



UNIONCAMERE
VENETO



Training Module UCV – webinar

- Panoramica di interventi per il miglioramento dell'efficienza energetica per le PMI - Processi -

EnergyEfficiency4SMEs Project

Reference: LIFE21-CET-AUDITS-EnergyEfficiency4SME/101076459

26/09/24, Venezia

Dott. Ing. Giuseppe Emmi Ph.D.
Ing. Federico Zanon



**Co-funded by
the European Union**

EE4SME

<https://www.ee4sme.com/about-us/>



EnergyEfficiency4SMEs



UNIONCAMERE
VENETO



Panoramica di interventi per il miglioramento dell'efficienza energetica per le PMI - Processi



EnergyEfficiency4SMEs



UNIONCAMERE
VENETO



#	Tipo di Intervento	Note
1	Recupero di Calore di processo	complesso - lungo termine
2	Cogenerazione e Trigenerazione	medio -lungo termine

Recupero di calore - Generalità

Il calore di scarto (cascami energetici) dei processi industriali è una delle maggiori fonti di perdita di energia.



E' necessario identificare approcci e strumenti per recuperare il calore di scarto a bassa temperatura, una buona pratica, riconosciuta come strategica a livello europeo e tecnologicamente fattibile, ma ancora ostacolata da barriere gestionali.



EnergyEfficiency4SMEs

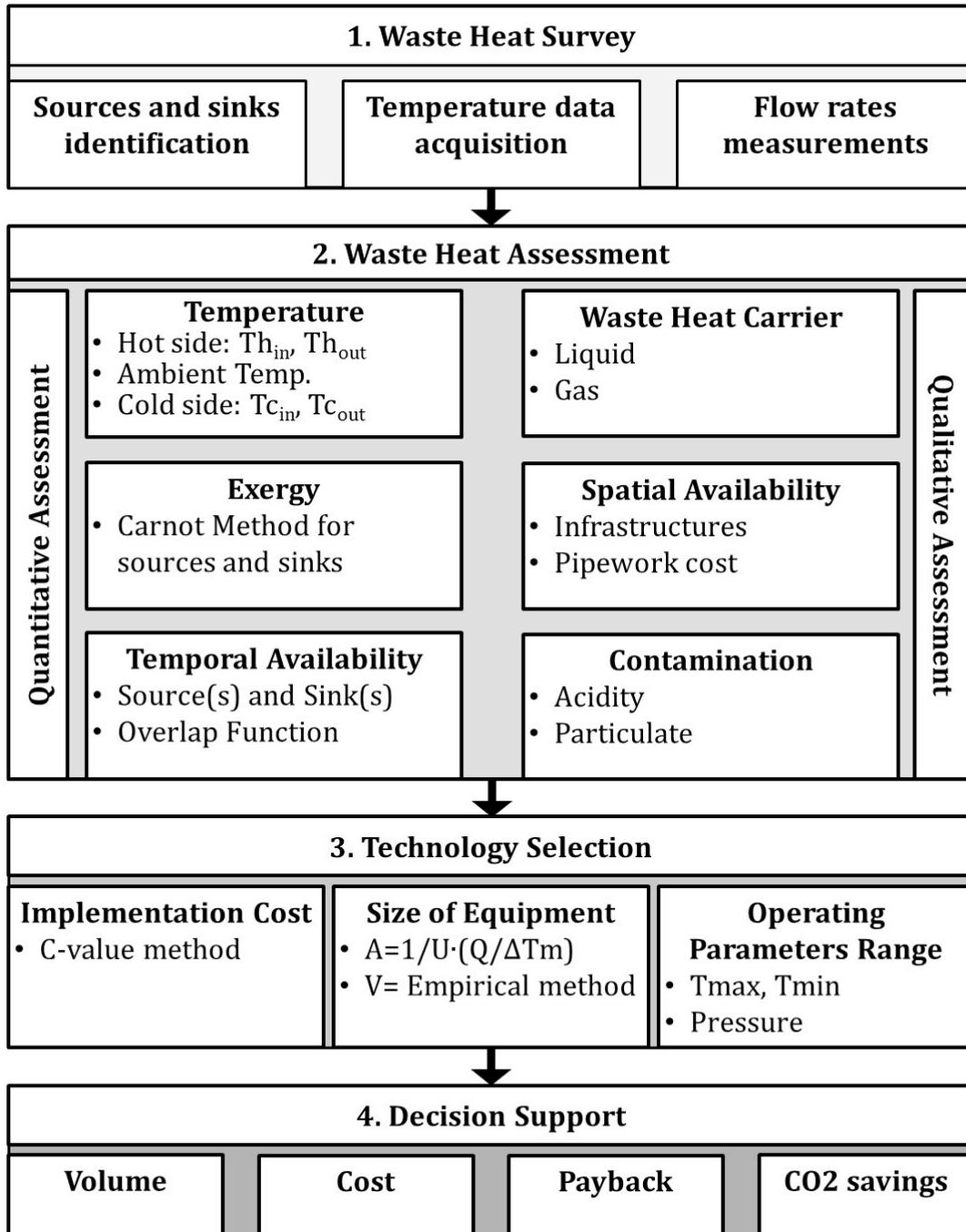


UNIONCAMERE
VENETO



Fig. 1 Stima del calore di scarto industriale disponibile per i diversi Paesi europei (adattato da IETS (Industrial Energy-related Technologies and Systems) 2015)

Recupero di calore - Generalità



E' necessario identificare un processo decisionale e valutarne la convenienza economica

La QUALITA' del cascame termico disponibile è funzione della Temperatura

Dalla Temperatura dipendono le possibili scelte da attuare



EnergyEfficiency4SMEs



UNIONCAMERE VENETO



Alessandro Simeone, Yang Luo, Elliot Woolley, Shahin Rahimifard, Claudio Boër, A decision support system for waste heat recovery in manufacturing, CIRP Annals, Volume 65, Issue 1, 2016, Pages 21-24, ISSN 0007-8506, <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2016.04.034>.

Recupero di calore - Generalità

- Compressori frigoriferi, motori endotermici e compressori d'aria sono tutti esempi di macchine operatrici a grande sviluppo di calore nel settore industriale
 - Tutti i settori industriali, dal siderurgico, cementiero, petrolchimico, chimico, farmaceutico, vetro, cartario, alimentare e di power generation fino al settore terziario sono potenzialmente idonei allo sviluppo di sistemi di recupero di calore.
- 
- Il vincolo principale di natura tecnica che rende un reflujo energetico non utilizzabile è il livello di temperatura a cui questo è disponibile



EnergyEfficiency4SMEs



UNIONCAMERE
VENETO



Recupero di calore – Alcuni possibili utilizzi

CENTRALE ARIA COMPRESSA

Solitamente il recupero non può essere reimpiegato sull'impianto stesso

deve essere destinato ad altre utenze e solitamente viene sfruttato per il riscaldamento invernale degli ambienti produttivi adiacenti alla centrale nel caso di compressori raffreddati ad aria

Nel caso di compressori raffreddati ad acqua il fluido termovettore viene destinato alle utenze termiche



EnergyEfficiency4SMEs



UNIONCAMERE
VENETO



Recupero di calore – Alcuni possibili utilizzi

CENTRALE ARIA COMPRESSA

L'energia elettrica per azionare i motori dei compressori per una quota pari a circa l'80%-90% a seconda dei casi è convertita in calore che deve essere smaltito

Nel caso di macchie raffreddate ad acqua il calore è disponibile anche fino a 90°C il che lo rende utilizzabile per differenti scopi in maniera molto flessibile



EnergyEfficiency4SMEs



UNIONCAMERE
VENETO



Recupero di calore – Alcuni possibili utilizzi

INDUSTRIA ALIMENTARE

In questo ambito i forni ad essiccamento rappresentano la prima fonte di perdite a carattere energetico (en. Termica)

I principali interventi effettuati prevedono l'installazione di scambiatori aria/acqua (solitamente fumi caldi espulsi dalle cappe di estrazione) con circolazione forzata in circuito chiuso di acqua calda da destinare a preriscaldamento aria comburente, riscaldamento ambienti, preriscaldamento prodotti.



EnergyEfficiency4SMEs



UNIONCAMERE
VENETO



Recupero di calore – Alcuni possibili utilizzi

INDUSTRIA TESSILE

Nel settore tessile, ad esempio, il recupero di calore da macchine quali rameuse (macchina per asciugare il tessuto dopo il lavaggio) o altro trattamento a umido è ormai una tecnologia consolidata e consente di preriscaldare acqua calda da destinarsi ai processi di lavaggio.



EnergyEfficiency4SMEs



UNIONCAMERE
VENETO



Recupero di calore – Alcuni possibili utilizzi

AZIENDE ENERGIVORE

Nei settori ad alta intensità energetica (vetro, siderurgico, metallurgico...) il recupero di calore su forni fusori spesso è destinato alla produzione di vapore tramite evaporatori che sfruttano il calore presente nei fumi esausti dei forni stessi. Negli altri settori industriali, il recupero termico si realizza su livelli di temperatura idonei alla sola produzione di calore a media e bassa temperatura (non superiore a 70-80°C).



EnergyEfficiency4SMEs



UNIONCAMERE
VENETO



Recupero di calore – Alcuni possibili utilizzi



EnergyEfficiency4SMEs

ASPETTI CHE RENDONO INTERVENTI DI RECUPERO REALIZZABILI O COMUNQUE DEGLI DI VALUTAZIONE

1. facilità di installazione dei sistemi
2. basso impatto sul processo produttivo su cui si poggiano
3. vicinanza dell'impianto generatore di calore con l'impianto che lo sfrutta
4. elevato numero di ore di funzionamento (favorito in processi continui)
5. elevato livello di temperatura del fluido riscaldato
6. Possibilità di poter bypassare i sistemi di recupero in caso di esigenza/emergenza

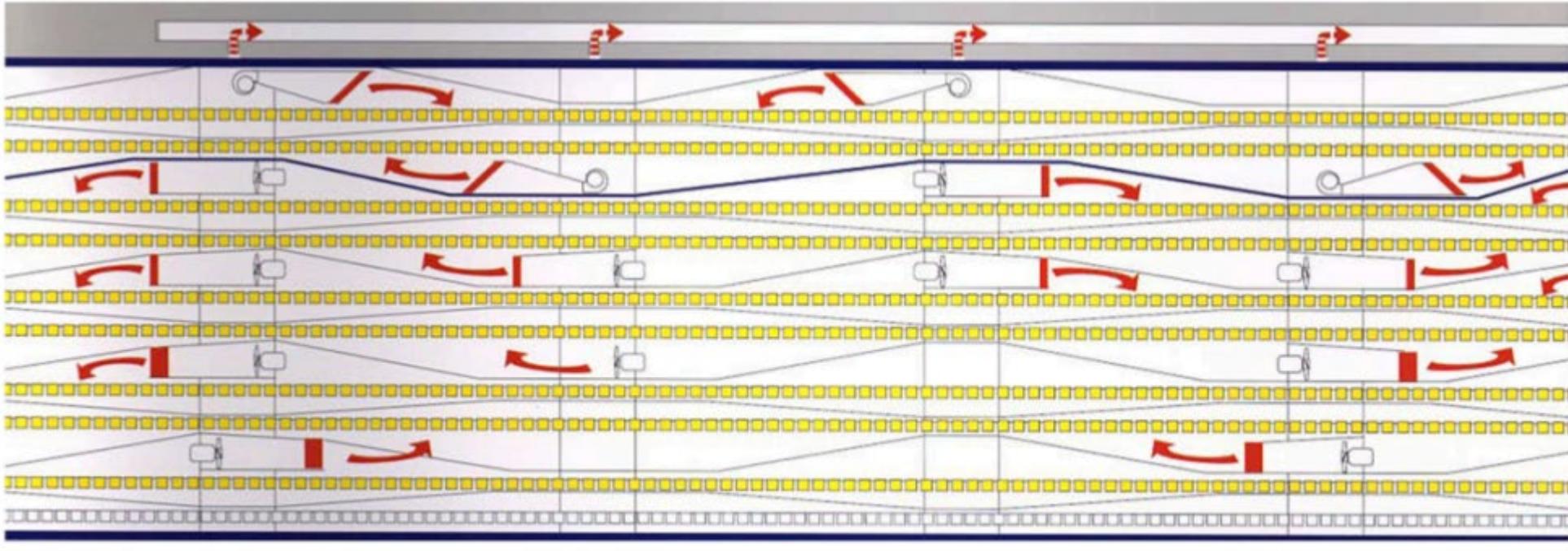


UNIONCAMERE
VENETO



Recupero di calore – Esempio

Cascami recuperabili nei processi agroalimentari di essiccamento: il caso della pasta



EnergyEfficiency4SMEs



UNIONCAMERE
VENETO



Figura 7. Sezione di un essiccatore multipiano in cui sono evidenziati i flussi di aria

Recupero di calore – Esempio

Cascami recuperabili nei processi agroalimentari di essiccamento: il caso della pasta



EnergyEfficiency4SMEs

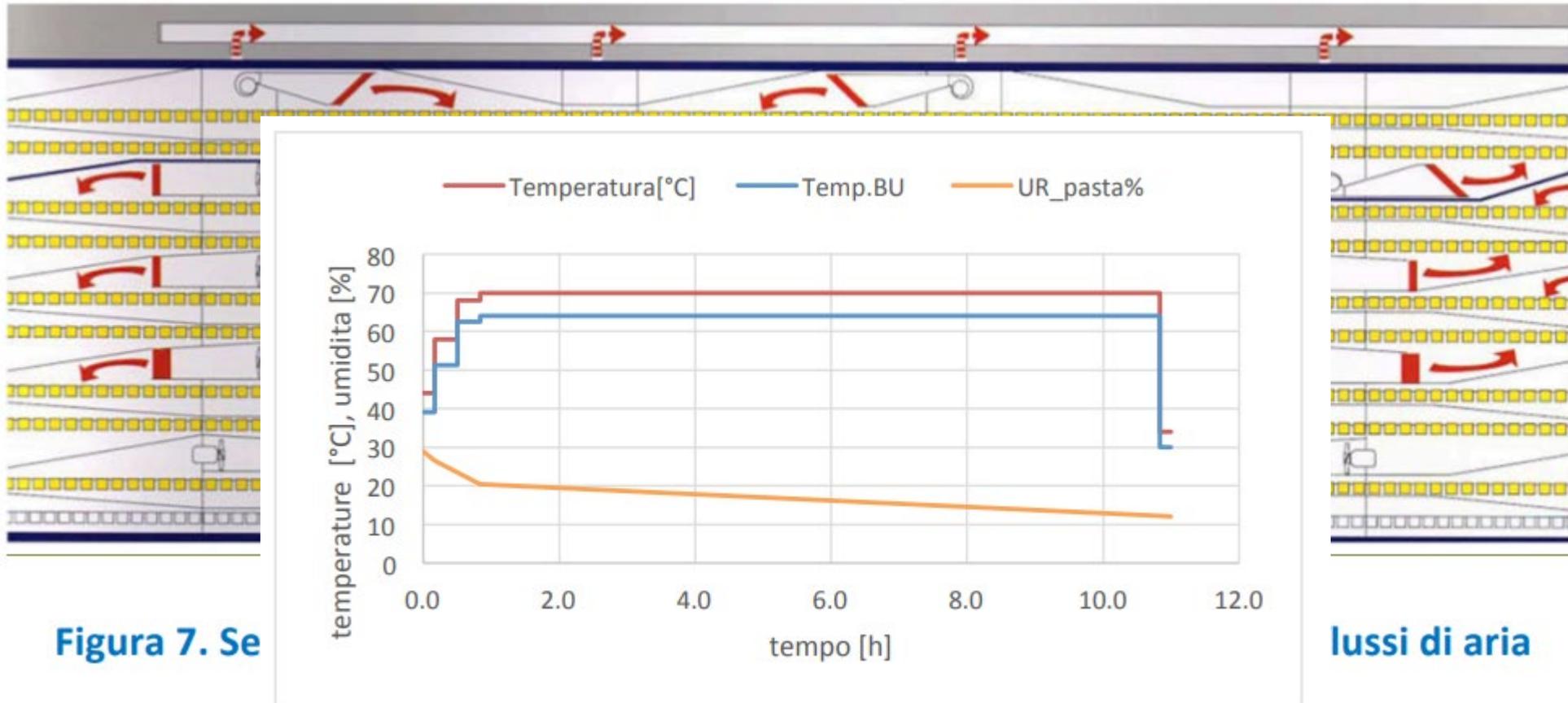


Figura 7. Se

lussi di aria



UNIONCAMERE VENETO

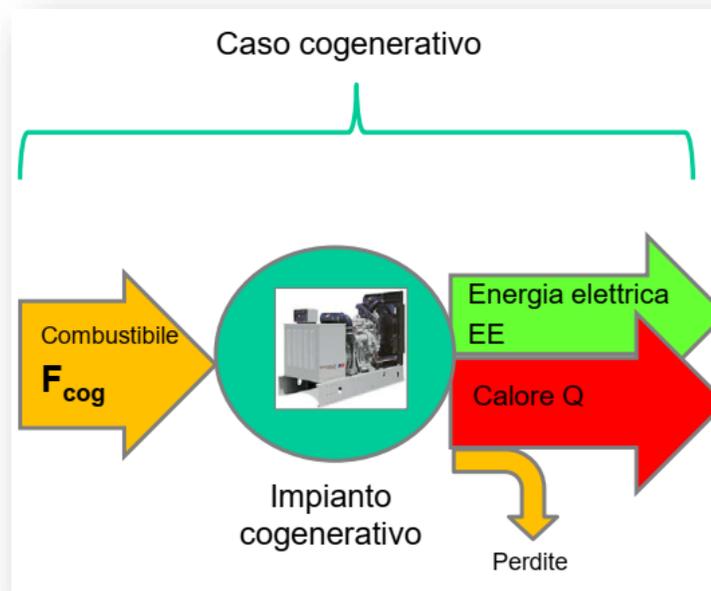
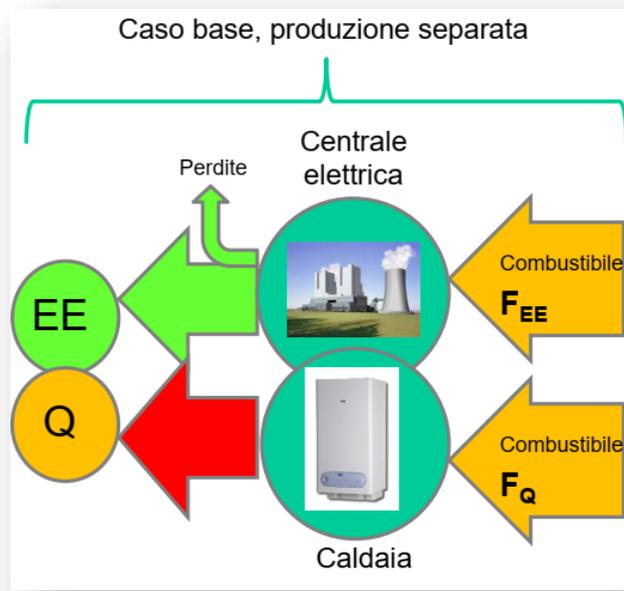


Cogenerazione – Generalità

La cogenerazione (CHP – Combined Heat and Power) è la produzione combinata, in un unico processo, di energia elettrica – o meccanica – ed energia termica (calore) ottenute in appositi impianti utilizzando come fonte gas naturale o biogas.



EnergyEfficiency4SMEs



Quando conviene?

Cogenerazione – Vantaggi e Svantaggi



EnergyEfficiency4SMEs

Vantaggi per l'utente

- Benefici economici : risparmio sulle bollette energetiche (su questi temi, ruolo fondamentale degli incentivi – vedi parte normativa)
- Maggiore sicurezza negli approvvigionamenti elettrici (possibilità di funzionare anche “in isola” a fronte di black-out)
- Funzionamento in “Peakshaving” per far fronte ad elevate richieste di potenza per periodi di tempo limitato
- Funzionamento per “Power quality” per garantire tensione e frequenza costante a salvaguardia di un processo produttivo

Altri vantaggi per la rete

- Risparmio energetico : vantaggi per la bilancia dei pagamenti, diminuisce la dipendenza dall'estero (minore importazione combustibili fossili)
- Contenimento emissioni inquinanti (con generatori puliti..) e CO2
- Riduzione del sovraccarico delle linee di trasmissione, possibile aumento di affidabilità del sistema elettrico
- Riduzione perdite di trasmissione e distribuzione
- Si evita la costruzione di nuove grandi centrali / di nuove linee di trasmissione
- Favorisce ingresso nuovi operatori / liberalizzazione settore energetico



UNIONCAMERE
VENETO



Cogenerazione – Limiti



EnergyEfficiency4SMEs

- Contemporaneità desiderata della richiesta di energia elettrica e termica salvo utilizzo accumuli di calore (es. serbatoi acqua calda)
- Necessaria una buona vicinanza tra produzione e utilizzo (utenze sufficientemente in vicinanza del sistema di generazione)
- Il livello termico a cui è richiesto il calore deve essere compatibile con il tipo di cogeneratore scelto
- Maggiori costi iniziali rispetto ai sistemi tradizionali (caldaie + allaccio rete e.e.)
- Gestione più complessa dell'impianto
- Redditività legata al quadro normativo/tariffario (variabile nel tempo!)
- Barriere non tecniche (costi burocratici, autorizzativi, fiscali; ad es. interfacciamento con la rete elettrica: duplicazione ed onerosità dei sistemi di sicurezza e distacco, ambito normativo poco favorevole)
- Parte di queste problematiche vengono risolte affidando il servizio di installazione e gestione di un impianto cogenerativo ad una ESCO



UNIONCAMERE
VENETO





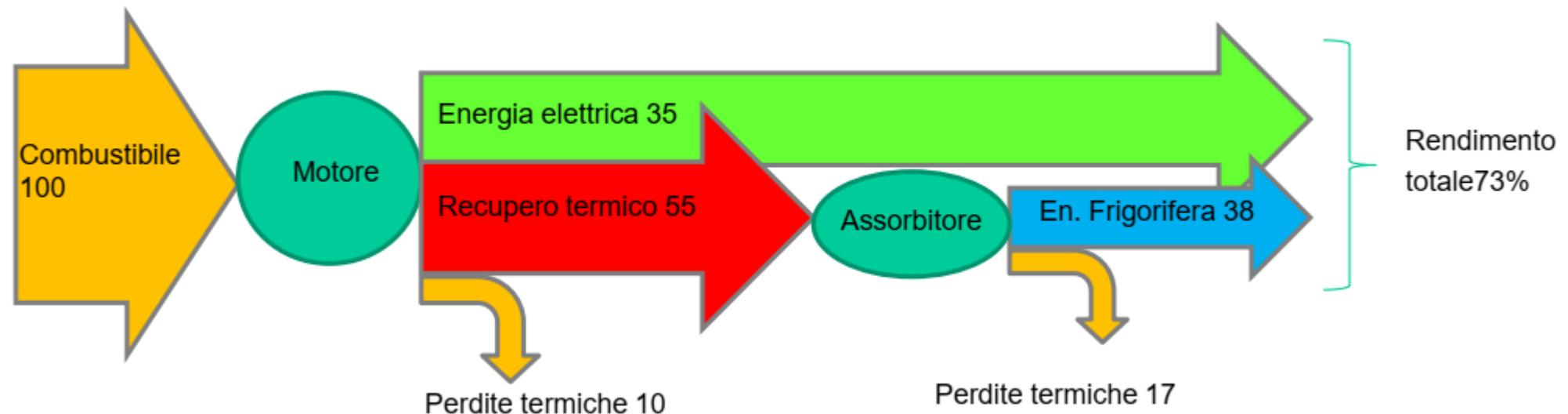
EnergyEfficiency4SMEs

Trigenerazione – Generalità

- Produzione combinata di energia elettrica, calore e freddo (combined cooling, heating and power , CCHP), intesi come effetti utili.
- Si effettua utilizzando un “cogeneratore” che genera energia elettrica e calore, a cui si affianca una macchina frigorifera:
 - a compressione, azionata dall’energia meccanica o elettrica prodotta;
 - ad assorbimento, azionata dal calore recuperato dal cogeneratore.



UNIONCAMERE
VENETO



Cogenerazione e Trigenerazione – Alcune osservazioni

- In tutti e due gli ambiti il processo produttivo è il punto chiave per la valutazione di fattibilità di questo tipo di intervento.
- In quest'ambito possono essere presenti azioni di incentivazione da parte dello stato (TEE, contributi in conto capitale, ...)
- Esistono differenti tecnologie, intese come motori «primi» che consentono di ottenere lo stesso risultato. Ad ogni tecnologia è associato un determinato tipo di fonte energetica che può essere anche di natura rinnovabile.



EnergyEfficiency4SMEs



UNIONCAMERE
VENETO



Efficienza energetica negli impianti elettrici - La Norma CEI 64-8/8



EnergyEfficiency4SMEs

NORMA ITALIANA CEI

Norma Italiana

CEI 64-8/8-1

La seguente Norma è identica a: HD 60364-8-1:2015-01.

Data Pubblicazione

2021-08

Titolo

**Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e a 1 500 V in corrente continua
Parte 8-1: Efficienza energetica degli impianti elettrici**

La Parte 1 della norma stabilisce indicazioni, misure e raccomandazioni aggiuntive riguardanti la progettazione, l'installazione, il funzionamento e la verifica degli impianti elettrici a bassa tensione. Queste regole includono anche aspetti legati alla produzione locale e all'accumulo di energia, con l'obiettivo di ottimizzare l'efficienza complessiva nell'uso dell'elettricità.

NORMA ITALIANA CEI

Norma Italiana

CEI 64-8/8-2

La seguente Norma è identica a: HD 60364.8.2:2018-11.

Data Pubblicazione

2021-08

Titolo

**Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
Parte 8-2: Impianti elettrici a bassa tensione di utenti attivi (prosumer)**

La Parte 2 descrive indicazioni e raccomandazioni aggiuntive per la progettazione, installazione e verifica di impianti elettrici a bassa tensione. Include disposizioni per impianti che integrano la produzione e l'accumulo locale di energia, garantendo la compatibilità con le attuali e future modalità di fornitura elettrica, sia tramite reti pubbliche che fonti locali. Questi impianti sono definiti come impianti elettrici per utenti attivi (PEI) (Prosumer's low voltage Electrical Installations).



UNIONCAMERE
VENETO

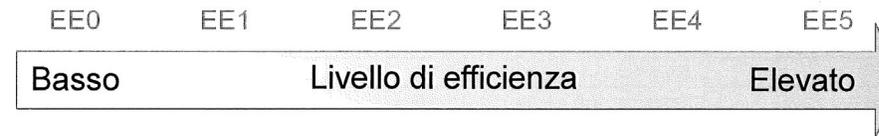


La Norma CEI 64-8/8 – Classi di efficienza degli impianti elettrici



EnergyEfficiency4SMEs

L'efficienza di un impianto elettrico viene identificata da una delle seguenti classi e determinata tramite un punteggio



Parametro	Titolo
Installazione iniziale	
II01	Determinazione del consumo di energia
II02	Consumo e posizione della cabina principale
II03	Caduta di tensione
II04	Efficienza del o dei trasformatori
II05	Efficienza degli apparecchi utilizzatori
Gestione dell'energia	
EM01	Zone
EM02	Utilizzi
EM03	Risposta alla domanda
EM04	Maglie
EM05	Misure per utilizzo
EM06	Rilevazione di presenza di persone per zona/locale
EM07	Implementazione di un sistema di gestione dell'energia
EM08	Comando HVAC
EM09	Comando di illuminazione

Parametro	Titolo
Mantenimento delle prestazioni	
MA01	Implementamento di una metodologia basata sul ciclo di vita
MA02	Frequenza delle procedura di verifica delle prestazioni
MA03	Gestione dei dati
MA04	Prestazione del o degli eventuali trasformatori
MA05	Presenza del monitoraggio continuo nel caso di sistemi che utilizzano grandi quantità di energia
Monitoraggio dell'energia	
PM01	Fattore di potenza
PM02	Distorsione armonica totale
Bonus	
BS01	Sorgente di energia rinnovabile
BS02	Accumulo di energia elettrica



Fattore di potenza



EnergyEfficiency4SMEs



UNIONCAMERE
VENETO



Beer Drinkers' Power Factor Analogy (Reactive Power = Electrical Froth)



In regime sinusoidale puro il fattore di potenza PF vale:

$$PF = \frac{P}{S} = \frac{V_s I_s \cos \varphi}{V_s I_s} = \cos \varphi$$

Dalla lettura delle proprie bollette dell'energia elettrica:

DETTAGLIO RIEPILOGO VOCI SPESA

DETTAGLIO PENALE REATTIVA	EN.REATT./ATTIVA	COSPHI	PREZZO UNITARIO
PENALE REATTIVA F1			
01/09/2023-30/09/2023 DAL 33% AL 75%	64%	0,841	0,0074400€/kvarh
PENALE REATTIVA F2			
01/09/2023-30/09/2023 DAL 33% AL 75%	64%	0,841	0,0074400€/kvarh
TOTALE PENALE REATTIVA			

Power quality – distorsione armonica totale

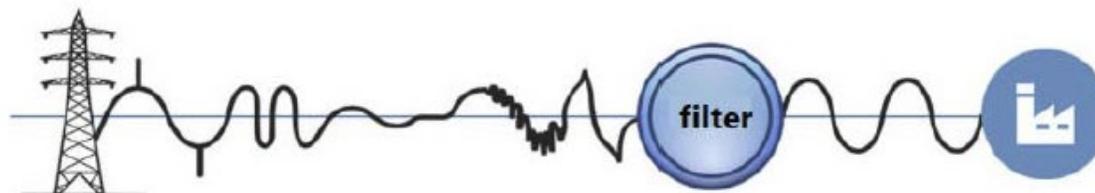
La **Power Quality (PQ)** si riferisce alla capacità di un sistema elettrico o dispositivo di funzionare in maniera efficiente in un contesto elettromagnetico senza generare interferenze tali da disturbare il funzionamento di altre apparecchiature presenti nello stesso ambiente



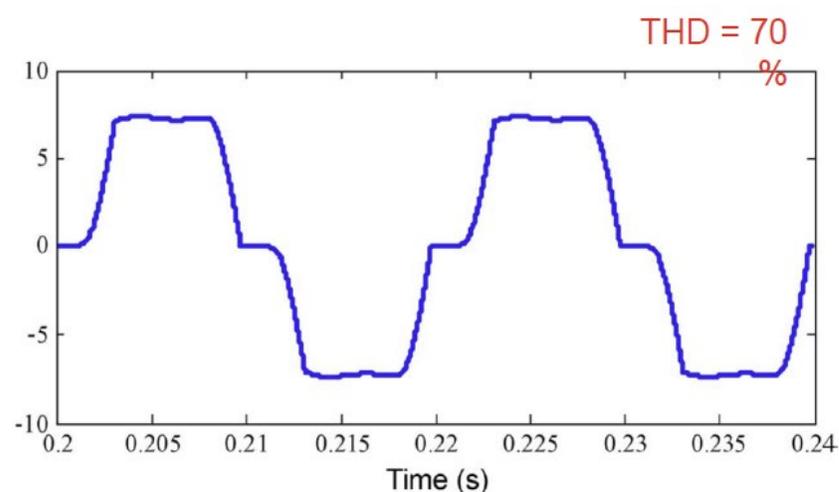
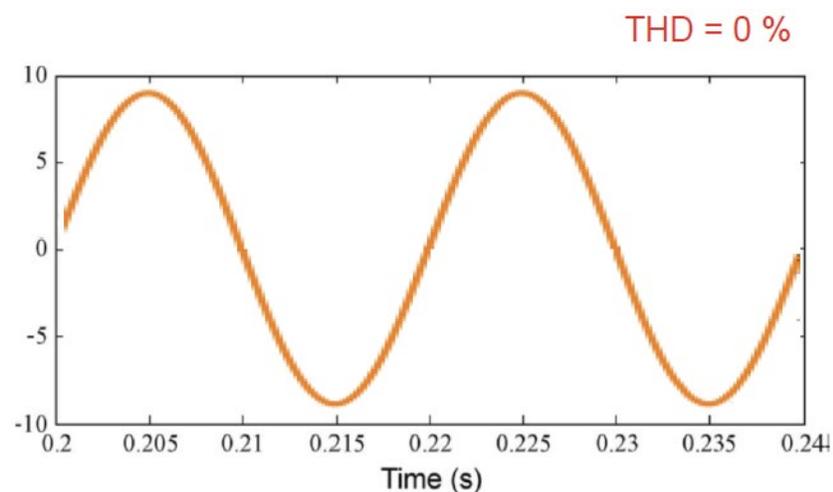
UNIONCAMERE
VENETO



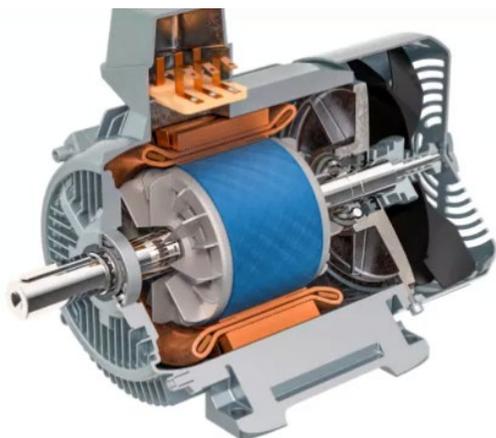
Nella realtà non si ha mai un regime sinusoidale puro:



La distorsione delle armoniche è un aspetto da analizzare nelle reti elettriche (**THD = Total Harmonic Distorsion**):



I motori elettrici



In Italia ci sono circa 20 Milioni di motori e il 75% di questi è utilizzato in ambito industriale

Un motore elettrico è un dispositivo che converte l'energia elettrica in energia meccanica sotto forma di rotazione (coppia e velocità). Un variatore di velocità è un dispositivo elettronico che può essere utilizzato per regolare la velocità di rotazione di un motore elettrico in base alle esigenze dell'applicazione.

Il regolamento sui motori elettrici e sui variatori di velocità (UE) 2019/1781 è entrato in vigore il 1° luglio 2021, sostituendo il regolamento sulla progettazione ecocompatibile dei motori elettrici (CE) 640/2009.

Il Regolamento 2019/1781 prevede un ambito di applicazione a 380 milioni di motori, che consumano 1326 TWh/a di energia elettrica nel 2020.



Si tratta del 56 % del consumo finale di energia elettrica nell'UE-27 nel 2020, pari a 2384 TWh (bilancio energetico Eurostat, aprile 2023)



EnergyEfficiency4SMEs



UNIONCAMERE
VENETO



I motori elettrici - Il Regolamento 2019/1781



EnergyEfficiency4SMEs

- Il regolamento entra nel merito delle specifiche per la progettazione dei motori elettrici imponendo livelli minimi di rendimento e l'applicazione di nuove norme di classificazione.
- Si applica ai motori monofase e trifase, anche per ambiti specifici, con potenze da 0,12 kW a 1000 kW.
- Il livello di efficienza energetica è espresso in classi internazionali di efficienza energetica (IE), dove IE1 è la classe più bassa e IE5 la più alta. In base alla normativa vigente, i motori devono raggiungere il livello di efficienza IE2, IE3 o IE4 a seconda della loro potenza nominale e di altre caratteristiche.



UNIONCAMERE
VENETO





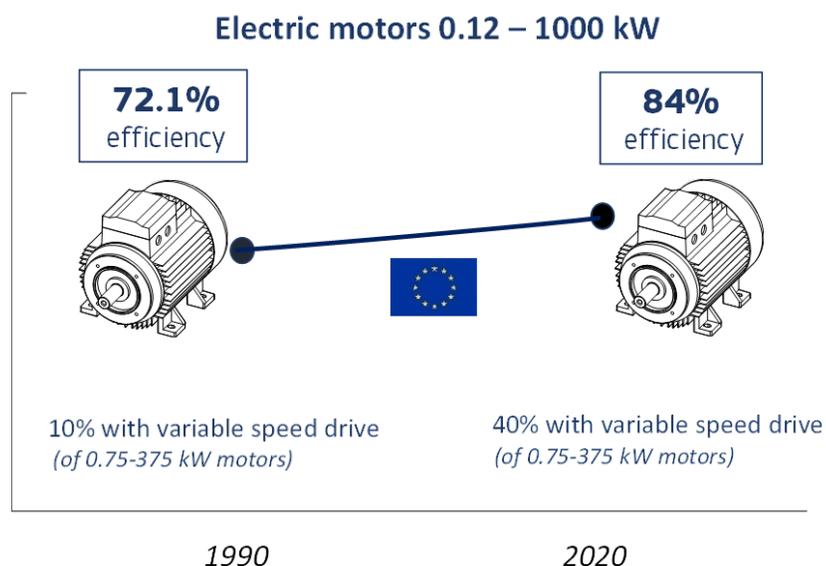
EnergyEfficiency4SMEs

I motori elettrici - Il Regolamento 2019/1781

- Per ottenere un livello di efficienza energetica più elevato, si deve prendere in considerazione l'uso di avviatori di motori o di altri dispositivi di comando del motore, come i variatori di velocità, in particolare per una gestione efficiente dell'energia nel caso di applicazioni a consumo intensivo (per es. il controllo della portata di ventilatori, pompe, compressori di aria)
- Gli azionamenti a velocità variabile hanno 2 livelli di efficienza (IE1 e IE2) e la normativa richiede che tutti gli azionamenti in campo di applicazione raggiungano il livello IE2.



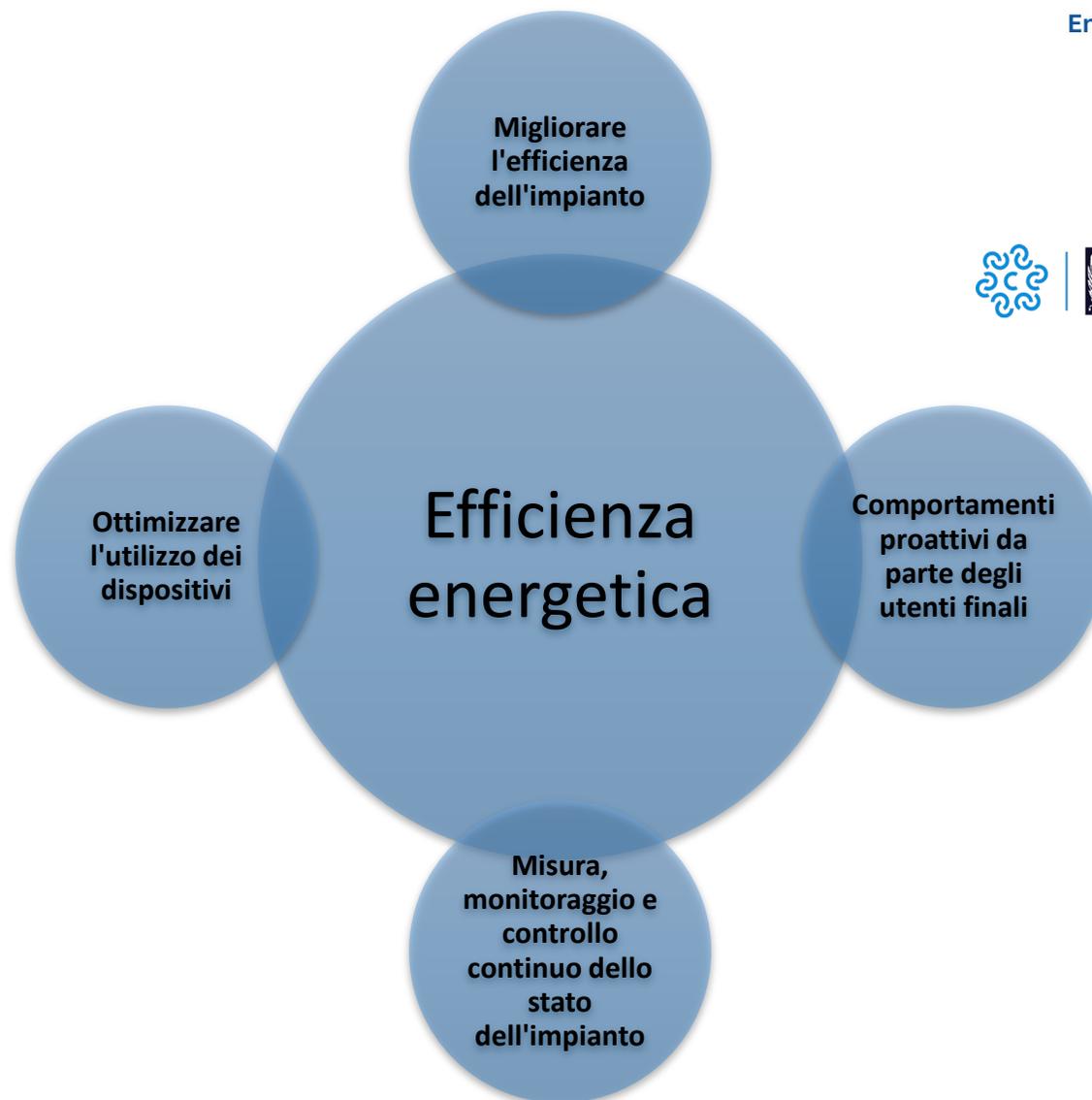
UNIONCAMERE
VENETO



I motori elettrici

Le applicazioni in cui tale risparmio è particolarmente rilevante sono quelle relative a pompe, ventilatori e compressori che corrispondono a circa il 60% del totale dell'impiego di motori (*dato presente nella Norma*).

L'inserimento di un inverter tra la rete di alimentazione e il motore consente di regolare la portata del fluido, variando direttamente il numero di giri della pompa o del ventilatore e sostituendo, in tal modo, i sistemi meccanici fortemente dissipativi quali valvole, saracinesche e by-pass.



EnergyEfficiency4SMEs



UNIONCAMERE
VENETO





EnergyEfficiency4SMEs



UNIONCAMERE
VENETO



“Co-funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or CINEA. Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them”.





Thank you for your attention!

