



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



L'Europa alla portata della vostra impresa.

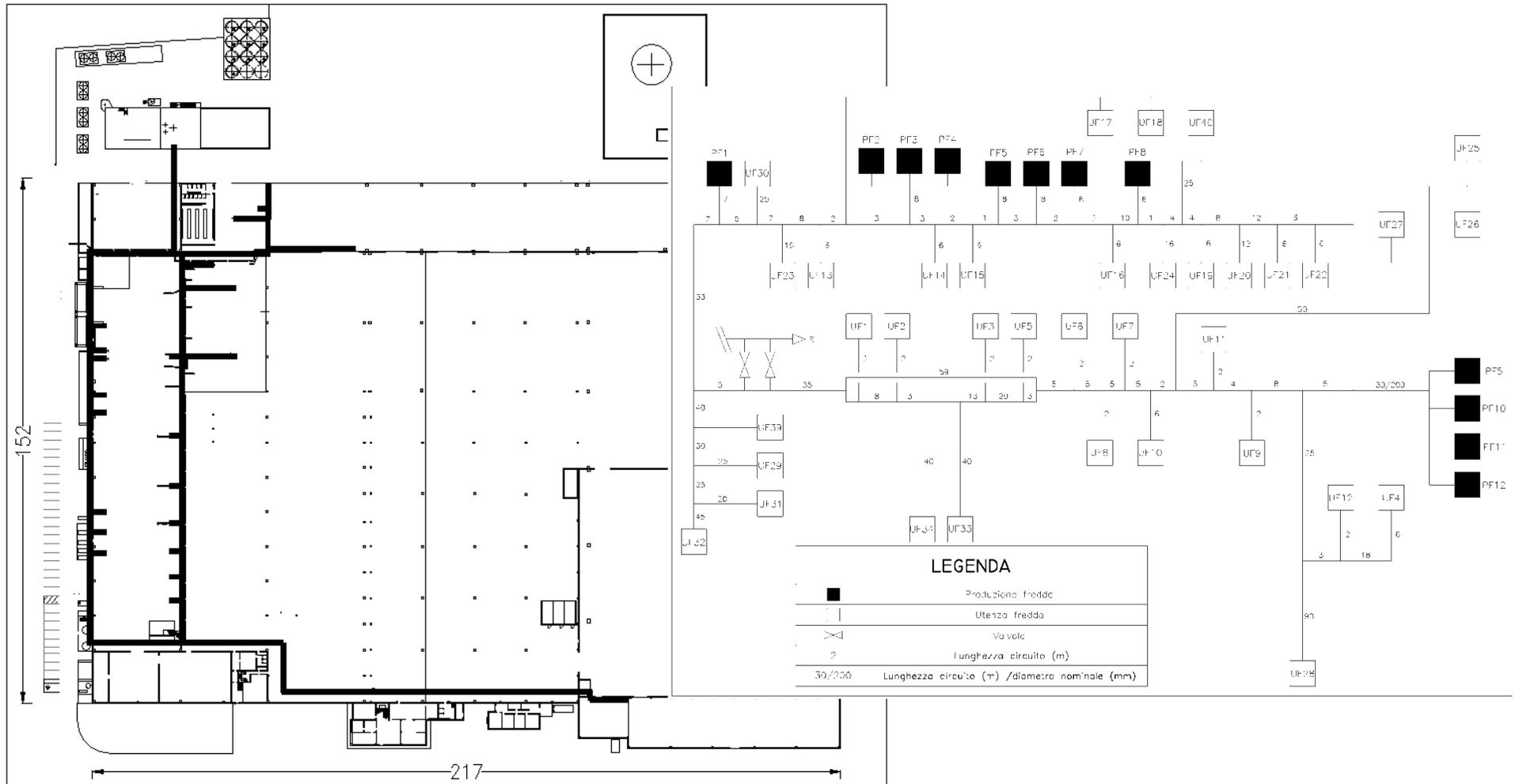


L'efficienza energetica delle imprese: la diagnosi ai sensi dell'Art. 8 del D.Lgs.102/2014
Padova, 21 settembre 2023

Casi studio di efficientamento energetico in ambito produttivo

ing. Francesco Fellin PhD, Energy Manager A.d.R.
Padova

Un caso emblematico...



Stabilimento alimentare in provincia di Padova

Non c'è una soluzione uguale per tutti i contesti...

Possibile strategia:

- 1) Audit o diagnosi energetica;
- 2) Possibili interventi da effettuare (per ognuno calcolare VAN e TR);
- 3) Selezione degli interventi;
- 4) Eventuale coinvolgimento di partner (ESCO, ecc.)

Spesso l'efficienza non viene implementata semplicemente perché non se ne conosce la reale potenzialità.

Mancanza di dati associati ai singoli processi, assenza di misuratori...il primo (piccolo) investimento è quello di conoscere i propri consumi per poterli ridurre anche significativamente!

ESEMPIO DI MODELLO TERMICO

Fase di lavorazione	Apparecchiatura	n°	m³/h	ms/a	d/ms	h/d	C.C.	m3 CH4/a	%
1) COTTURA	Forni grandi	4	83	11,5	28	24	0,8	2.052.557	61,1
	Forni piccoli	5	74	2,5	28	24	0,8	497.280	14,8
	Totale		702					2.549.837	75,9
2) ESSICCAZIONE	Essiccatoi vetrato	2	12	11,5	23	24	0,4	60.941	1,8
3) CENTRALE TERMICA	Caldaia acqua calda	1	269	5	23	8	0,5	123.740	3,7
	Caldaia processo vapore	1	107	11,5	23	24	0,5	339.618	10,1
	Caldaie riscaldamento	2	67	5	23	16	0,5	123.280	3,7
	Totale		510					586.638	17,5
4) SERVIZI	Generatore per spray drier	1	40	11,5	2	8	1	7.360	0,2
	Generatore aria calda	1	42	5	23	16	0,5	38.640	1,2
	Aerotermini piccoli	37	3	5	23	16	0,5	102.120	3,0
	Aerotermini grandi	2	7	5	23	16	0,5	12.880	0,4
	Totale		207					161.000	4,8
TOTALE			1.431					3.358.416	100,0

ATTRIBUZIONE ONERI A CIASCUN CENTRO DI COSTO

Centri di costo	En. Elettrica		En. Termica		Totali			
	MWh	kEur	1000 m ³ CH ₄	kEur	tep	%	kEur	%
1. INSILAGGIO MATERIE PRIME	39,84	3,00		0,00	3,43	0,10	3,00	0,34
2. PREPARAZIONE IMPASTO	1.277,98	102,00	7,36	1,00	115,98	3,44	102,00	11,15
3. FILTRAGGIO- PRESSATURA	95,63	8,00		0,00	8,22	0,24	8,00	0,83
4. ESTRUSIONE FILOTTI	177,00	14,00		0,00	15,22	0,45	14,00	1,53
5. PREESSICCAZIONE ELETTRICA	105,72	8,00		0,00	9,09	0,27	8,00	0,91
6. TORNITURA	961,40	76,00		0,00	82,68	2,45	76,00	8,30
7. ESSICCAZIONE	356,73	28,00	527,48	73,00	465,85	13,82	102,00	11,04
8. INVETRATURA	197,06	16,00		0,00	16,95	0,50	16,00	1,70
9. COTTURA	1.324,80	105,00	2.700,00	375,00	2.341,43	69,44	480,00	52,20
10. RETTIFICA	167,56	13,00		0,00	14,41	0,43	13,00	1,45
11. MONTAGGIO	4,53	0,3		0,00	0,39	0,01	0,30	0,04
12. COLLAUDO	2,02	0,15		0,00	0,17	0,01	0,15	0,02
13. SERVIZI	714,77	57,00	286,50	40,00	297,83	8,83	97,00	10,50
TOTALE STABILIMENTO	5.425,04	431,00	3.521,34	489,00	3.371,66	100,00	922,00	100,00

ESEMPIO DI PIANO DI INVESTIMENTI PER IL R.E.

N°	Intervento	Investimento (1000 Eur)	Risparmio (1000 Eur/a)	VAN (1000 Eur)	T. R. (a)	VAN/I
1	Regolazione caldaie	1	0,5	2,9	2	2,9
2	Cogenerazione	500	110	350	4,5	0,7
3	Produzione vapore per essiccatoi col calore fumi forni	140	80	478	1,7	3,4
4	Ottimizzazione del contratto elettrico	nullo	2,7	20	0	n.d.
5	Razionalizzazione recupero condense	20	5	18,6	4	0,9
6	Programmazione carichi elettrici	40	6	6	6,7	0,15
7	Preriscaldamento aria comburente forni	180	50	206	3,6	1,1
8	Illuminazione ambienti	5	3	18	1,7	3,6
9	Prelievo aria calda da locale forni per riscald. ambienti	20	5	19	4	1
	TOTALI	906	282,2	1.272,5	3,2	1,4

SCELTA DEI VETTORI ENERGETICI

La fonte energetica va scelta in base a criteri di disponibilità ed economicità, ma non vanno trascurati altri aspetti (es. sicurezza nel caso dei gas combustibili).

Altri criteri sono i limiti tecnologici: per un forno da fusione è logico pensare ad utilizzare il gas metano, mentre utilizzi a temperatura ben inferiore (riscaldamento edifici, produzione ACS,...) possono essere soddisfatti molto meglio con alternative differenti (recupero termico da cascami energetici, pompe di calore,...)

Efficientamento di un magazzino logistica

- Sostituzione della caldaia esistente con una pompa di calore acqua-aria
- Inserimento di barriere a lama d'aria per la riduzione degli ingressi indesiderati di area fredda



Esempi di interventi TERMICO

- Recuperi termici alla temperatura corretta, (anche per ev produzione di acqua refrigerata);
- Generatori di vapore: qualità dell'acqua e recupero del condensato;
- Sistemi a portata variabile, regolazione indipendente dalla pressione;
- Involucro edilizio e impianti (rinnovabili o ad elevata efficienza),
- Cogenerazione ad alto rendimento

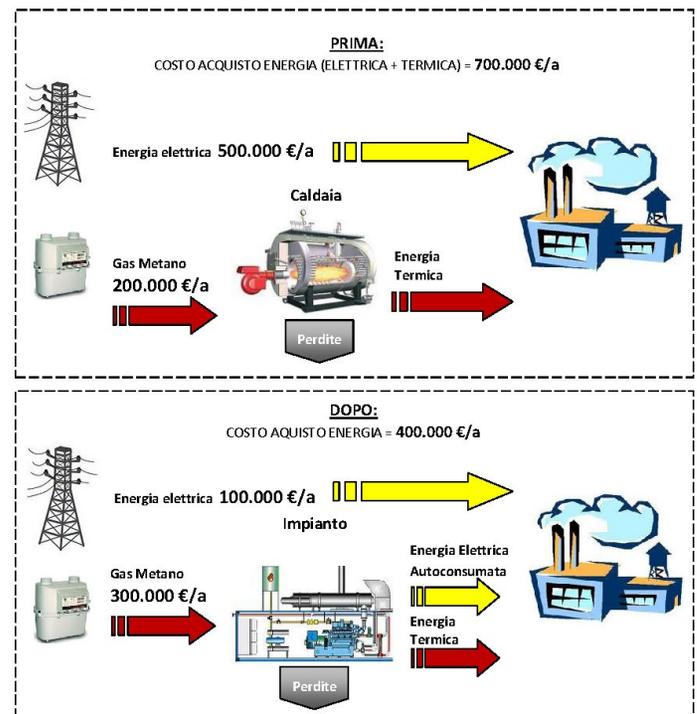
Un'unità di cogenerazione è definita ad alto rendimento se il **valore** del risparmio di energia primaria (PES) che ne consegue è almeno del **10%** oppure, nel caso di unità di micro-cogenerazione (< 50 piccola cogenerazione (< 1 MWe), se assume un qualunque valore positivo

- Teleriscaldamento ad alto rendimento (fonte GSE):
 - il **50%** di **energia** derivante da **fonti rinnovabili**;
 - il **50%** di **calore di scarto**;
 - il **75%** di **calore cogenerato**;
 - il **50%** di una **combinazione delle precedenti**

(per gli schemi si veda:

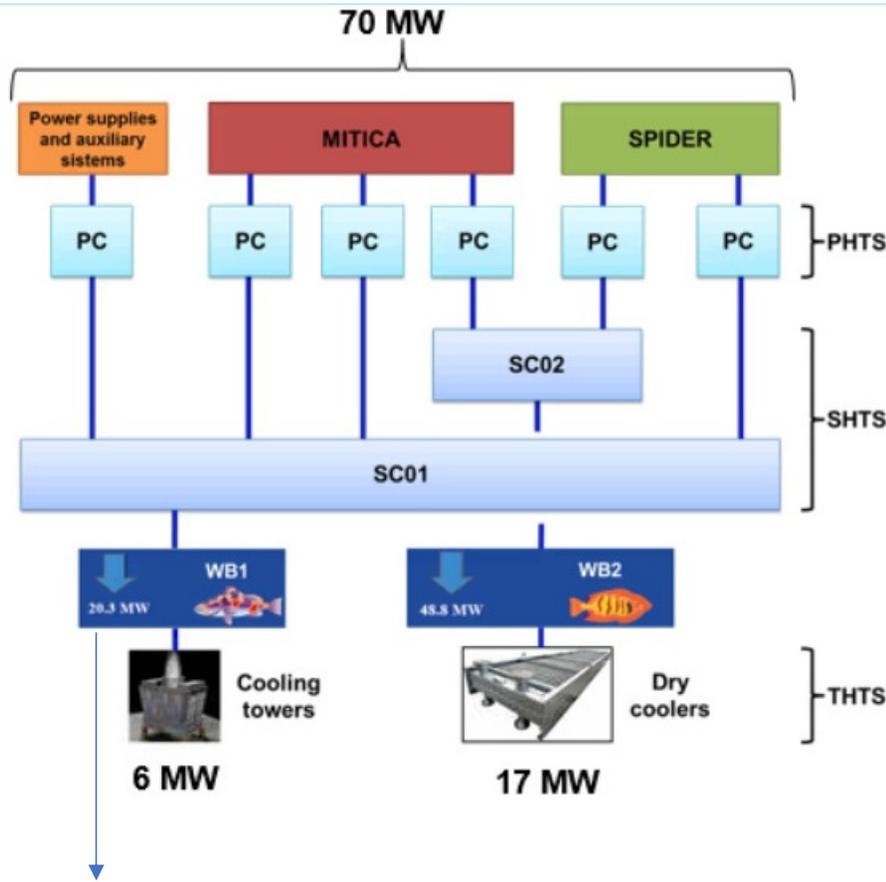
<https://www.gse.it/servizi-per-te/efficienza-energetica/teleriscaldamento-efficiente/documenti>

ESEMPIO: IMPIANTO di COGENERAZIONE da 400 kW elettrici e 504 kW termici



Corretto impiego dei sistemi di raffreddamento (livelli di temperatura)

Non sempre c'è bisogno di un chiller, e può essere conveniente differenziare i sistemi anche con accumulo inerziale

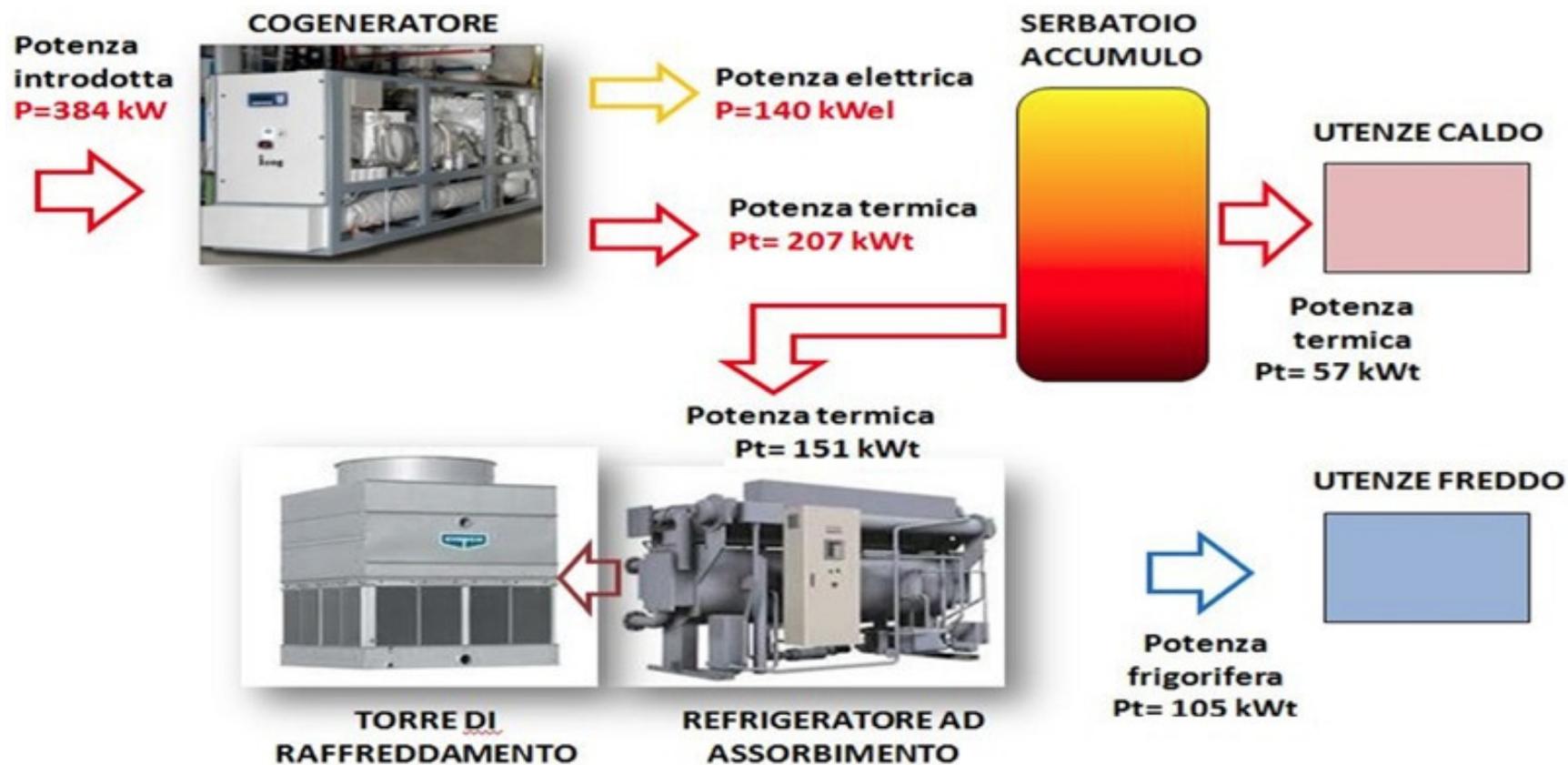


È anche riserva idrica AI



Casi studio di efficientamento energetico in ambito produttivo
Padova, 21 settembre

Produzione combinata di energia elettrica, calore, acqua refrigerata



Recupero del calore dissipato in ambiente



Criteri:

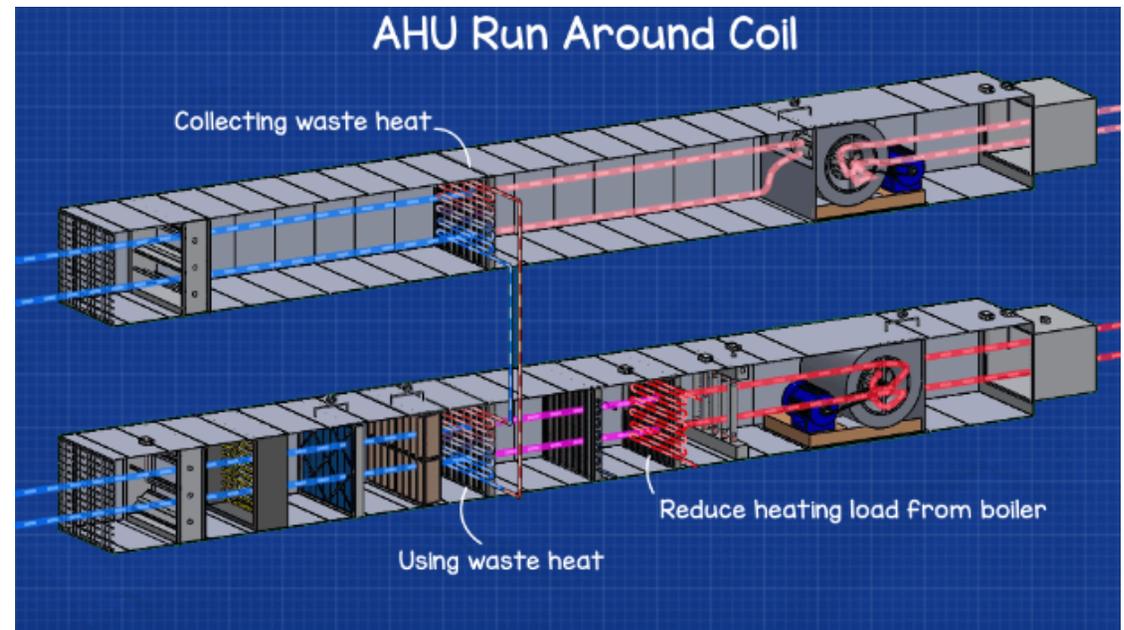
- potenza, flusso e livello termico;
- Vicinanza dell'impianto cui cedere il calore recuperato

Si può recuperare da camini

(gas combusti, aria calda espulsa, liquidi caldi di processo (anche di scarto))



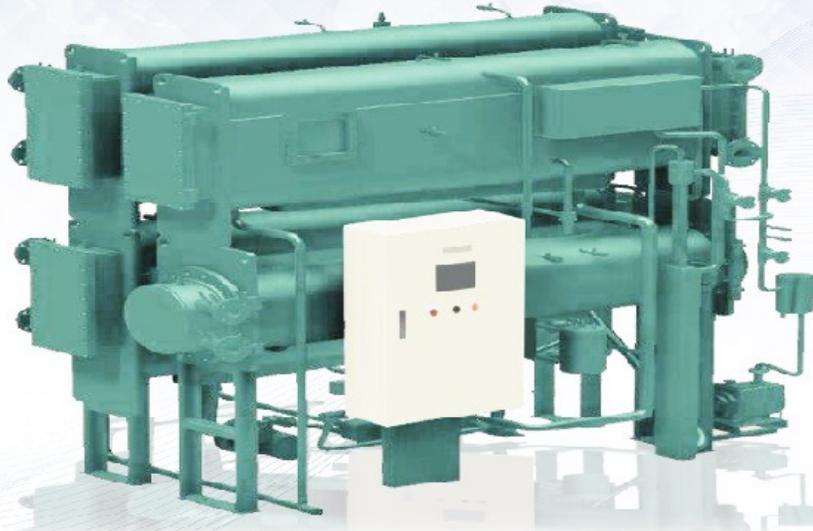
Recupero da UTA



Nei flussi ad alto contenuto di umidità, si può effettuare anche il recupero del calore latente con grande vantaggio per mezzo di recuperatori entalpici basati su materiali igroscopici

(es. aria da piscine, impianti essiccazione, ecc.)

Absorption Heat Transformer



Trasformatori di calore – innalzano il livello di temperatura di un fluido temperatura inferiore portandolo ad una temperatura superiore (con riduzione della potenza disponibile).

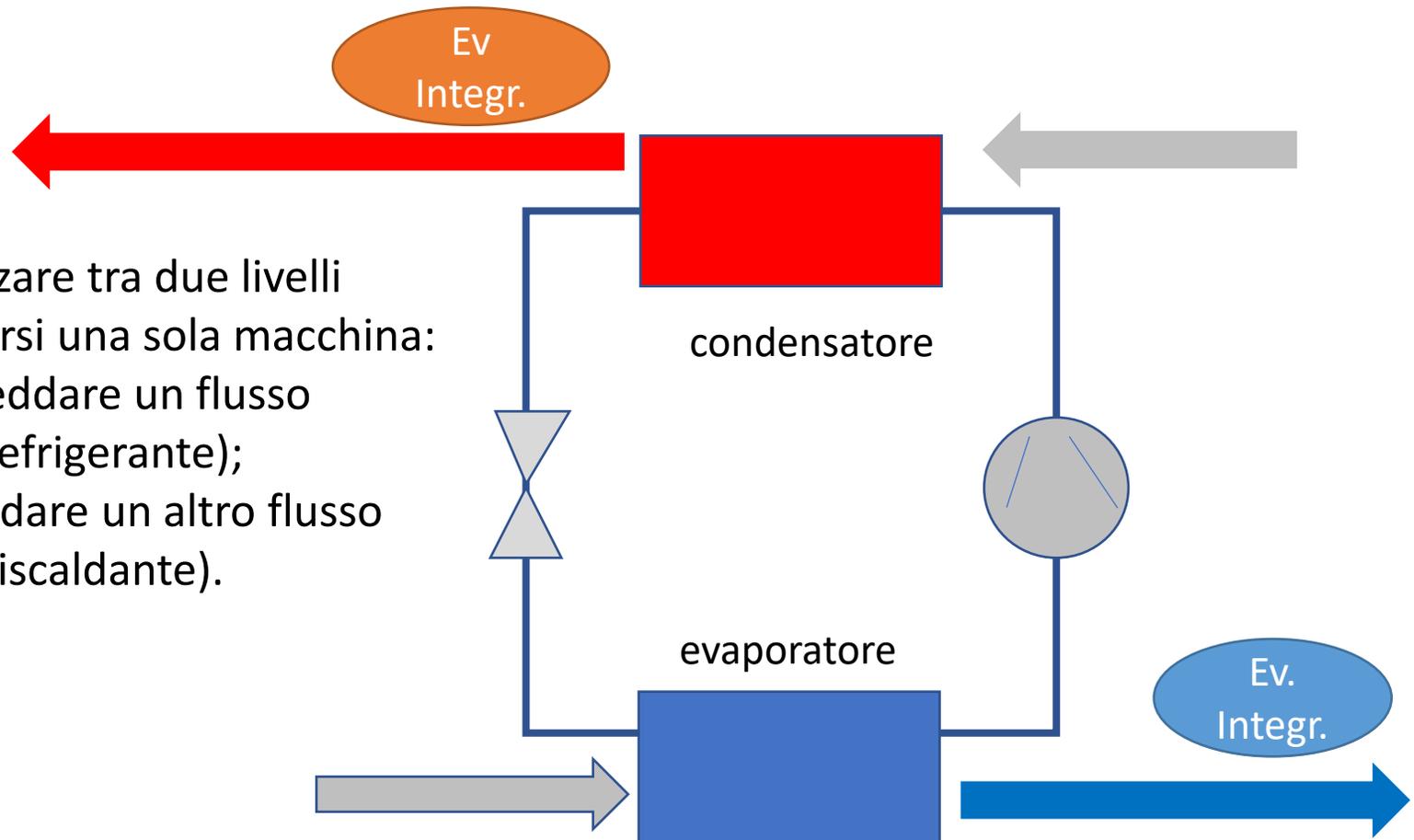
Costituiscono un altro modo di impiego delle pompe di calore ad assorbimento, peraltro con efficienza inferiore rispetto alle pdc a compressione di vapore.

Absorption Heat Pump developed to produce medium temperature energy by using high temperature energy resource such as steam, hot water and exhaust gas and low temperature waste heat energy.

This Absorption Heat Pump can be used to supply hot water for heating in a building or to supply hot water in the process of factory by using waste heat resource.

Sono sempre interessanti, da valutare, in presenza di calore di scarto a bassa/media temperatura (non utilizzabili direttamente come recuperi).

Pompa di calore a doppio effetto



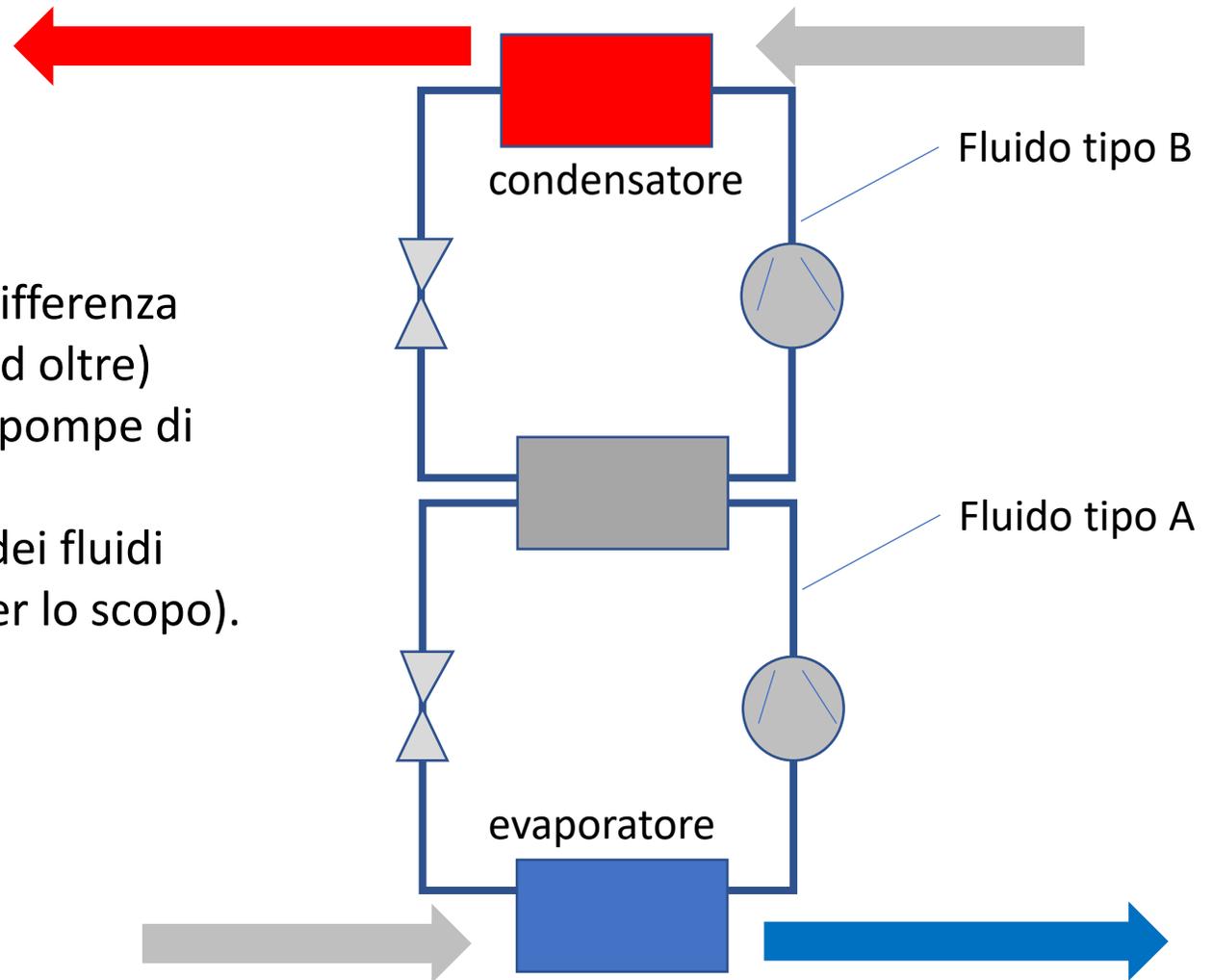
Si può utilizzare tra due livelli termici diversi una sola macchina:

- Per raffreddare un flusso (effetto refrigerante);
- Per riscaldare un altro flusso (effetto riscaldante).

A meno di casi particolari, in genere uno o entrambi i flussi richiedono anche un'integrazione termica (ellisse arancio) o frigorifera (ellisse azzurra).

Pompa di calore a doppio stadio

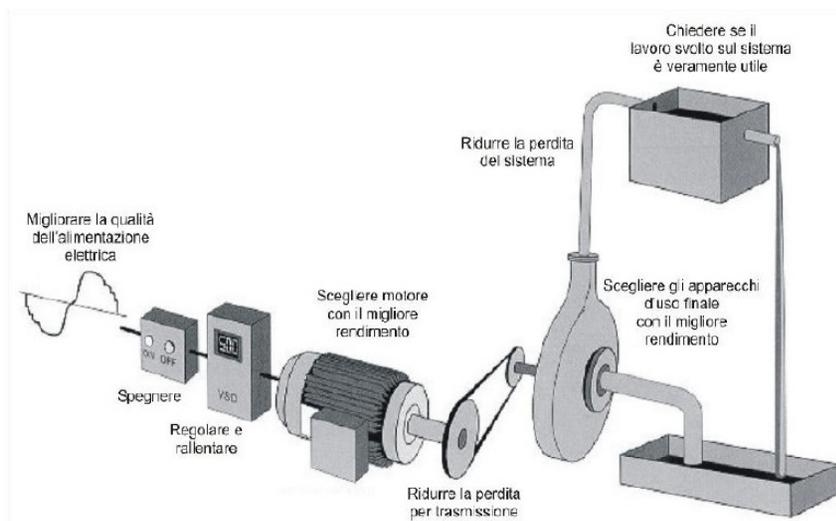
Se i livelli termici hanno differenza troppo elevata (60-70°C ed oltre) possono essere utilizzate pompe di calore bistadio, anche con diversa scelta dei fluidi refrigeranti (ottimizzati per lo scopo).



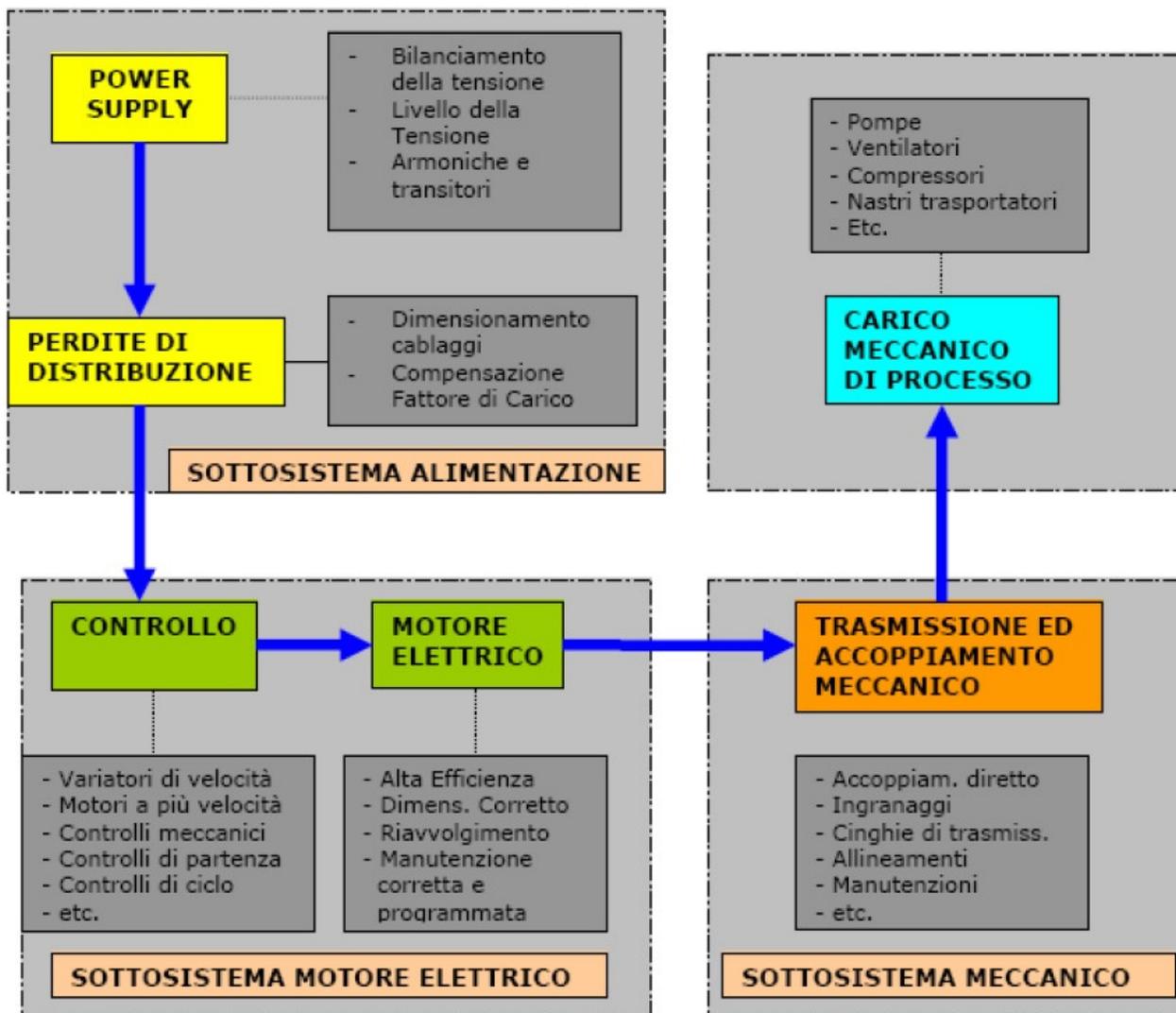
Esempi di interventi – IMPIANTI ELETTRICI

- Sostituzione di motori elettrici con altri a maggiore efficienza (normativa Ecodesign)
- Analisi della catena di trasformazione da en. el. a en. meccanica finale (es. trasmissione, valvole di regolazione, ecc.)
- Produzione efficiente di aria compressa alla giusta pressione; recupero del calore di compressione;
- Illuminazione a led.

Ciò che realmente interessa non è soltanto il rendimento del componente più importante della catena di processo, ossia il motore elettrico, ma il rendimento complessivo della catena, che è il prodotto dei singoli rendimenti.

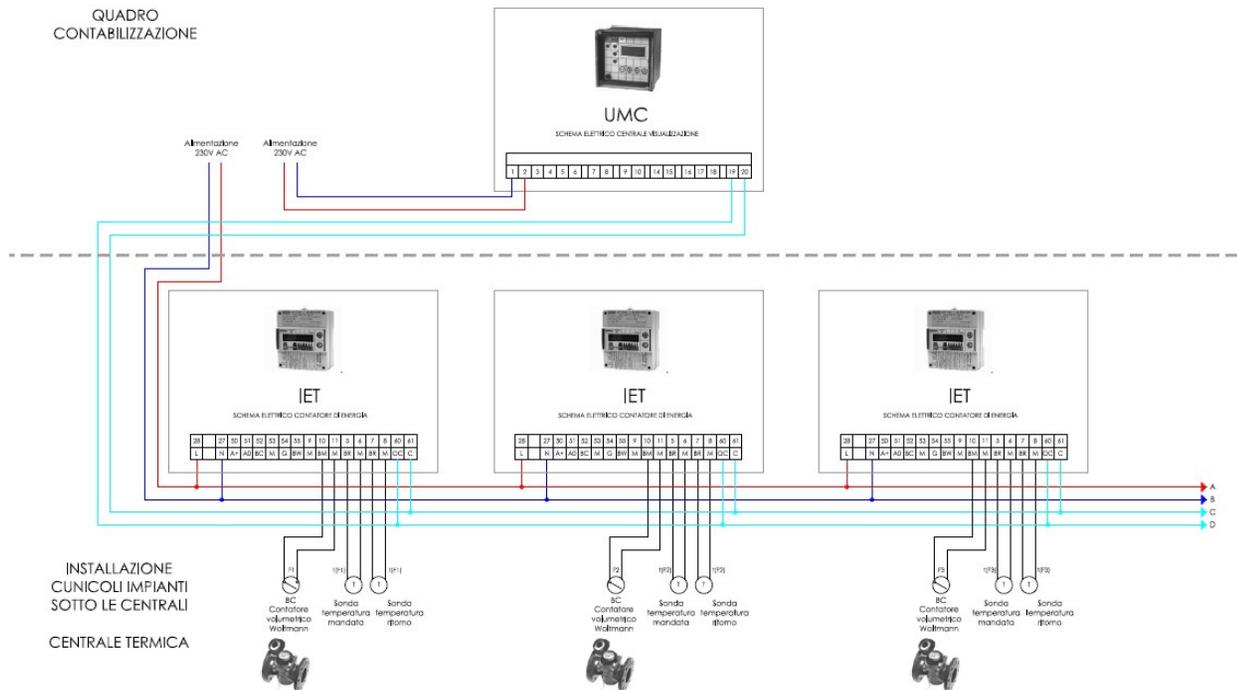


SAME



Esempi di interventi AUTOMAZIONE

- Monitoraggio dei flussi energetici;
- Automazione dei processi
- implementazione del BMS /BACS
- Sistemi di gestione automatica del flusso luminoso, con riduzione delle ore di accensione e di altri fenomeni (abbagliamento;..)



Grazie della cortese attenzione!

ing. Francesco Fellin, fellin@igi.cnr.it



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



L'Europa alla portata della vostra impresa.

