma MSE-ENEA:

Ricognizione sulle tecnologie elettriche nelle applicazioni industriali e del terziario

TEC 8		2001		2020		0
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	Risparmio GWh
23 - petrolchimico				0,00%	0,00%	0
	min TEC 8	10%	15%			
	max TEC 8	10%	15%			
	valore risparmio applicato	10,00%	15,00%			
TEC 9		2001		2020		0
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	Risparmio GWh
23 - petrolchimico				0,00%	0,00%	0
	min TEC 9	5%	10%			
	max TEC 9	5%	10%			
	valore risparmio applicato	5,00%	10,00%			
TEC 10		2001		2020		0
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	Risparmio GWh
23 - petrolchimico				0,00%	0,00%	0
	min TEC 10	0%	0%			
	max TEC 10	0%	0%			
	valore risparmio applicato	0,00%	0,00%			
TEC 11		2001		2020		0
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	Risparmio GWh
23 - petrolchimico				0,00%	0,00%	0
	min TEC 11	0%	0%			
	max TEC 11	0%	0%			
	valore risparmio applicato	0,00%	0,00%			
TEC 12		2001		2020		0
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	Risparmio GWh
23 - petrolchimico				0,00%	0,00%	0
	min TEC 12	0%	0%			
	max TEC 12	0%	0%			
	valore risparmio applicato	0,00%	0,00%			
TEC 13		2001		2020		0
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	Risparmio GWh
23 - petrolchimico				0,00%	0,00%	0
	min TEC 13	0%	3%			
	max TEC 13	0%	3%			
	valore risparmio applicato	0,00%	3,00%			

Accordo di Programma MSE-ENEA:

Ricognizione sulle tecnologie elettriche nelle applicazioni industriali e del terziario

DATI SUL SETTORE	DG	Chimica				
sub		24				
		2001	2005	2020		
		en elettrica	en elettrica	en elettrica		
		consumata	consumata	consumata		
		GWh/a	GWh/a	GWh/a	% sul totale 2001 consumato	% sul totale 2005 consumato
24- chimica		21.223	19.015	19485		
chimica farmaceutica		7223	6472	6632	34%	
chimica di base		5131	4597,4956	4710,96822	24%	
		28.446	25.487	19485		
fonte	terna		terna	stima		
Fattore di progressione 2001/2020			0%			

Accordo di Programma MSE-ENEA:

Ricognizione sulle tecnologie elettriche nelle applicazioni industriali e del terziario

TEC 1		2001		2020		0
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	Risparmio GWh
chimica farmaceutica		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0
chimica di base		2,29%	2,03%	0,00%	0,00%	0
	min TEC 1	2%	1%			
	max TEC 1	2%	1%			
	valore risparmio applicato	2,00%	1,00%			
TEC 2		2001		2020		0
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	Risparmio GWh
chimica farmaceutica		4,71%	5,79%	0,00%	0,00%	0
chimica di base		5,34%	4,74%	0,00%	0,00%	0
	min TEC 2	25%	25%			
	max TEC 2	25%	25%			
	valore risparmio applicato	25,00%	25,00%			
TEC 3		2001		2020		0
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	Risparmio GWh
chimica farmaceutica		1,57%	1,93%	0,00%	0,00%	0
chimica di base		2,10%	1,86%	0,00%	0,00%	0
	min TEC 3	20%	20%			
	max TEC 3	20%	20%			
	valore risparmio applicato	20,00%	20,00%			
TEC 4		2001		2020		481,168
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	Risparmio GWh
chimica farmaceutica		15,69%	19,31%	15,69%	19,31%	464,2085
chimica di base		0,95%	0,85%	0,95%	0,85%	16,95949
	min TEC 4	20%	20%			
	max TEC 4	20%	20%			
	valore risparmio applicato	20,00%	20,00%			
TEC 5		2001		2020		223,8081
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	Risparmio GWh
chimica farmaceutica		9,41%	11,59%	9,41%	11,59%	153,669
chimica di base		8,40%	7,44%	8,40%	7,44%	70,1391
	min TEC 5	0%	20%			
	max TEC 5	0%	20%			
	valore risparmio applicato	0,00%	20,00%			
TEC 6		2001		2020		0
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	Risparmio GWh
chimica farmaceutica				0,00%	0,00%	0
chimica di base				0,00%	0,00%	0
	min TEC 6	5%	5%			
	max TEC 6	5%	5%			
	valore risparmio applicato	5,00%	5,00%			

Accordo di Programma MSE-ENEA:

Ricognizione sulle tecnologie elettriche nelle applicazioni industriali e del terziario

TEC 7						0
		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
chimica farmaceutica				0,00%	0,00%	0
chimica di base				0,00%	0,00%	0
	min TEC 7	10%	10%			
	max TEC 7	10%	10%			
	valore risparmio applicato	10,00%	10,00%			

Accordo di Programma MSE-ENEA:

Ricognizione sulle tecnologie elettriche nelle applicazioni industriali e del terziario

TEC 8		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
chimica farmaceutica				0,00%	0,00%	0
chimica di base				0,00%	0,00%	0
	min TEC 8	10%	15%			
	max TEC 8	10%	15%			
	valore risparmio applicato	10,00%	15,00%			
TEC 9		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
chimica farmaceutica				0,00%	0,00%	0
chimica di base				0,00%	0,00%	0
	min TEC 9	5%	10%			
	max TEC 9	5%	10%			
	valore risparmio applicato	5,00%	10,00%			
TEC 10		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
chimica farmaceutica				0,00%	0,00%	0
chimica di base				0,00%	0,00%	0
	min TEC 10	0%	0%			
	max TEC 10	0%	0%			
	valore risparmio applicato	0,00%	0,00%			
TEC 11		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
chimica farmaceutica				0,00%	0,00%	0
chimica di base				0,00%	0,00%	0
	min TEC 11	0%	0%			
	max TEC 11	0%	0%			
	valore risparmio applicato	0,00%	0,00%			
TEC 12		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
chimica farmaceutica				0,00%	0,00%	0
chimica di base				0,00%	0,00%	0
	min TEC 12	0%	0%			
	max TEC 12	0%	0%			
	valore risparmio applicato	0,00%	0,00%			
TEC 13		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
chimica farmaceutica				0,00%	0,00%	0
chimica di base				0,00%	0,00%	0
	min TEC 13	0%	3%			
	max TEC 13	0%	3%			
	valore risparmio applicato	0,00%	3,00%			

Accordo di Programma MSE-ENEA:

Ricognizione sulle tecnologie elettriche nelle applicazioni industriali e del terziario

DATI SUL SETTORE	DH	Materiale plastico			
sub	25				
		2001	2005	2020	
		en elettrica	en elettrica	en elettrica	
		consumata	consumata	consumata	
		GWh/a	GWh/a	GWh/a	
					% sul totale 2001 consumato
					% sul totale 2005 consumato
25 - Fabbricazione di arti		8.952	9.436	13634	100%
		8.952	9.436	13634	
fonte	tema	tema	stima		
Fattore di progressione 2001/2020			13%		

TEC 1						154,7
		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
25 - Fabbricazione di articoli in gomma		33,26%	34,12%	37,51%	38,48%	154,738
	min TEC 1	2%	1%			
	max TEC 1	2%	1%			
	valore risparmio applicato	2,00%	1,00%			
TEC 2						217,0
		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
25 - Fabbricazione di articoli in gomma		3,28%	2,36%	3,70%	2,66%	216,9604
	min TEC 2	25%	25%			
	max TEC 2	25%	25%			
	valore risparmio applicato	25,00%	25,00%			
TEC 3						0,0
		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
25 - Fabbricazione di articoli in gomma e materie plastiche				0,00%	0,00%	0
	min TEC 3	20%	20%			
	max TEC 3	20%	20%			
	valore risparmio applicato	20,00%	20,00%			
TEC 4						0,0
		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
25 - Fabbricazione di articoli in gomma e materie plastiche				0,00%	0,00%	0
	min TEC 4	20%	20%			
	max TEC 4	20%	20%			
	valore risparmio applicato	20,00%	20,00%			
TEC 5						0,0
		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
25 - Fabbricazione di articoli in gomma e materie plastiche				0,00%	0,00%	0
	min TEC 5	0%	20%			
	max TEC 5	0%	20%			
	valore risparmio applicato	0,00%	20,00%			

Accordo di Programma MSE-ENEA:

Ricognizione sulle tecnologie elettriche nelle applicazioni industriali e del terziario

TEC 6						0,0
		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
25 - Fabbricazione di articoli in gomma e materie plastiche				0,00%	0,00%	0
	min TEC 6	5%	5%			
	max TEC 6	5%	5%			
	valore risparmio applicato	5,00%	5,00%			

Accordo di Programma MSE-ENEA:

Ricognizione sulle tecnologie elettriche nelle applicazioni industriali e del terziario

TEC 7						0,0
		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
25 - Fabbricazione di articoli in gomma e materie plastiche				0,00%	0,00%	0
	min TEC 7	10%	10%			
	max TEC 7	10%	10%			
	valore risparmio applicato	10,00%	10,00%			
TEC 8						0,0
		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
25 - Fabbricazione di articoli in gomma e materie plastiche				0,00%	0,00%	0
	min TEC 8	10%	15%			
	max TEC 8	10%	15%			
	valore risparmio applicato	10,00%	15,00%			
TEC 9						0,0
		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
25 - Fabbricazione di articoli in gomma e materie plastiche				0,00%	0,00%	0
	min TEC 9	5%	10%			
	max TEC 9	5%	10%			
	valore risparmio applicato	5,00%	10,00%			
TEC 10						0,0
		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
25 - Fabbricazione di articoli in gomma e materie plastiche				0,00%	0,00%	0
	min TEC 10	0%	0%			
	max TEC 10	0%	0%			
	valore risparmio applicato	0,00%	0,00%			
TEC 11						0,0
		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
25 - Fabbricazione di articoli in gomma e materie plastiche				0,00%	0,00%	0
	min TEC 11	0%	0%			
	max TEC 11	0%	0%			
	valore risparmio applicato	0,00%	0,00%			
TEC 12						0,0
		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
25 - Fabbricazione di articoli in gomma e materie plastiche				0,00%	0,00%	0
	min TEC 12	0%	0%			
	max TEC 12	0%	0%			
	valore risparmio applicato	0,00%	0,00%			
TEC 13						0,0
		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
25 - Fabbricazione di articoli in gomma e materie plastiche				0,00%	0,00%	0
	min TEC 13	0%	3%			
	max TEC 13	0%	3%			
	valore risparmio applicato	0,00%	3,00%			

Accordo di Programma MSE-ENEA:

Ricognizione sulle tecnologie elettriche nelle applicazioni industriali e del terziario

DATI SUL SETTORE	DI	Metalli non ferrosi			
sub	26				
		2001	2005	2020	
		en elettrica	en elettrica	en elettrica	
		consumata	consumata	consumata	
		GWh/a	GWh/a	GWh/a	
					% sul totale 2001 consumato
					% sul totale 2005 consumato
26 - Fabbricazione di pro		12.213	14.024	15898	100%
26.2 ceramica		5.558	5792	6566	46%
26.4 laterizi		1.055	1.150	1304	9%
26.5 cemento		4.977	4.977	5642	41%
26.6 manufatti cemento		650,3	757,8	859	5%
		12212,5	14024,2	15898	
fonte	terna	terna	stima		
Fattore di progressione 2001/2020			8%		

Accordo di Programma MSE-ENEA:

Riconnessione sulle tecnologie elettriche nelle applicazioni industriali e del terziario

TEC 1		2001		2020		81,14052
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	Risparmio GWh
26 - Fabbricazione di prodotti della lavorazione di minerali non meta				0,00%	0,00%	0
26.2 ceramica				0,00%	0,00%	0
26.4 laterizi		39,77%	49,27%	43,01%	53,28%	18,16233
26.5 cemento		19,53%	64,17%	21,11%	69,39%	62,978189
26.6 manufatti cemento				0,00%	0,00%	0
	min TEC 1	2%	1%			
	max TEC 1	2%	1%			
	valore risparmio applicato	2,00%	1,00%			
TEC 2		2001		2020		41,738122
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	Risparmio GWh
26 - Fabbricazione di prodotti della lavorazione di minerali non meta				0,00%	0,00%	0
26.2 ceramica				0,00%	0,00%	0
26.4 laterizi				0,00%	0,00%	0
26.5 cemento		2,74%	0,00%	2,96%	0,00%	41,74
26.6 manufatti cemento				0,00%	0,00%	0
	min TEC 2	25%	25%			
	max TEC 2	25%	25%			
	valore risparmio applicato	25,00%	25,00%			
TEC 3		2001		2020		0
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	Risparmio GWh
26 - Fabbricazione di prodotti della lavorazione di minerali non meta				0,00%	0,00%	0
26.2 ceramica				0,00%	0,00%	0
26.4 laterizi				0,00%	0,00%	0
26.5 cemento				0,00%	0,00%	0
26.6 manufatti cemento				0,00%	0,00%	0
	min TEC 3	20%	20%			
	max TEC 3	20%	20%			
	valore risparmio applicato	20,00%	20,00%			
TEC 4		2001		2020		0
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	Risparmio GWh
26 - Fabbricazione di prodotti della lavorazione di minerali non meta				0,00%	0,00%	0
26.2 ceramica				0,00%	0,00%	0
26.4 laterizi				0,00%	0,00%	0
26.5 cemento				0,00%	0,00%	0
26.6 manufatti cemento				0,00%	0,00%	0
	min TEC 4	20%	20%			
	max TEC 4	20%	20%			
	valore risparmio applicato	20,00%	20,00%			

Accordo di Programma MSE-ENEA:

Ricognizione sulle tecnologie elettriche nelle applicazioni industriali e del terziario

TEC 5						28,806079
		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
26 - Fabbricazione di prodotti della lavorazione di minerali non meta				0,00%	0,00%	0
26.2 ceramica				0,00%	0,00%	0
26.4 laterizi		0,00%	7,58%	0,00%	8,20%	21,385968
26.5 cemento		1,60%	0,61%	1,73%	0,66%	7,4201107
26.6 manufatti cemento				0,00%	0,00%	0
	min TEC 5	0%	20%			
	max TEC 5	0%	20%			
	valore risparmio applicato	0,00%	20,00%			
TEC 6						189,99798
		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
26 - Fabbricazione di prodotti della lavorazione di minerali non meta				0,00%	0,00%	0
26.2 ceramica				0,00%	0,00%	0
26.4 laterizi		39,77%	41,69%	43,01%	45,08%	57,427265
26.5 cemento		10,22%	33,24%	11,05%	35,94%	132,57071
26.6 manufatti cemento				0,00%	0,00%	0
	min TEC 6	5%	5%			
	max TEC 6	5%	5%			
	valore risparmio applicato	5,00%	5,00%			
TEC 7						0
		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
26 - Fabbricazione di prodotti della lavorazione di minerali non meta				0,00%	0,00%	0
26.2 ceramica				0,00%	0,00%	0
26.4 laterizi				0,00%	0,00%	0
26.5 cemento				0,00%	0,00%	0
26.6 manufatti cemento				0,00%	0,00%	0
	min TEC 7	10%	10%			
	max TEC 7	10%	10%			
	valore risparmio applicato	10,00%	10,00%			
TEC 8						0
		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
26 - Fabbricazione di prodotti della lavorazione di minerali non meta				0,00%	0,00%	0
26.2 ceramica				0,00%	0,00%	0
26.4 laterizi				0,00%	0,00%	0
26.5 cemento				0,00%	0,00%	0
26.6 manufatti cemento				0,00%	0,00%	0
	min TEC 8	10%	15%			
	max TEC 8	10%	15%			
	valore risparmio applicato	10,00%	15,00%			
TEC 9						0
		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
26 - Fabbricazione di prodotti della lavorazione di minerali non meta				0,00%	0,00%	0
26.2 ceramica				0,00%	0,00%	0
26.4 laterizi				0,00%	0,00%	0
26.5 cemento				0,00%	0,00%	0
26.6 manufatti cemento				0,00%	0,00%	0
	min TEC 9	5%	10%			
	max TEC 9	5%	10%			
	valore risparmio applicato	5,00%	10,00%			

Accordo di Programma MSE-ENEA:

Ricognizione sulle tecnologie elettriche nelle applicazioni industriali e del terziario

TEC 10		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
26 - Fabbricazione di prodotti della lavorazione di minerali non meta				0,00%	0,00%	0
26.2 ceramica				0,00%	0,00%	0
26.4 laterizi				0,00%	0,00%	0
26.5 cemento				0,00%	0,00%	0
26.6 manufatti cemento				0,00%	0,00%	0
	min TEC 10	0%	0%			
	max TEC 10	0%	0%			
	valore risparmio applicato	0,00%	0,00%			
TEC 11		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
26 - Fabbricazione di prodotti della lavorazione di minerali non meta				0,00%	0,00%	0
26.2 ceramica				0,00%	0,00%	0
26.4 laterizi				0,00%	0,00%	0
26.5 cemento				0,00%	0,00%	0
26.6 manufatti cemento				0,00%	0,00%	0
	min TEC 11	0%	0%			
	max TEC 11	0%	0%			
	valore risparmio applicato	0,00%	0,00%			
TEC 12		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
26 - Fabbricazione di prodotti della lavorazione di minerali non meta				0,00%	0,00%	0
26.2 ceramica				0,00%	0,00%	0
26.4 laterizi				0,00%	0,00%	0
26.5 cemento				0,00%	0,00%	0
26.6 manufatti cemento				0,00%	0,00%	0
	min TEC 12	0%	0%			
	max TEC 12	0%	0%			
	valore risparmio applicato	0,00%	0,00%			
TEC 13		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
26 - Fabbricazione di prodotti della lavorazione di minerali non meta				0,00%	0,00%	0
26.2 ceramica				0,00%	0,00%	0
26.4 laterizi				0,00%	0,00%	0
26.5 cemento				0,00%	0,00%	0
26.6 manufatti cemento				0,00%	0,00%	0
	min TEC 13	0%	3%			
	max TEC 13	0%	3%			
	valore risparmio applicato	0,00%	3,00%			

DATI SUL SETTORE		DJ		Siderurgico	
sub		27			
sub		28			
		2001	2005	2020	
	en elettrica	en elettrica	en elettrica		
	consumata	consumata	consumata		
	GWh/a	GWh/a	GWh/a	% sul totale	% sul totale
				2001	2005
				consumato	consumato
sub 27+28		26560	26.030	29181	100%
		26.560	26.030		100%
fonte	tema	tema	stima		
Fattore di progressione	2001/2020		10%		

Accordo di Programma MSE-ENEA:

Ricognizione sulle tecnologie elettriche nelle applicazioni industriali e del terziario

TEC 1					412,7257
		2001		2020	
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW
sub 27+28		53,30%	22,13%	58,56%	24,31%
	min TEC 1	2%	1%		
	max TEC 1	2%	1%		
	valore risparmio applicato	2,00%	1,00%		
TEC 2					743,7609
		2001		2020	
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW
sub 27+28		5,47%	3,81%	6,01%	4,19%
	min TEC 2	25%	25%		
	max TEC 2	25%	25%		
	valore risparmio applicato	25,00%	25,00%		
TEC 3					0
		2001		2020	
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW
sub 27+28				0,00%	0,00%
	min TEC 3	20%	20%		
	max TEC 3	20%	20%		
	valore risparmio applicato	20,00%	20,00%		
TEC 4					0
		2001		2020	
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW
sub 27+28				0,00%	0,00%
	min TEC4	20%	20%		
	max TEC 4	20%	20%		
	valore risparmio applicato	20,00%	20,00%		
TEC 5					0
		2001		2020	
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW
sub 27+28		2,61%	0,00%	2,87%	0,00%
	min TEC 5	0%	20%		
	max TEC 5	0%	20%		
	valore risparmio applicato	0,00%	20,00%		
TEC 6					0
		2001		2020	
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW
sub 27+28				0,00%	0,00%
	min TEC 6	5%	5%		
	max TEC 6	5%	5%		
	valore risparmio applicato	5,00%	5,00%		
TEC 7					0
		2001		2020	
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW
sub 27+28				0,00%	0,00%
	min TEC 7	10%	10%		
	max TEC 7	10%	10%		
	valore risparmio applicato	10,00%	10,00%		

Accordo di Programma MSE-ENEA:

Ricognizione sulle tecnologie elettriche nelle applicazioni industriali e del terziario

TEC 8		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
sub 27+28				0,00%	0,00%	0
	min TEC 8	10%	15%			
	max TEC 8	10%	15%			
	valore risparmio applicato	10,00%	15,00%			
TEC 9		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
sub 27+28				0,00%	0,00%	0
	min TEC 9	5%	10%			
	max TEC 9	5%	10%			
	valore risparmio applicato	5,00%	10,00%			
TEC 10		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
sub 27+28				0,00%	0,00%	0
	min TEC 10	0%	0%			
	max TEC 10	0%	0%			
	valore risparmio applicato	0,00%	0,00%			
TEC 11		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
sub 27+28				0,00%	0,00%	0
	min TEC 11	0%	0%			
	max TEC 11	0%	0%			
	valore risparmio applicato	0,00%	0,00%			
TEC 12		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
sub 27+28				0,00%	0,00%	0
	min TEC 12	0%	0%			
	max TEC 12	0%	0%			
	valore risparmio applicato	0,00%	0,00%			
TEC 13		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
sub 27+28				0,00%	0,00%	0
	min TEC 13	0%	3%			
	max TEC 13	0%	3%			
	valore risparmio applicato	0,00%	3,00%			

Accordo di Programma MSE-ENEA:

Ricognizione sulle tecnologie elettriche nelle applicazioni industriali e del terziario

DATI SUL SETTORE	DK	Meccanica			
sub		29			
		2001	2005	2020	
		en elettrica	en elettrica	en elettrica	
		consumata	consumata	consumata	
		GWh/a	GWh/a	GWh/a	
					% sul totale 2001 consumato
					% sul totale 2005 consumato
29 - meccanica		20.840	23.550	31704	100%
		20840,4	23550	13604	
fonte	terna	terna	stima		
Fattore di progressione 2001/2020			27%		

Accordo di Programma MSE-ENEA:

Ricognizione sulle tecnologie elettriche nelle applicazioni industriali e del terziario

TEC 1					504,514
		2001		2020	
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW
29 - meccanica		54,36%	16,56%	69,05%	21,03%
	min TEC 1	2%	1%		
	max TEC 1	2%	1%		
	valore risparmio applicato	2,00%	1,00%		
TEC 2					263,0893
		2001		2020	
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW
29 - meccanica		2,61%	0,00%	3,32%	0,00%
	min TEC 2	25%	25%		
	max TEC 2	25%	25%		
	valore risparmio applicato	25,00%	25,00%		
TEC 3					1778,269
		2001		2020	
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW
29 - meccanica		22,08%	0,00%	28,05%	0,00%
	min TEC 3	20%	20%		
	max TEC 3	20%	20%		
	valore risparmio applicato	20,00%	20,00%		
TEC 4					0
		2001		2020	
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW
29 - meccanica				0,00%	0,00%
	min TEC 4	20%	20%		
	max TEC 4	20%	20%		
	valore risparmio applicato	20,00%	20,00%		
TEC 5					0
		2001		2020	
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW
29 - meccanica		2,76%	0,00%	3,51%	0,00%
	min TEC 5	0%	20%		
	max TEC 5	0%	20%		
	valore risparmio applicato	0,00%	20,00%		
TEC 6					0
		2001		2020	
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW
29 - meccanica				0,00%	0,00%
	min TEC6	5%	5%		
	max TEC 6	5%	5%		
	valore risparmio applicato	5,00%	5,00%		

Accordo di Programma MSE-ENEA:

Ricognizione sulle tecnologie elettriche nelle applicazioni industriali e del terziario

TEC 7		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
29 - meccanica				0,00%	0,00%	0
	min TEC 7	10%	10%			
	max TEC 7	10%	10%			
	valore risparmio applicato	10,00%	10,00%			
TEC 8		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
29 - meccanica				0,00%	0,00%	0
	min TEC 8	10%	15%			
	max TEC 8	10%	15%			
	valore risparmio applicato	10,00%	15,00%			
TEC 9		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
29 - meccanica				0,00%	0,00%	0
	min TEC 9	5%	10%			
	max TEC 9	5%	10%			
	valore risparmio applicato	5,00%	10,00%			
TEC 10		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
29 - meccanica				0,00%	0,00%	0
	min TEC 10	0%	0%			
	max TEC 10	0%	0%			
	valore risparmio applicato	0,00%	0,00%			
TEC 11		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
29 - meccanica				0,00%	0,00%	0
	min TEC 11	0%	0%			
	max TEC 11	0%	0%			
	valore risparmio applicato	0,00%	0,00%			
TEC 12		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
29 - meccanica				0,00%	0,00%	0
	min TEC 12	0%	0%			
	max TEC 12	0%	0%			
	valore risparmio applicato	0,00%	0,00%			
TEC 13		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
29 - meccanica				0,00%	0,00%	0
	min TEC 13	0%	3%			
	max TEC 13	0%	3%			
	valore risparmio applicato	0,00%	3,00%			

Accordo di Programma MSE-ENEA:

Ricognizione sulle tecnologie elettriche nelle applicazioni industriali e del terziario

DATI SUL SETTORE	DM				
sub	34				
sub	35				
	2001	2005	2020		
	en elettrica consumata	en elettrica consumata	en elettrica consumata		
	GWh/a	GWh/a	GWh/a	% sul totale 2001 consumato	% sul totale 2005 consumato
DM	4.526	4.236	5.208		
34 - Fabb. di autoveicoli,	3.801	3516,6	4323	84%	83%
35 - Fabb.di altri mezzi	726,5	1010,5	1242	16%	24%
	4527,1	4527,1	5208		
fonte	tema	tema	stima		
Fattore di progressione 2001/2020		15%			

TEC 1						69,57047
		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
34 - Fabbricazione di autoveicoli, rimorchi e semirimorchi		57,20%	25,45%	65,82%	29,28%	69,57047
35 - Fabbricazione di altri mezzi di trasporto				0,00%	0,00%	0
	min TEC 1	2%	1%			
	max TEC 1	2%	1%			
	valore risparmio applicato	2,00%	1,00%			
TEC 2						0
		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
34 - Fabbricazione di autoveicoli, rimorchi e semirimorchi				0,00%	0,00%	0
35 - Fabbricazione di altri mezzi di trasporto				0,00%	0,00%	0
	min TEC 2	25%	25%			
	max TEC 2	25%	25%			
	valore risparmio applicato	25,00%	25,00%			
TEC 3						0
		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
34 - Fabbricazione di autoveicoli, rimorchi e semirimorchi				0,00%	0,00%	0
35 - Fabbricazione di altri mezzi di trasporto				0,00%	0,00%	0
	min TEC 3	20%	20%			
	max TEC 3	20%	20%			
	valore risparmio applicato	20,00%	20,00%			
TEC 4						0
		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
34 - Fabbricazione di autoveicoli, rimorchi e semirimorchi				0,00%	0,00%	0
35 - Fabbricazione di altri mezzi di trasporto				0,00%	0,00%	0
	min TEC 4	20%	20%			
	max TEC 4	20%	20%			
	valore risparmio applicato	20,00%	20,00%			
TEC 5						0
		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
34 - Fabbricazione di autoveicoli, rimorchi e semirimorchi				0,00%	0,00%	0
35 - Fabbricazione di altri mezzi di trasporto				0,00%	0,00%	0
	min TEC 5	0%	20%			
	max TEC 5	0%	20%			
	valore risparmio applicato	0,00%	20,00%			

Accordo di Programma MSE-ENEA:

Ricognizione sulle tecnologie elettriche nelle applicazioni industriali e del terziario

TEC 6						0
		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
34 - Fabbricazione di autoveicoli, rimorchi e semirimorchi				0,00%	0,00%	0
35 - Fabbricazione di altri mezzi di trasporto				0,00%	0,00%	0
	min TEC 6	5%	5%			
	max TEC 6	5%	5%			
	valore risparmio applicato	5,00%	5,00%			
TEC 7						0
		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
34 - Fabbricazione di autoveicoli, rimorchi e semirimorchi				0,00%	0,00%	0
35 - Fabbricazione di altri mezzi di trasporto				0,00%	0,00%	0
	min TEC 7	10%	10%			
	max TEC 7	10%	10%			
	valore risparmio applicato	10,00%	10,00%			
TEC 8						0
		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
34 - Fabbricazione di autoveicoli, rimorchi e semirimorchi				0,00%	0,00%	0
35 - Fabbricazione di altri mezzi di trasporto				0,00%	0,00%	0
	min TEC 8	10%	15%			
	max TEC 8	10%	15%			
	valore risparmio applicato	10,00%	15,00%			
TEC 9						0
		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
34 - Fabbricazione di autoveicoli, rimorchi e semirimorchi				0,00%	0,00%	0
35 - Fabbricazione di altri mezzi di trasporto				0,00%	0,00%	0
	min TEC 9	5%	10%			
	max TEC 9	5%	10%			
	valore risparmio applicato	5,00%	10,00%			
TEC 10						0
		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
34 - Fabbricazione di autoveicoli, rimorchi e semirimorchi				0,00%	0,00%	0
35 - Fabbricazione di altri mezzi di trasporto				0,00%	0,00%	0
	min TEC 10	0%	0%			
	max TEC 10	0%	0%			
	valore risparmio applicato	0,00%	0,00%			

Accordo di Programma MSE-ENEA:

Ricognizione sulle tecnologie elettriche nelle applicazioni industriali e del terziario

TEC 11						0
		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
34 - Fabbricazione di autoveicoli, rimorchi e semirimorchi				0,00%	0,00%	0
35 - Fabbricazione di altri mezzi di trasporto				0,00%	0,00%	0
	min TEC 11	0%	0%			
	max TEC 11	0%	0%			
	valore risparmio applicato	0,00%	0,00%			
TEC 12						0
		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
34 - Fabbricazione di autoveicoli, rimorchi e semirimorchi				0,00%	0,00%	0
35 - Fabbricazione di altri mezzi di trasporto				0,00%	0,00%	0
	min TEC 12	0%	0%			
	max TEC 12	0%	0%			
	valore risparmio applicato	0,00%	0,00%			
TEC 13						0
		2001		2020		Risparmio
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh
34 - Fabbricazione di autoveicoli, rimorchi e semirimorchi				0,00%	0,00%	0
35 - Fabbricazione di altri mezzi di trasporto				0,00%	0,00%	0
	min TEC 13	0%	3%			
	max TEC 13	0%	3%			
	valore risparmio applicato	0,00%	3,00%			

Allegato C

SETTORE DA

TEC1		kt CO2	90,9	max	kTEP	36,13	max	applicab. Max	
								<20kW	>20 kW
15.5 alimentare-caseario			16	7,79		6,19	3,10	0,5	0,5
15.3 alimentare-conserve			9	4,35		3,46	1,73	0,5	0,5
15.84 alimentare-dolciario			67	33,31		26,49	13,24	0,5	0,5
min TEC 1									
max TEC 1									
valore									
risparmio									
applicato									
TEC2		kt CO2	206,8	max	kTEP	82,20	max	applicab. Max	
								<20kW	>20 kW
15.5 alimentare-caseario			40	13,92		15,87	5,53	0,25	0,5
15.3 alimentare-conserve			66	40,83		26,06	9,83	0,75	0,5
15.84 alimentare-dolciario			101	50,65		40,27	13,65	0,5	0,5
min TEC 2									
max TEC 2									
valore									
risparmio									
applicato									
TEC3		kt CO2	164,3	max	kTEP	65,32	max	applicab. Max	
								<20kW	>20 kW
15.5 alimentare-caseario			13	1,25		5,01	0,50		0,25
15.3 alimentare-conserve			6	1,48		2,32	0,29		0,5
15.84 alimentare-dolciario			146	72,94		57,99	5,16	0,5	0,5
min TEC 3									
max TEC 3									
valore									
risparmio									
applicato									
TEC4		kt CO2	183,6	max	kTEP	73,00	max	applicab. Max	
								<20kW	>20 kW
15.5 alimentare-caseario			59	38,09		23,26	15,14	0,75	0,5
15.3 alimentare-conserve			12	5,83		4,63	2,89	0,5	0,5
15.84 alimentare-dolciario			113	38,46		45,11	29,82	0,25	0,5
min TEC 4									
max TEC 4									
valore									
risparmio									
applicato									
TEC5		kt CO2	21,2	max	kTEP	8,44	max	applicab. Max	
								<20kW	>20 kW
15.5 alimentare-caseario			9	0,00		3,76	0,00		
15.3 alimentare-conserve			9	0,00		3,53	0,00		
15.84 alimentare-dolciario			3	1,44		1,15	0,00		0,5
min TEC5									
max TEC 5									
valore									
risparmio									
applicato									

Accordo di Programma MSE-ENEA:

Ricognizione sulle tecnologie elettriche nelle applicazioni industriali e del terziario

Settore DB

TEC1						60,29	kt CO2				kTEP		applicab. Max	
						Risparmio	29,0	max			11,52	max	<20kW	>20 kW
						GW/h							0,5	0,5
													0,25	0,25

Accordo di Programma MSE-ENEA:

Ricognizione sulle tecnologie elettriche nelle applicazioni industriali e del terziario

settore DD

TEC 1						78,92	kt CO2				kTEP		applicab. Max	
20- legno		2000		2020		Risparmio	37,9	max		15,08	max			
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh							<20kW	>20 kW
	min TEC 1	50,03%	36,30%	50,03%	36,30%	78,92	38	18,97	15,08	7,54			0,5	0,5
	max TEC 1	2%	1%											
	valore risparmio applicato	2,00%	1,00%											
TEC 2						0	kt CO2				kTEP		applicab. Max	
20- legno		2000		2020		Risparmio	0,0	max		0,00	max			
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh							<20kW	>20 kW
	min TEC 2	25%	25%	0,00%	0,00%	0	0	0,00	0,00	0,00				
	max TEC 2	25%	25%											
	valore risparmio applicato	25,00%	25,00%											
TEC 3						0	kt CO2				kTEP		applicab. Max	
20- legno		2000		2020		Risparmio	0,0	max		0,00	max			
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh							<20kW	>20 kW
	min TEC 3	20%	20%	0,00%	0,00%	0	0	0,00	0,00	0,00				
	max TEC 3	20%	20%											
	valore risparmio applicato	20,00%	20,00%											
TEC 4						0	kt CO2				kTEP		applicab. Max	
20- legno		2000		2020		Risparmio	0,0	max		0,00	max			
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh							<20kW	>20 kW
	min TEC 4	20%	20%	0,00%	0,00%	0	0	0,00	0,00	0,00				
	max TEC 4	20%	20%											
	valore risparmio applicato	20,00%	20,00%											
TEC 5						0	kt CO2				kTEP		applicab. Max	
20- legno		2000		2020		Risparmio	0,0	max		0,00	max			
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh							<20kW	>20 kW
	min TEC 5	0%	20%	0,00%	0,00%	0	0	0,00	0,00	0,00			0,5	0,5
	max TEC 5	0%	20%											
	valore risparmio applicato	0,00%	20,00%											
TEC 7						12,98	kt CO2				kTEP		applicab. Max	
20- legno		2000		2020		Risparmio	6,2	max		2,48	max			
		<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GWh							<20kW	>20 kW
	min TEC 7	2,24%	0%	2,24%	0,00%	12,98	6	1,56	2,48	0,62			0,25	
	max TEC 7	10%	0%											
	valore risparmio applicato	10,00%	0,00%											

Accordo di Programma MSE-ENEA:

Ricognizione sulle tecnologie elettriche nelle applicazioni industriali e del terziario

Settore DE

TEC 1					140,01	kt CO2				kTEP				applicab. Max	
	2000		2020		Risparmio		67,3	max		26,76	max			<20kW	>20 kW
	<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GW/h										
21 - Fabbricazione della pasta-carta, del	30,30%	51,11%	34,02%	57,37%	140,01		67		41,35	26,76	16,44			0,5	0,75
22 - Editoria, stampa e riproduzione di supporti registrati			0,00%	0,00%	0		0		0,00	0,00	0,00			0,5	0,75
min TEC 1	2%	1%													
max TEC 1	2%	1%													
valore															
risparmio															
applicato	2,00%	1,00%													

TEC 2					271,4228	kt CO2				kTEP				applicab. Max	
	2000		2020		Risparmio		130,5	max		51,87	max			<20kW	>20 kW
	<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GW/h										
21 - Fabbricazione della pasta-carta, del	5,87%	2,79%	6,59%	3,13%	271,4228		130		97,85	51,87	38,90			0,75	0,75
22 - Editoria, stampa e riproduzione di supporti registrati			0,00%	0,00%	0		0		0,00	0,00	0,00			0,5	0,5
min TEC 2	25%	25%													
max TEC 2	25%	25%													
valore															
risparmio															
applicato	25,00%	25,00%													

TEC 3					0	kt CO2				kTEP				applicab. Max	
	2000		2020		Risparmio		0,0	max		0,00	max			<20kW	>20 kW
	<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GW/h										
21 - Fabbricazione della pasta-carta, della carta e dei prodotti di carta			0,00%	0,00%	0		0		0,00	0,00	0,00			0,5	0,75
22 - Editoria, stampa e riproduzione di supporti registrati			0,00%	0,00%	0		0		0,00	0,00	0,00				
min TEC 3	20%	20%													
max TEC 3	20%	20%													
valore															
risparmio															
applicato	20,00%	20,00%													

TEC 4					0	kt CO2				kTEP				applicab. Max	
	2000		2020		Risparmio		0,0	max		0,00	max			<20kW	>20 kW
	<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GW/h										
21 - Fabbricazione della pasta-carta, della carta e dei prodotti di carta			0,00%	0,00%	0		0		0,00	0,00	0,00				
22 - Editoria, stampa e riproduzione di supporti registrati			0,00%	0,00%	0		0		0,00	0,00	0,00				
min TEC 4	20%	20%													
max TEC 4	20%	20%													
valore															
risparmio															
applicato	20,00%	20,00%													

TEC 5					74,09	kt CO2				kTEP				applicab. Max	
	2000		2020		Risparmio		35,6	max		14,16	max			<20kW	>20 kW
	<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW	GW/h										
21 - Fabbricazione della pasta-carta, del	3,70%	2,96%	4,15%	3,32%	74,09		36		8,90	14,16	3,54			0,25	
22 - Editoria, stampa e riproduzione di supporti registrati			0,00%	0,00%	0		0		0,00	0,00	0,00			0,25	
min TEC 5	0%	20%													
max TEC 5	0%	20%													
valore															
risparmio															
applicato	0,00%	20,00%													

Ricognizione sulle tecnologie elettriche nelle applicazioni industriali e del terziario

[illegible][illegible]

Accordo di Programma MSE-ENEA:

Ricognizione sulle tecnologie elettriche nelle applicazioni industriali e del terziario

Settore DI

TEC 1						81,14	kt CO2		kTEP		applicab. Max					
						Risparmio	39,0	max	15,51	max						
						GWh					<20kW	>20 kW				
26 - Fabbricazione di prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi						0,00%	0,00%	0	0,00	0,00	0,00					
ceramica+ceramica						0,00%	0,00%	0	0,00	0,00	0,00	0,5				
laterizi						39,77%	49,27%	43,01%	53,28%	18,16	9	4,37	3,47	1,74	0,5	0,5
cemento						19,53%	64,17%	21,11%	69,39%	62,98	30	15,14	12,04	6,02	0,5	0,5
manufatti cemento						0,00%	0,00%	0	0	0,00	0,00	0,00				
min TEC 1						2%	1%									
max TEC 1						2%	1%									
valore																
risparmio applicato						2,00%	1,00%									

Accordo di Programma MSE-ENEA:

Ricognizione sulle tecnologie elettriche nelle applicazioni industriali e del terziario

Settore DK

TEC 1						504,51	kt CO2				kTEP				applicab. Max	
						Risparmio	2000		2020		max		max			
						GW/h	<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW					<20kW	>20 kW
29 - meccanica						504,51	54,36%	16,56%	69,05%	21,03%					0,5	0,75
	min TEC 1						2%	1%								
	max TEC 1						2%	1%								
	valore risparmio															
	applicato						2,00%	1,00%								
TEC 2						263,09	2000		2020		max		max		applicab. Max	
						Risparmio	<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW					<20kW	>20 kW
						GW/h	2,61%	0,00%	3,32%	0,00%					0,25	0,25
29 - meccanica						263,09	2,61%	0,00%	3,32%	0,00%						
	min TEC 2						25%	25%								
	max TEC 2						25%	25%								
	valore risparmio															
	applicato						25,00%	25,00%								

Settore DH

TEC 1						154,74	kt CO2				kTEP				applicab. Max	
						Risparmio	2000		2020		max		max			
						GW/h	<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW					<20kW	>20 kW
25 - Fabbricazione di articoli in gomma e						154,74	33,26%	34,12%	37,51%	38,48%					0,5	0,75
	min TEC 1						2%	1%								
	max TEC 1						2%	1%								
	valore risparmio															
	applicato						2,00%	1,00%								
TEC 2						217,0	2000		2020		max		max		applicab. Max	
						Risparmio	<20kW	>20 kW	<20kW	>20 kW					<20kW	>20 kW
						GW/h	3,28%	2,36%	3,70%	2,66%					0,5	0,5
25 - Fabbricazione di articoli in gomma e						216,9604	3,28%	2,36%	3,70%	2,66%						
	min TEC 2						25%	25%								
	max TEC 2						25%	25%								
	valore risparmio															
	applicato						25,00%	25,00%								

ALLEGATO D – SETTORE TERZIARIO

(Tabelle tipo 15 e 16)

Tecnologie	
J	
tec 1	57,9%
tec 2	11,8%
tec 3	10,1%

dati 2008-09						
J	uffici - banche					
		ill	CDZ	FAN	PMP	Varie
E n elettrcia		11,3%	36,0%	10,1%	11,8%	30,8%
	tec A		1	1	1	
	tec B			3	2	

Tecnologie	
H	
tec 1	58,6%

dati 2008-09				
H	alberghi			
		ill	CDZ	Varie
E n elettrcia		17,9%	58,6%	23,5%
	tec A		1	
	tec B			

Tecnologie	
N	
tec 1	61,6%
tec 2	14,3%
tec 3	21,8%
tec 5	5,3%

dati 2008-09							
N	ospedali						
		ill	CDZ	FAN	PMP	Aria comp.	Varie
E n elettrcia		21,0%	20,3%	21,8%	14,3%	5,3%	17,4%
	tec A		1	1	1	1	
	tec B			3	2	5	

Tecnologie	
G	
tec 1	58,8%
tec 2	1,2%
tec 3	3,5%
tec 4	27,4%
tec 5	0,2%

dati 2008-09										
G	commercio									
		ill	CDZ	FAN	PMP	banchi	freddo pro	processo	aria comp.	Varie
E n elettrica		20-25%	15-40%	3-5%	1%	4-6%	20-30%	7%	1%	5-8%
	tec A		1	1	1		1		1	
	tec B			3	2		4		5	

ALLEGATO E –SETTORE TERZIARIO

(Tabelle tipo 19 o 20)

Settore G

TEC 1		2001	2020	Risparmio G Wh	197,60
GDO		58,80%	59,95%		197,60
	min TEC 1				
	max TEC 1				
	valore				
	risparmio				
	applicato	1,00%			

TEC 2		2001	2020	Risparmio G Wh	101,59
GDO		1,21%	1,23%		101,59
	min TEC 1				
	max TEC 1				
	valore				
	risparmio				
	applicato	25,00%			

TEC 3		2001	2020	Risparmio G Wh	233,77
GDO		3,48%	3,55%		233,77
	min TEC 1				
	max TEC 1				
	valore				
	risparmio				
	applicato	20,00%			

TEC 4		2001	2020	Risparmio G Wh	1839,76
GDO		27,37%	27,91%		1839,76
	min TEC 1				
	max TEC 1				
	valore				
	risparmio				
	applicato	20,00%			

TEC 5		2001	2020	Risparmio G Wh	11,46
GDO		0,17%	0,17%		11,46
	min TEC 1				
	max TEC 1				
	valore				
	risparmio				
	applicato	20,00%			

DATI SUL SETTORE
sub

H Alberghi

2001 2005 2020
en elettrica en elettrica en elettrica consumata

GWh/a GWh/a GWh/a

GDO 9.311 11.388 16.484

fonte terna terna stima
Fattore di progressione 2000/2020 44%

TEC 1		2001	2020	Risparmio G Wh	139,09
Alberghi		58,60%	84,38%		139,09
	min TEC 1				
	max TEC 1				
	valore				
	risparmio				
	applicato	1,00%			

Accordo di Programma MSE-ENEA:

Ricognizione sulle tecnologie elettriche nelle applicazioni industriali e del terziario

DATI SUL SETTORE
sub

J Uffici

	2001 en elettrica GWh/a	2005 en elettrica GWh/a	2020 en elettrica consumata GWh/a
Uffici	2.439	2.520	3.220

fonte
Fattore di progressione 2000/2020

terna terna stima
5%

TEC 1					19,57
		2001	2020	Risparmio GWh	
Uffici		57,92%	60,79%		19,57
	min TEC 1				
	max TEC 1				
	valore				
	risparmio				
	applicato	1,00%			

TEC 2					99,29
		2001	2020	Risparmio GWh	
Uffici		11,75%	12,33%		99,29
	min TEC 1				
	max TEC 1				
	valore				
	risparmio				
	applicato	25,00%			

TEC 3					68,55
		2001	2020	Risparmio GWh	
Uffici		10,14%	10,64%		68,55
	min TEC 1				
	max TEC 1				
	valore				
	risparmio				
	applicato	20,00%			

Accordo di Programma MSE-ENEA:

Ricognizione sulle tecnologie elettriche nelle applicazioni industriali e del terziario

DATI SUL SETTORE
sub

N ospedali

	2001	2005	2020
	en elettrica GWh/a	en elettrica GWh/a	en elettrica consumata GWh/a
Ospedali	6.520	8.088	11.226

fonte
Fattore di progressione 2000/2020

terna terna stima
72%

TEC 1	2001	2020	Risparmio GWh	119,10
Ospedali	61,62%	106,09%		119,10
min TEC 1				
max TEC 1				
valore				
risparmio				
applicato	1,00%			

TEC 2	2001	2020	Risparmio GWh	691,96
Ospedali	14,32%	24,66%		691,96
min TEC 1				
max TEC 1				
valore				
risparmio				
applicato	25,00%			

TEC 3	2001	2020	Risparmio GWh	840,90
Ospedali	21,75%	37,45%		840,90
min TEC 1				
max TEC 1				
valore				
risparmio				
applicato	20,00%			

TEC 5	2001	2020	Risparmio GWh	203,59
Ospedali	5,27%	9,07%		203,59
min TEC 1				
max TEC 1				
valore				
risparmio				
applicato	20,00%			

Accordo di Programma MSE-ENEA:

Ricognizione sulle tecnologie elettriche nelle applicazioni industriali e del terziario

Allegato F

DATI SUL SETTORE
sub

H Alberghi

0,481 0,450
EMISSIONI ENERGIA
EVITATE PRIMARIA
2020 2020
kt CO2 kTEP

2001 2005 2020
en elettrica en elettrica en elettrica consumata

GWh/a GWh/a GWh/a

GDO

9.311 11.388 16.484

fonte

tema tema stima

Fattore di progressione 2000/2020

44%

Fattore di progressione 2000/2020				44%			ktCO2	max	kTEP	max	applicab. Max
TEC 1				2001	2020	Risparmio GWh	139,09	66,9	26,58		
Alberghi		58,60%	84,38%			139,09	67	16,72	26,58	6,65	0,25
min TEC 1											
max TEC 1											
valore risparmio											
applicato				1,00%							

DATI SUL SETTORE
sub

J Uffici

0,481 0,450
EMISSIONI ENERGIA
EVITATE PRIMARIA
2020 2020
kt CO2 kTEP

2001 2005 2020
en elettrica en elettrica en elettrica consumata

GWh/a GWh/a GWh/a

Uffici

2.439 2.520 3.220

fonte

tema tema stima

Fattore di progressione 2000/2020

5%

Fattore di progressione 2000/2020				5%		kt CO2		kTEP		applicab. Max	
TEC 1				2001	2020	Risparmio GWh	19,57	9,4	max	3,74	max
Uffici		57,92%	60,79%			19,57		9	2,35	3,74	0,94
	min TEC 1										
	max TEC 1										
	valore risparmio										
	applicato	1,00%									0,25

TEC 2					99,29	kt CO2	max	kTEP	max	applicab. Max
2001	2020	Risparmio GWh			47,7		18,98			
Uffici	11,75%	12,33%	99,29		48	11,93	18,98	4,74	0,25	
min TEC 1										
max TEC 1										
valore risparmio										
applicato 25,00%										

				68,55	kt CO2	max	kTEP	max	applicab. Max
TEC 3				2001	2020	Risparmio GWh	33,0	13,10	
Uffici	10,14%	10,64%		68,55	33	16,48	13,10	6,55	0,5
min TEC 1									
max TEC 1									
valore risparmio									
applicato				20,00%					

Accordo di Programma MSE-ENEA:

Ricognizione sulle tecnologie elettriche nelle applicazioni industriali e del terziario

DATI SUL SETTORE	N	ospedali	0,481		0,450	
sub			EMISSIONI		ENERGIA	
			EVITATE		PRIMARI	
			2020		2020	
			kt CO2		kTEP	
	2001	2005	2020			
	en elettrica	en elettrica	en elettrica consumata			
	GWh/a	GWh/a	GWh/a			
Ospedali	6.520	8.088	11.226			
fonte	terna	terna	stima			
Fattore di progressione 2000/2020		72%				
TEC 1			119,10	kt CO2	57,3	max
			2001	2020	kTEP	22,76
			Risparmio		max	
			GWh			
Ospedali	61,62%	106,09%	119,10	57	14,31	22,76
					5,69	0,25
			min TEC 1			
			max TEC 1			
			valore			
			risparmio			
			applicato	1,00%		
TEC 2			691,96	kt CO2	332,6	max
			2001	2020	kTEP	132,24
			Risparmio		max	
			GWh			
Ospedali	14,32%	24,66%	691,96	333	166,31	132,24
					66,12	0,5
			min TEC 1			
			max TEC 1			
			valore			
			risparmio			
			applicato	25,00%		
TEC 3			840,90	kt CO2	404,2	max
			2001	2020	kTEP	160,71
			Risparmio		max	
			GWh			
Ospedali	21,75%	37,45%	840,90	404	202,11	160,71
					80,35	0,5
			min TEC 1			
			max TEC 1			
			valore			
			risparmio			
			applicato	20,00%		
TEC 5			203,59	kt CO2	97,9	max
			2001	2020	kTEP	38,91
			Risparmio		max	
			GWh			
Ospedali	5,27%	9,07%	203,59	98	24,47	38,91
					9,73	0,25
			min TEC 1			
			max TEC 1			
			valore			
			risparmio			
			applicato	20,00%		