



# Analisi economica degli impianti di microgenerazione nel settore residenziale

Elena Persichini

## Cogenerazione:

Sistema integrato di produzione di energia elettrica e termica.

$$IRE = 1 - \frac{E_c}{\frac{E_e}{\eta_{es} \cdot p} + \frac{E_{t,civ}}{\eta_{ts,civ}} + \frac{E_{t,ind}}{\eta_{ts,ind}}}$$

$$LT = \frac{Et}{Ee + Et}$$

## Microcogenerazione:

Per la direttiva europea sistema di cogenerazione con taglia inferiore a 25kW<sub>e</sub>.

Per la legge Marzano sistema di cogenerazione con taglia inferiore a 1.000kW<sub>e</sub>

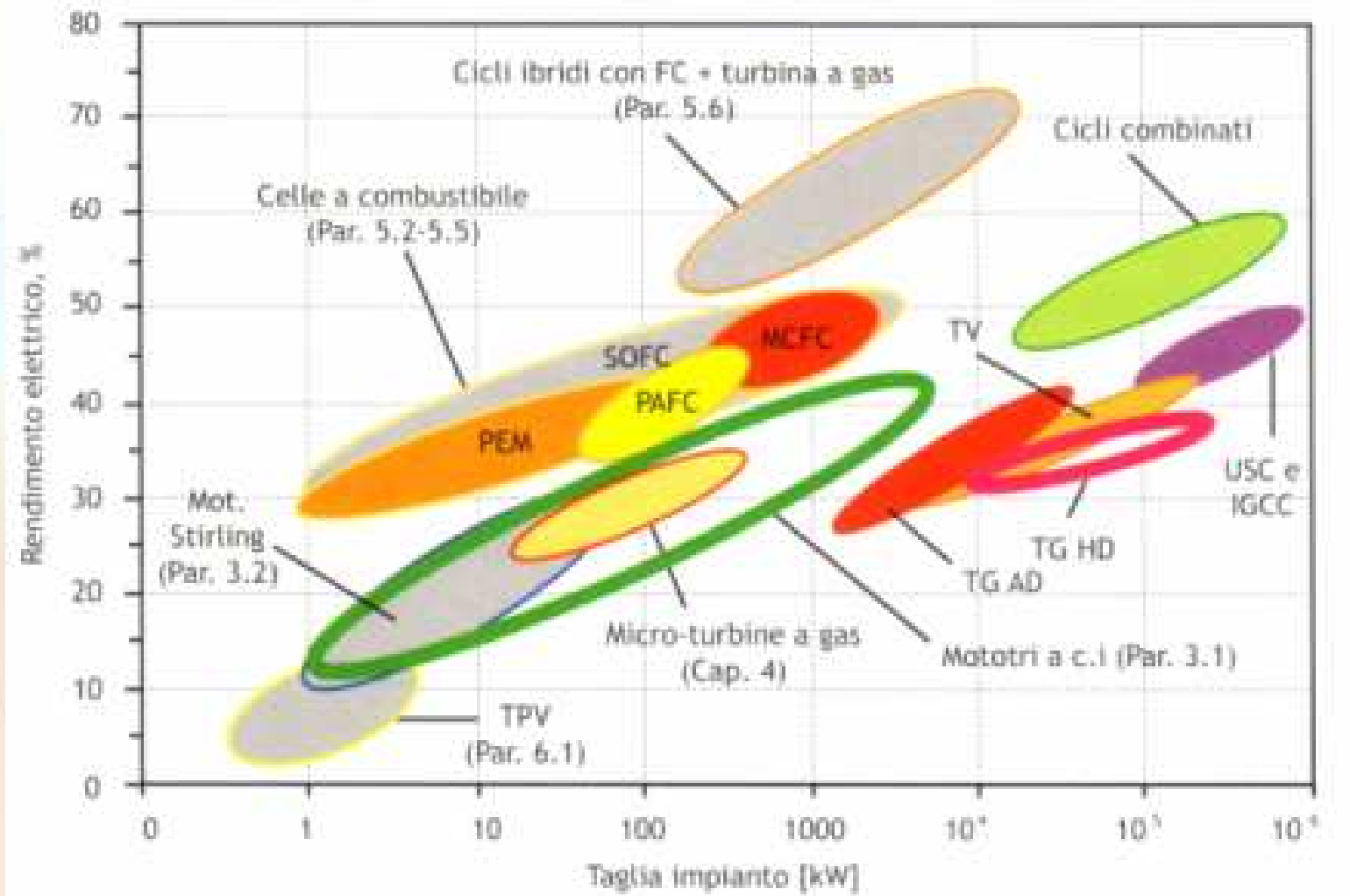
## Benefici

- Aumento efficienza utilizzo fonti primarie
- Riduzione flussi elettrici sulle reti trasporto e distribuzione
- Miglioramento dell'affidabilità della fornitura in termini di continuità
- Aumento della stabilità per le reti congestionate
- Maggiore sicurezza relativamente agli attentati

# Problematiche

- Investimenti sulle reti di distribuzione
- Liberalizzazione del mercato elettrico
- Complesso quadro normativo-autorizzativo
- Emissioni concentrate a livello urbano e più difficili da controllare

# Tecnologie disponibili



## Tecnologie disponibili per il residenziale

	$\eta_e$	$\eta_t$	$\eta$	le
<b>Motori a Combustione Interna (MCI)</b>	20-50%	30-45%	70-85%	0,5-1
<b>Motori a Ciclo Stirling</b>	15-20%	80-87%	90-100%	0,18-0,23
<b>Micro Turbina a Gas naturale (MTG)</b>	15-29%	35-55%	70-90%	0,2-1
<b>Ciclo Rankine</b>	10-25%	60-75%	75-90%	0,1-1
<b>Celle a Combustibile (FC)</b>	35-40%	35-45%	70-85%	0,8-3

# Tecnologie utilizzate nella tesi

## Motori a ciclo Stirling

Developer or manufacturer	Fuel	Electrical output (kW)	Thermal output (kW)	Electrical efficiency, LHV (%)	Thermal efficiency, LHV (%)	Overall efficiency, LHV (%)	Heat-to-power ratio
BBT Thermotecnik (Bosch)	Natural gas	0.5	3.0	15	87	102	6.7:1
Whisper Tech	Natural gas	0.9	7.0	10 <sup>a</sup>	81 <sup>b</sup>	91	7:1
Enatec	Natural gas	1.0	7.0–8.0	12	Mid-80% range <sup>c</sup>	~96–98	7:1–8:1
Stirling Systems	Natural gas	1.0	NA	18	NA	NA	NA
Microgen	Natural gas	1.1	~5.0	~17	~83	~100	~5:1
Disenco	Natural gas	3.0	9.0	20–21	79–81	99–102	3:1

# Tecnologie utilizzate nella tesi

## Micro Turbine a Gas

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
IR 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.
IR PowerWorks MT250	250	30	2.0	45000	5307	3230×2160×2290

# Tecnologie utilizzate nella tesi

## Motori a Combustione Interna

Manufacturer	Fuel	Electrical output (kW)	Thermal output (kW)	Electrical efficiency, LHV (%)	Thermal efficiency, LHV (%)	Overall efficiency, LHV (%)	Heat-to-power ratio
ECOWILL	Natural gas	1.00	3.3	20.0	65.0	85.0	3.3:1
Ecopower	Natural gas	4.70	12.5	24.8	66.0	90.8	2.7:1
	Propane	4.70	13.8	23.5	69.0	92.5	2.9:1
Yanmar <sup>a</sup>	Natural gas	5.00	9.7	29.0	56.0	85.0	1.9:1
VectorCogen	Natural gas	5.00	6.3	28.4	41.6	70.0	1.3:1
SenerTec	Oil	5.14	10.4	28.7	58.1	86.8	2.0:1
	Natural gas	5.34	12.5	25.7	60.3	86.0	2.3:1
	LPG	5.34	12.5	25.0	58.5	83.5	2.3:1

# Analisi fattibilità

## Ipotesi utilizzo (1/2)

- Motore opera a carico nominale
- Serbatoio di accumulo termico
- Motore lavora giornalmente per generare il calore richiesto dall'utenza
- Impianto allacciato in rete
- Caldaia gas ausiliaria
- Costo energia elettrica calcolato con tariffe ENEL
- Costo gas calcolato con tariffe META

# Analisi fattibilità

## Ipotesi utilizzo (2/2)

- In inverno il carico elettrico è convertito in termico attraverso la pompa di calore
- In estate il carico elettrico è convertito in frigorifero attraverso la pompa di calore
- L'energia elettrica dalla rete supporta la pompa di calore in estate
- Serbatoio di accumulo frigorifero
- Valorizzazione dell'energia elettrica prodotta in eccesso rispetto alla domanda della pompa di calore

# Analisi fattibilità

## Stirling 0,5kW<sub>e</sub>

- In inverno lavora 24 ore
- In estate lavora 5 ore (9:00-14:00)

## Pompa di calore

- In inverno lavora 11 ore (17:00-9:00)
- In estate lavora 4 ore (15:00-19:00)

Macchina	BTT
Pe (kW)	0,5
$\eta_e$	0,15
$\eta_t$	0,87
le (indice elettrico termico)	0,17

## Risultati

- Flusso di cassa = 530€/anno
- Pay Back Period = 5 anni
- TIR (10 anni) =17%
- TIR (20 anni)= 20%
- No Titoli di Efficienza Energetica

# Analisi fattibilità

## Micro turbina a Gas da 30Kw<sub>e</sub>

- In inverno lavora 6 ore (6:00-12:00)

## Pompa di calore

- In inverno lavora 6 ore (12:00-18:00)
- In estate lavora 4 ore (15:00-19:00)

Macchina	Capstone
Pe (kW)	30
$\eta_e$	0,25
$\eta_t$	0,66
le (indice elettrico termico)	0,38

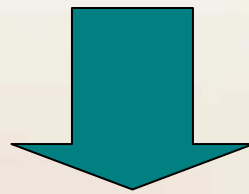
## Risultati

- Flusso di cassa = 3.469€/anno
- **Pay Back Period = 6 anni**
- TIR (10 anni) = 7%
- TIR (20 anni)= 11%
- Numero di TEE tipo I = 3
- Numero di TEE tipo II = 3
- Valore economico  $\approx$  500€/anno per cinque anni

# Conclusioni

## Previsioni della Carbon Trust in UK:

- Sostituzione il 30% caldaie domestiche entro 2015
- Installati 5,6 milioni di microcogeneratori entro 2015
- Risparmio annuo di 1,1 MtC dal 2020



Superamento problematiche