

Impianto cogenerazione residenziale con M.C.I.

Un piccolo condominio di 3 piani per 350 m² di superficie complessiva, in classe energetica D (150 Kwh / m² anno), è dotato di una caldaia per riscaldamento e ACS da 50 Kw.

Ogni piano impegna una potenza elettrica media di 1.5 Kw.

Valutare la convenienza di affiancare alla caldaia un M.C.I. (a metano con PCI = 48 Mj/kg) da 5.5 Kw_{el} e 12.5 Kw termici.

Il MCI è caratterizzato dai seguenti rendimenti:

- rendimento elettrico = 26% - rendimento termico = 55%

Il costo indicativo del MCI installato è di 1500€ al Kw_{el} (comprensivo di impianto di accumulo da 500 litri). Il costo di manutenzione annuale è di 250 € all'anno.

Ipotizzare un costo medio dell'energia elettrica di 0,2 €/Kwh, un periodo di riscaldamento di 180 giorni per 14 ore al giorno, una temperatura media invernale di 5 °C.

Dalla classe energetica del condominio si ricava il consumo termico indicativo annuale:

$Q_{\text{invernale}} = 150 \times 14 \text{ h} \times 180 \text{ giorni} \text{ Kwh}$

Noto il rendimento della caldaia industriale (0,92) si ricava il consumo annuale di metano e il relativo costo (ipotizzare 1 € al Kg):

$m_{\text{CH}_4 \text{ caldaia}} = Q_{\text{invernale}} / P_{\text{ci}} / \text{rendimento} \text{ (Kg)} \rightarrow \text{Costo}$

Noto il $Q_{\text{invernale}}$ si può ricavare la potenza termica impegnata nei locali:

$\text{Pot. Riscaldamento} = Q_{\text{inc}} / 180 \text{ g} / 14 \text{ ore} \rightarrow \text{Kw termici forniti dai radiatori}$

Nota la potenzialità termica del MCI si può ricavare il fabbisogno termico coperto col motore:

$Q_{\text{MCI}} = 12.5 \text{ Kw} \times 14 \text{ h} \times 180 \text{ giorni} = 31500 \text{ Kwh termici}$

Kwh termici (questo è il guadagno ottenuto dal raffreddamento dei gas di scarico del motore)

Il motore produce energia elettrica pari a:

$E_{\text{el MCI}} = 5.5 \times 14 \text{ ore} \times 180 \text{ giorni} \text{ (Kwh el)}$

Per produrre questa energia il motore brucia metano con un rendimento pari a 0.32.

Il consumo di combustibile sarà quindi:

$m_{\text{CH}_4 \text{ motore}} = (P_{\text{el}} / \text{rendimento el}) / P_{\text{ci metano}} \text{ (Kg/s)}$

Il costo annuale di combustibile sarà:

$\text{Costo CH}_4 \text{ motore} = m \times 3600 \text{ s} \times 14 \text{ ore} \times 180 \text{ giorni} \times 1 \text{ €/Kg}$

Il consumo elettrico medio invernale del condominio è di:

$E_{el\ condominio} = 1.5 \text{ Kw} * 24 \text{ ore} * 180 \text{ giorni (Kwh el)}$

La quota di energia effettivamente prelevata dalla rete elettrica sarà quindi:

$E_{rete} = E_{el\ condominio} - E_{el\ motore}$

Per ottimizzare il sistema di produzione acqua calda per riscaldamento si utilizza un accumulo da 500 litri a 80°C (temperatura mandata dei radiatori).

Si deve calcolare il contributo termico del MCI rispetto alla caldaia:

Fabbisogno termico condominio = 52500 Kwh

MCI può produrre 31500 Kwh → 60% della richiesta (31500 / 52500)

Ipotizzando un salto di temperatura di 15 °C nei radiatori (ritorno a 65°C) il motore fornirà il 60% del salto : 60% di 15 °C = 9 °C. Quindi la temperatura di accumulo sarà pari a 74°C (serve a dimensionare lo scambiatore di calore).

Gli altri 6°C per arrivare agli 80°C di mandata ai radiatori li fornisce la caldaia.

Valutazione economica:

Solo caldaia:

Fabbisogno energetico per riscaldamento:

Costo riscaldamento:

Fabbisogno elettrico:

Costo elettrico:

Con MCI:

Copertura energetica per riscaldamento motore:

Costo annuale manutenzione:

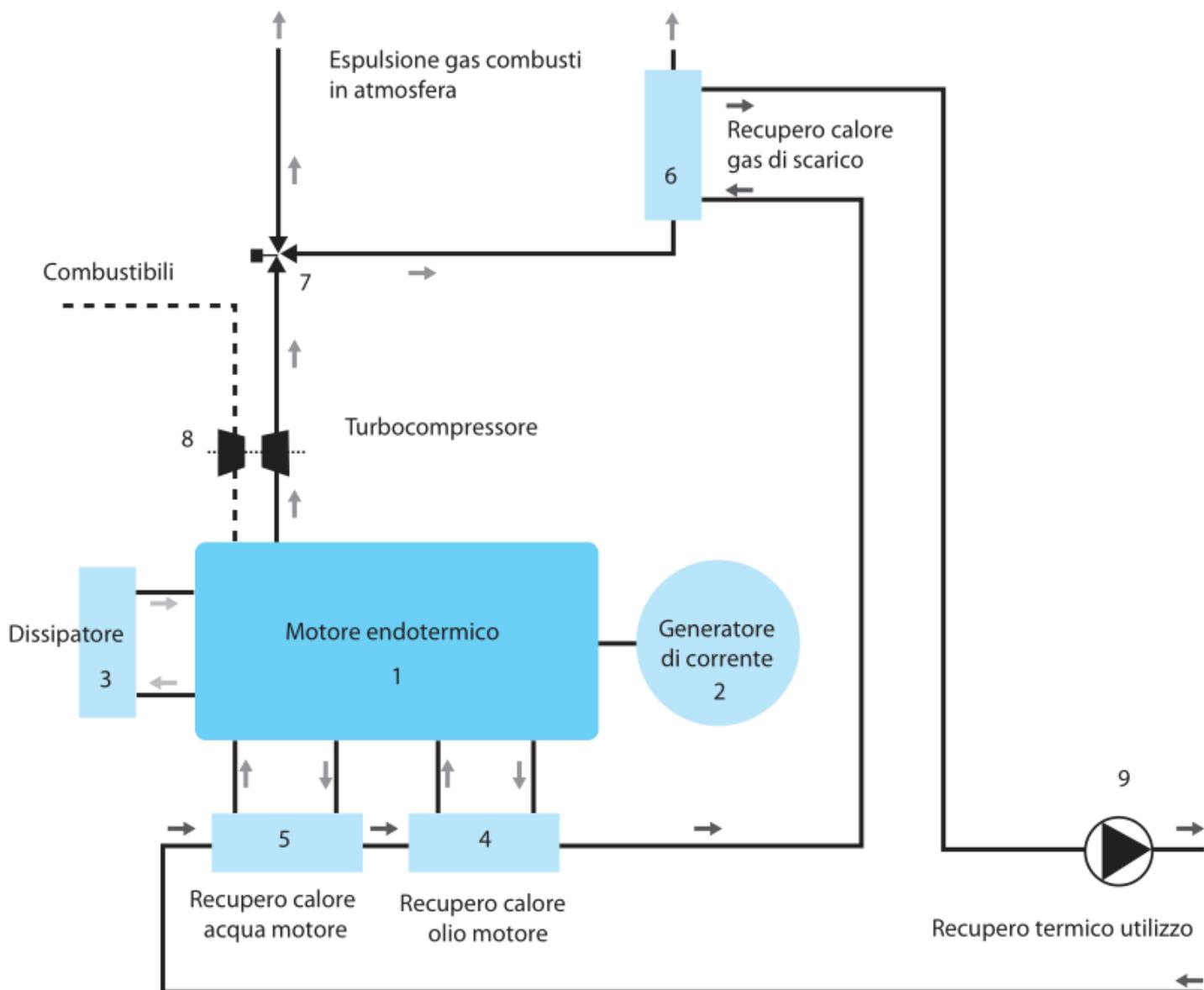
Copertura elettrica motore:

Costo combustibile:

Risparmio costo elettrico anno:

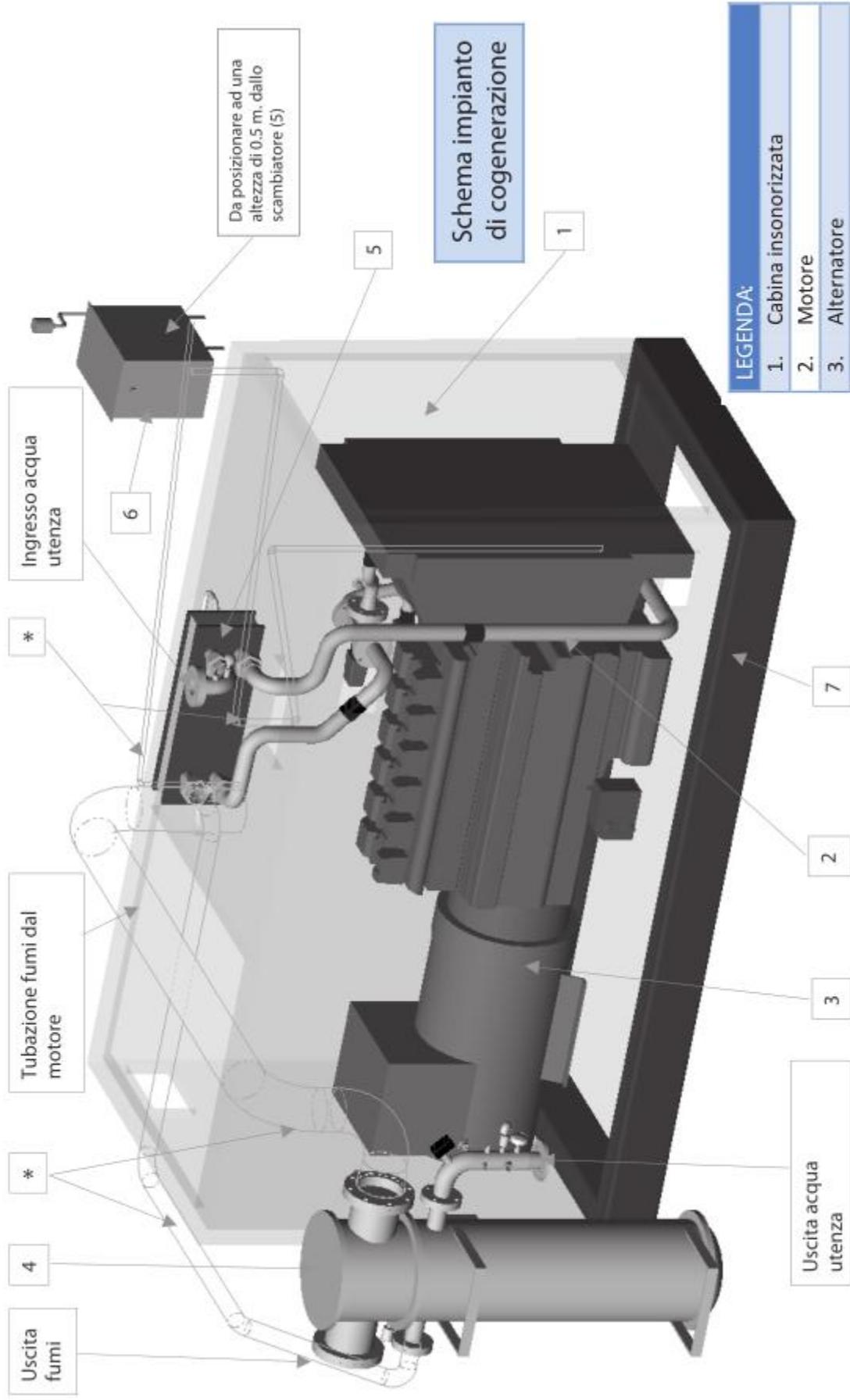
Costo nuovo impianto (durata 20 anni circa)

SCHEMA MOTORE ENDOTERMICO CON RECUPERO DI CALORE



LEGENDA:

1. Motore	4. Scambiatore olio	7. By-pass fumi
2. Generatore	5. Scambiatore acqua	8. Turbocompressore
3. Dissipatore	6. Scambiatore fumi	9. Pompa di circolazione acqua



LEGENDA:

1.	Cabina insonorizzata
2.	Motore
3.	Alternatore
4.	Scambiatore fumi
5.	Scambiatore acqua
6.	Vaschetta di compenso
7.	Basamento

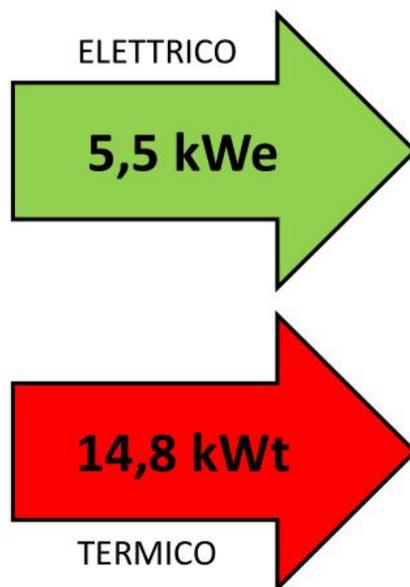
Dachs	G 5.5
Combustibile	gas naturale
Potenza elettrica [kW]*	5,5
Potenza termica (a condensazione) [kW]**	12,5 (14,8)
Intervalli manutenzione [ore di funzionamento]	3.500
Rumorosità [dB(A)] secondo DIN 45635-01	52 - 56

**microCOGENERATORE TIPO
(con modulo condensazione fumi)**

**Gas Naturale
2,15 mc/h ca.
(20,5 kW)**

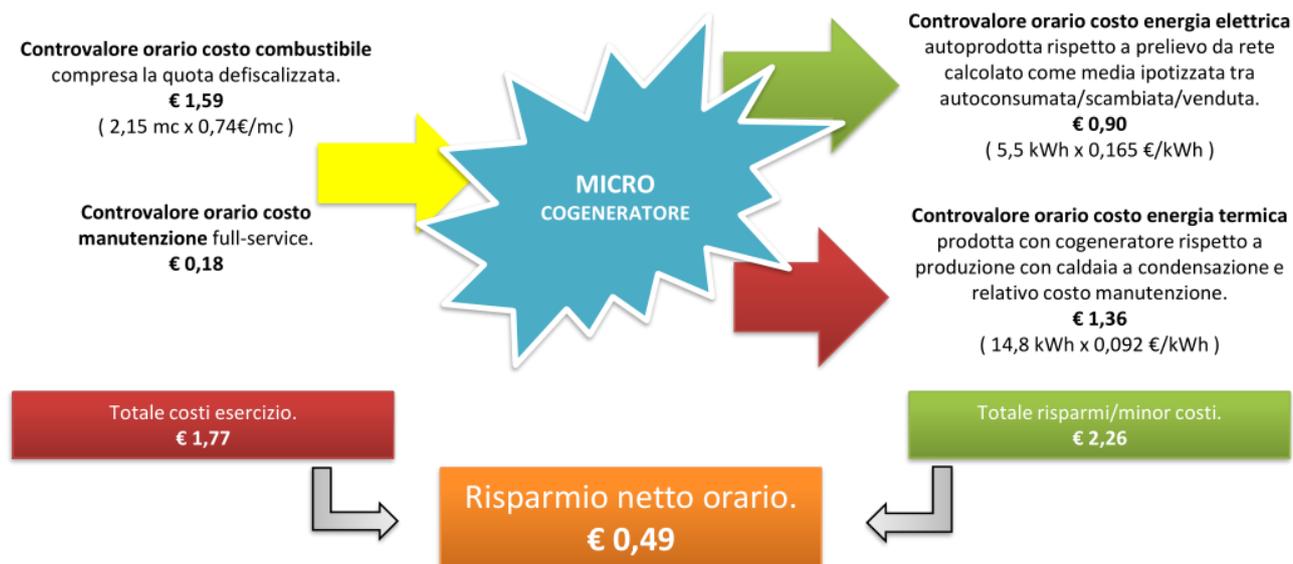


**COGENERATORE
con motore a comb. interna
Dachs
 $\eta_e=0,27$
 $\eta_t=0,61$**



ANALISI COSTI/BENEFICI

Esempio CALCOLO DEL RISPARMIO ORARIO per COGENERATORE 5,5kWe (IVA inclusa)



se considero 4000 ore di funzionamento annue il risparmio ammonta a circa 2000€ a cui va sommata la quota di incentivo (Certificati Bianchi), pari a circa altri 200€.

MCI

Caratteristiche	Ecowill (Honda)	Senertec (DACHS)
Potenza elettrica	1 kW _{el}	5.0 kW _{el}
Rendimento elettrico netto	20% PCI	26% PCI
Potenza termica recuperabile	3.25 kW _{th}	12.3 kW _{th}
Rendimento totale (elettrico e termico)	85%	89%
Dimensioni (Largh.xProf.xAlt.)	0.38x0.58x0.88 m	0.72x1.1x1.0 m
Massa	81 kg	520 kg
Costo (€)	6000	13000
Costo di manutenzione [€/MWh]	20	12
Rumorosità [dB(A)]	44	52
Catalizzatore	3 vie (sonda λ)	Ossidante

- ✓ Presenza catalizzatore
- ✓ Buon rendimento di primo principio
- ✓ Buona affidabilità
- ✓ Costi di installazione ancora relativamente elevati (2500-6000 €/kW)
- ✓ Rumorosità e vibrazioni ; emissioni basse ma non bassissime...



Turbine a gas

- Unità da 30-250 kW_{el}, rendimento 25-33%, costo circa 1500 €/kW

Costruttore e modello	Potenza (kW)	Rendimento elettrico netto (PCI) %	Portata gas di scarico (kg/s)	Velocità di rotazione (giri / minuto)	Peso (kg)	Ingombri (lungh.× largh. × alt., m)
Capstone C30	28	25	0.31	96000	405 ⁽¹⁾	1.5×0.76×1.9
Capstone C65	65	28	0.49	96000	1250	1.9×0.76×2.8
IR PowerWorks MT70	70	29	0.73	44000	2200	1.8×1.08×2.2
Capstone CPS TA100 ⁽²⁾	100	29	0.79	68000	2040	3.0×0.84×2.1
Turbec T100	100	30	0.80	70000	2770	2.8×0.9×1.8
Capstone C200	200	33	1.30	60000	2270	3.6×1.70×2.5
IR PowerWorks MT250	250	30	2.0	45000	5307	3.2×2.16×2.3



Unità da 30 kW_{el}



Unità da 200 kW_{el}

