



ORDINE
DEGLI INGEGNER
DELLA PROVINCIA
DI CAGLIARI

Corso di aggiornamento professionale

Efficienza energetica del sistema edificio-impianti. L'involucro e gli impianti tecnologici in edilizia

Aula magna Facoltà di Ingegneria
Piazza d'Armi - Cagliari

Microcogenerazione

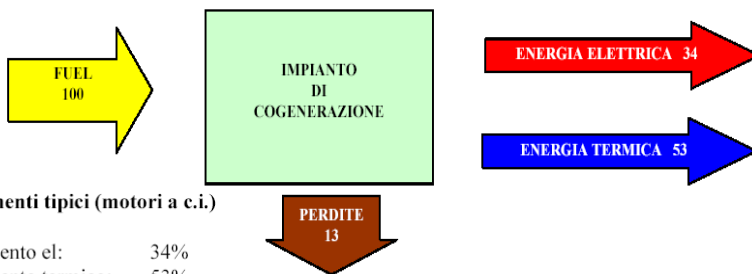
Ing. Emilio Ghiani

Dipartimento di Ingegneria Elettrica ed Elettronica
Università di Cagliari



Cogenerazione

Cogenerazione: generazione simultanea in un unico processo di energia termica ed elettrica (ed eventualmente meccanica).



La cogenerazione utilizza sistemi di generazione tradizionali (ad es. **motori a combustione interna**, **turbine a vapore**, **turbine a gas**, ...) dove **parte del calore prodotto viene recuperato** e riutilizzato per usi diversi dalla generazione elettrica (ad es. usi civili, industriali, teleriscaldamento, etc...).

Piccola e micro-cogenerazione?

Con “**piccola cogenerazione**” si indicano le unità di cogenerazione con capacità di generazione installata inferiore a 1 MWe.

Con “**micro-cogenerazione**” si intendono invece le unità di cogenerazione con capacità di generazione installata inferiore a 50 kWe.



Direttiva Europea 2004/8/EC

Normativa di riferimento

Decreto Legislativo n°79/99: l’Autorità per l’Energia Elettrica ed il Gas viene incaricata di definire i criteri per il riconoscimento della produzione combinata di energia elettrica e calore come cogenerazione.

Delibera AEEG n°42 del 19 marzo 2002: sono definiti impianti di cogenerazione quelli che soddisfano due condizioni: un risparmio energetico (IRE) del 10% almeno e un limite termico (incidenza dell’energia termica nel totale dell’energia prodotta) pari ad almeno il 15%.

Direttiva 2004/8/CE del Parlamento europeo e DL 8 feb. 2007, n. 20 : è cogenerazione ad alto rendimento quella che realizza un risparmio di energia primaria pari ad almeno il 10%.

Normativa di riferimento



Delibera AEEG 42/20

cogenerazione
ad alto
rendimento

IRE - Indice Risparmio Energetico

Quantifica il risparmio di energia primaria conseguito da una sezione di cogenerazione rispetto alla produzione separata delle medesime quantità di energia elettrica e termica

IRE > 10%

LT - Limite Termico

Quantifica la quota di energia termica utile prodotta annualmente rispetto alla totale produzione di energia elettrica e calore

LT > 15%

Normativa di riferimento

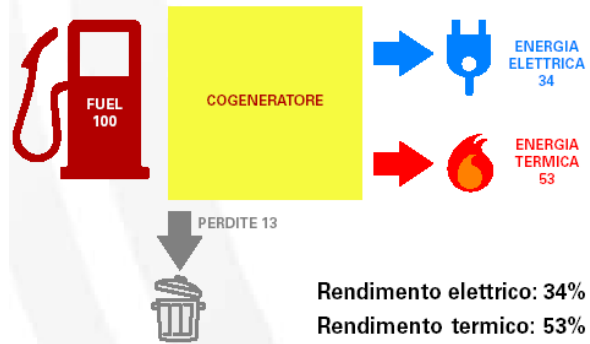
$$\text{IRE} = \left(1 - \frac{E_{\text{fuel}}}{\frac{E_{\text{el}}}{\eta_{\text{el,ref}} \times \eta_{\text{grid,ref}}} + \frac{Q_{\text{rec}}}{\eta_{\text{th,ref}}}} \right) \times 100$$

“Indice di Risparmio Energetico” (IRE o PES – primary energy saving index), del DL 8 feb. 2007, n. 20 (attuazione direttiva 2004/8/CE)

Cogenerazione

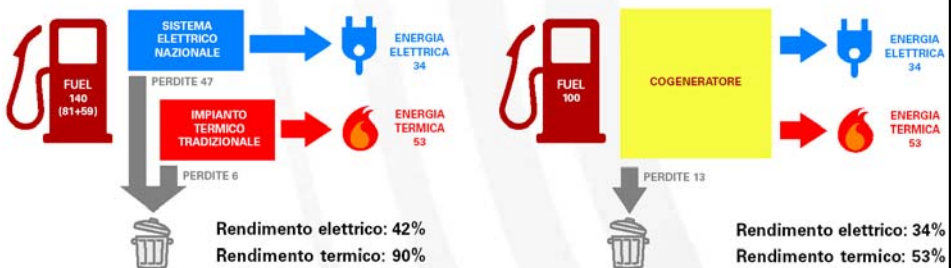
La **produzione combinata** comporta rispetto alla produzione separata di elettricità e di calore:

- **minori costi per combustibile**
- **minori emissioni di inquinanti**



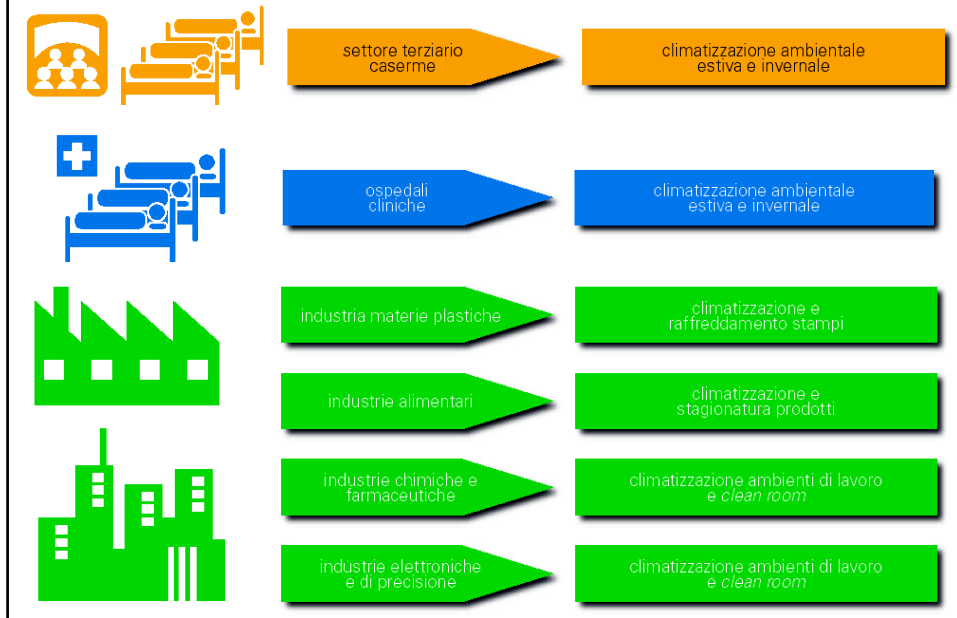
Rendimento totale $34+53=87\%$

Cogenerazione



- ▶▶▶ Riduzione perdite: 75%
- ▶▶▶ Riduzione fuel: ~30%

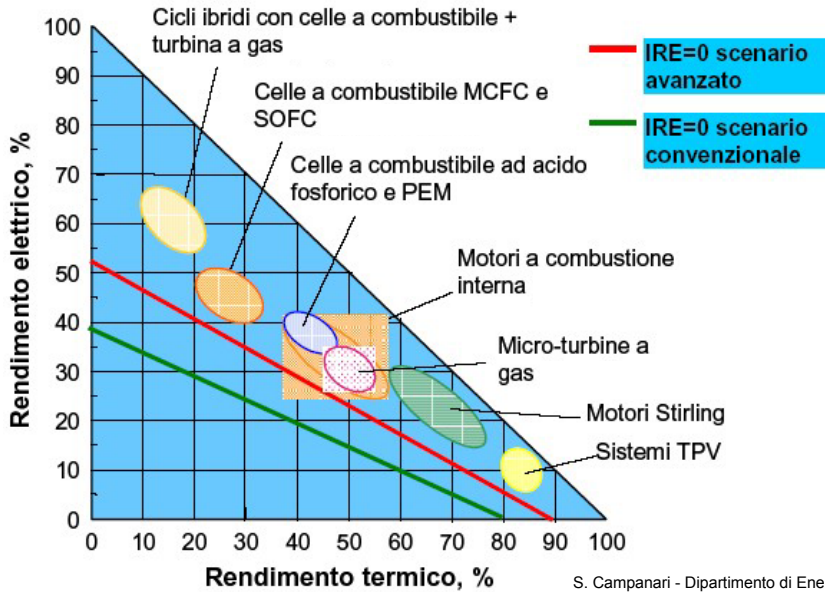
Tipologie di utenze



Vantaggi Cogenerazione

- 1. Risparmi di energia primaria** pari circa al 20-30% (gas, olio combustibile, ...)
- 2. Minori perdite di distribuzione** nel sistema elettrico nazionale
- 3. Maggiore Affidabilità alimentazione** e protezione da Black-out
- 4. Sostituzione di modalità di fornitura di calore** più inquinanti (caldaie tradizionali)
- 5. Riduzione delle emissioni climalteranti** (in particolare CO₂) connessi al risparmio di energia primaria

Tecnologie per Cogenerazione



Tecnologie: Motori a Combustione Interna

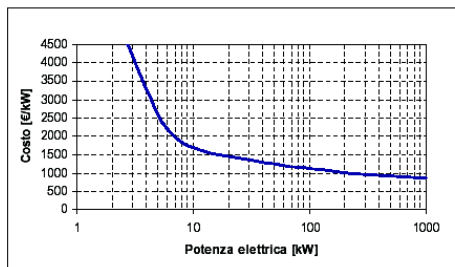
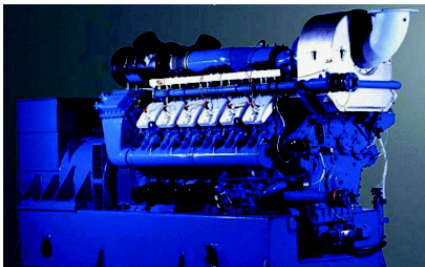
- Tecnologia consolidata, applicata già alla fine dell'800
- Recente disponibilità di taglie e di package adatti al settore civile e terziario o piccola industria (es. da 1 a 500 kWel)

VANTAGGI

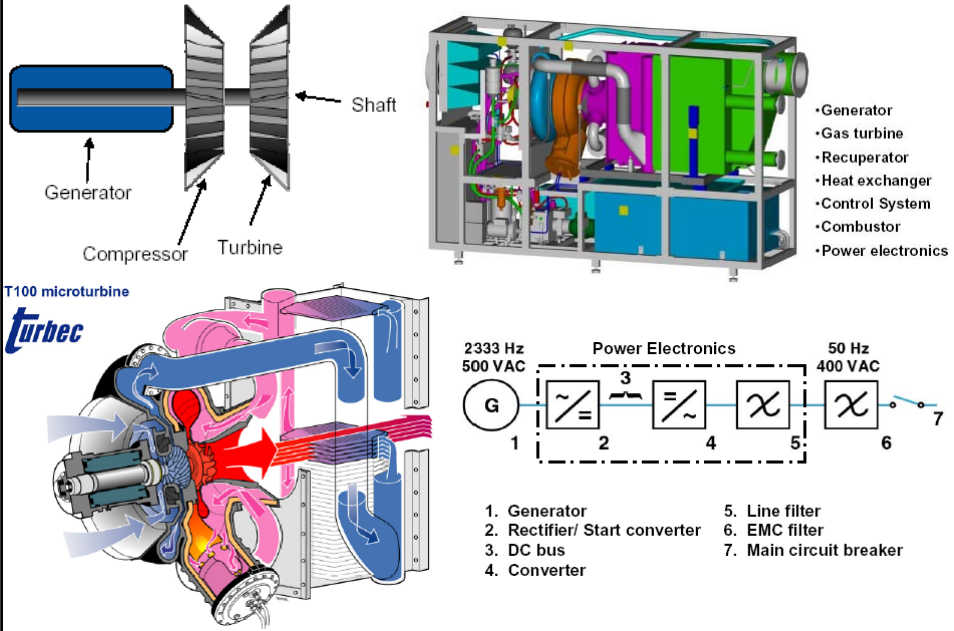
- ✓ Costi relativamente contenuti
- ✓ Elevata affidabilità
- ✓ Buoni rendimenti
- ✓ Elevata flessibilità

SVANTAGGI

- ✓ Costi di manutenzione elevati
- ✓ Emissioni specifiche elevate senza l'impiego di catalizzatori
- ✓ Rumorosità e vibrazioni



Tecnologie: Microturbine



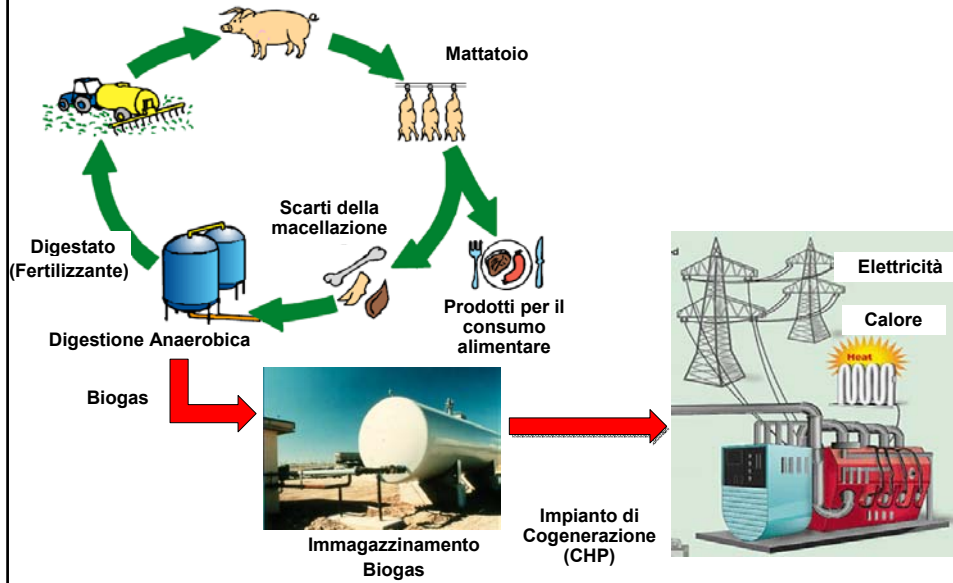
Tecnologie: Microturbine

Costruttore e modello	Potenza (kW)	Rendimento elettr. netto (PCI) %	Portata gas di scarico (kg/s)	Velocità di rotazione(giri / minuto)	Peso (kg)	Ingombri (lungh.× largh. × alt., mm)
Capstone C30	30	25	0.31	96000	405(1)	1516×762×1943
Capstone C60	60	28	0.49	96000	1250	1956×762×2764
TR PowerWorks MT70	70	29	0.73	44000	2200	1810×1080×2220
Bowman TG 80	80	28	0.83	68000	1930	3100×876×1922
Elliott TA-100	100	29	0.79	n.d.	2040	3000×840×2110
Turbec T100	100	30	0.81	70000	2000	2900×840×1920
Capstone C200(2)	200	33	1.28	n.d.	n.d.	n.d.

Tipologia	Applicazioni monofamiliari			Altre applicazioni		
	Fascia di potenza tipica (kW _{el})	Rendimento elettrico (%)	Costo di installazione (€/kW _{el})	Fascia di potenza tipica (kW _{el})	Rendimento elettrico (%)	Costo di installazione (€/kW _{el})
Motori a c.i.	1-5	20-26	2500-6000 ⁽¹⁾	30-1000	27-40	800-1200
Microturbine a gas	-	-	-	30-250	26-33	900-1200



Sfruttamento Biomassa Agroalimentare

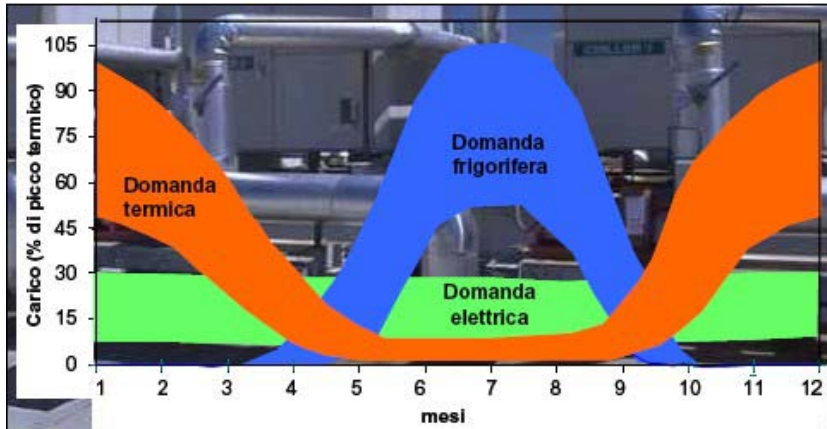


Trigenerazione

Trigenerazione: produzione simultanea di energia elettrica, termica e frigorifera



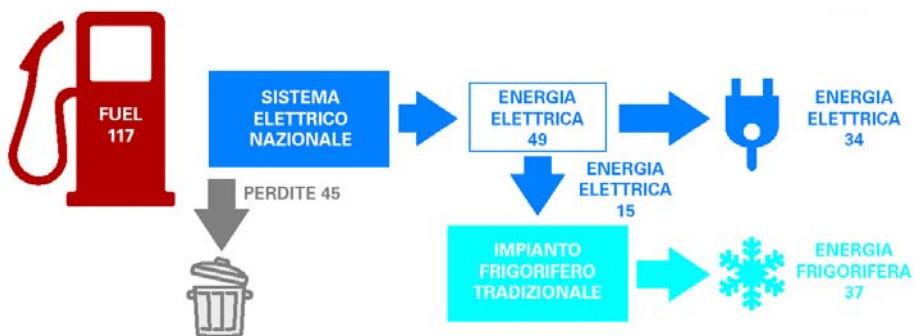
Trigenerazione



S. Campanari - Dipartimento di Energetica -POLIMI

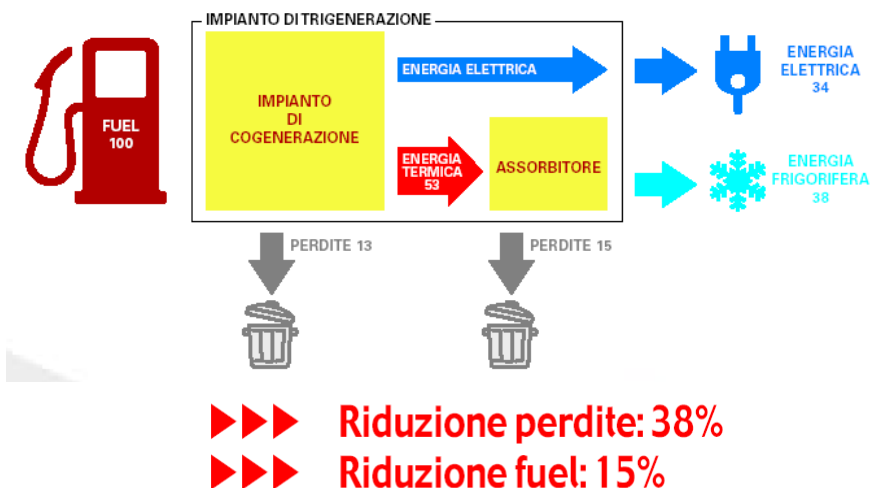
Trigenerazione

Bilancio Energetico di un sistema con impianto refrigerazione tradizionale



Trigenerazione

Bilancio Energetico di un Sistema Trigenerazione



Trigenerazione

Motore a combustione interna (Diesel, gas)



Microturbina



+

Frigorifero ad assorbimento



Trigenerazione



Analisi Economica - Trigenerazione

Potenza Elettrica	386 kWe	Costo gas pieno	0,585 €/Nmc
Pot Termica	486 kWt	Costo bolletta elettrica	0,18 €/kWh
Consumo orario Gas	107,1 Nmc/h	Accisa governativa	0,1733 €/Nmc
Ore funz cogeneratore	7000 ore	Addizionale regionale	0,03 €/Nmc
Ore Funz. invernale	4500 ore	Tariffa agevolata	0,012498 €/Nmc
Ore Funz. Estivo	2500 ore	Tot En El. Prod	2.702.000 kWh
P frigorifera assorbitore	350 kWf	Tot En term Prod	2.187.000 kWh
P el evitata (COP 2,7)	130 kW	Tot En frig Prod	875.000 kWh
		Consumo totale gas	749.700 Nmc
Consumo defiscalizzato	675.500 Nmc	Consumo defiscalizzato	0,382 €/Nmc
Consumo agevolato	74.200 Nmc	Consumo agevolato	0,394 €/Nmc
Costo Combust Coge	287088 €	Costo Combust Coge	0,106 €/kWh
Rendimento Caldaia equiv	0,9		
Pot caldaia equiv	540,0 kWt		
Consumo gas equiv	56,6 Nmc/h		
Consumo totale gas equiv	254.717 Nmc	Risp. costo gas equiv.	149.009 €/kWh
Costo manutenzione ordinaria e	0,006 €/kWh	Costo Manutenzione	17.374 €/anno

Analisi Economica - Trigenerazione

Acquisto energia elettrica evitato	486.360 €
Risparmio gas per "caldaia equivalente"	149.009 €
Costo combustibile	287.088 €
Costo manutenzione programmata	17.374 €
Accisa autoproduzione	25.129 €
Accisa impegno potenza	14.050 €
Costo per coprire picchi elettrici	16.110 €
Costo per coprire picchi termici	48.123 €
Risparmio di esercizio	227.495 €
Costi Extra (DL/installazione)	80.000 €
costo investimento(COGENERATORE + ASSORBITORE + COSTI EXTRA)	400.000 €
Pay- Back semplice	1,8 anni