



UNIVERSITÀ DEL SALENTO

Workshop  
**Rafforzare la competitività delle PMI:  
opportunità in Europa**

**Investire nello sviluppo sostenibile:  
la cogenerazione**

ing. Giuseppe Starace  
Università del Salento – LECCE (I)  
Dipartimento di Ingegneria dell'Innovazione  
CREA – Centro ricerche energia e ambiente



**REGIONE PUGLIA**  
Area Politiche per lo Sviluppo  
Economico, il Lavoro e l'Innovazione



UNIONE EUROPEA

**sprint**  
Puglia

Sportello Regionale per  
l'Internazionalizzazione  
del Sistema delle Imprese



**SETTIMANA EUROPEA  
DELLE PMI 2010**  
UNA FABBRICA DI IMPRESE ECCELLENTI!

**Puglia: L'eccellenza italiana disegna il futuro - Settimana europea delle PMI**

LECCE, 26 Maggio 2010 – Officine Cantelmo

# Sommario

---

- 1. Considerazioni introduttive**
- 2. La cogenerazione:**
  - i. il vocabolario**
  - ii. l'assetto impiantistico**
  - iii. gli indici di riferimento**
  - iv. la tipologia di utente**
  - v. il dimensionamento d'impianto**
  - vi. l'integrazione con la realtà produttiva**
- 3. Le opportunità ambientale ed economica**
- 4. Conclusioni**

# Considerazioni introduttive

---

## Competitività delle PMI

- Capacità di innovazione dei processi aziendali
- Abbattimento dei costi di produzione
- Dimensione aziendale
- Capacità di internazionalizzazione
- Ricerca e sviluppo per nuovi prodotti
- Compatibilità ambientale dell'attività
- Qualità dell'offerta di beni e/o servizi
- Capacità dinamica di inseguire i mercati
- Attenzione al cliente
- Corretta gestione del passaggio generazionale
- etc....

# ENERGIA

---

- Realtà industriali e manifatturiere con sempre maggiore fabbisogno energetico
- Impatto dei costi energetici sul prezzo finale di vendita dei beni e dei servizi
- Difficoltà di gestione dei contratti di approvvigionamento dell'energia elettrica
- Risparmio energetico
- Relazione con la sempre maggiore sensibilità al rispetto dell'ambiente

# La cogenerazione: il vocabolario

---

## **Cogenerazione**

Produzione simultanea di energia elettrica e calore (entrambi effetti utili) a partire da una sola fonte di energia in un unico sistema integrato (*il cogeneratore*)

## **Produzione separata di energia elettrica e calore**

Produzione realizzata in impianti specializzati per l'una o per l'altra forma di energia (energia elettrica e calore) in luoghi separati

## **Rendimento globale di un sistema di produzione di energia**

Rapporto tra l'energia utilizzabile prodotta da un sistema e l'energia spesa per produrla

## **Rendimento elettrico del cogeneratore**

Rapporto tra l'energia elettrica utilizzabile prodotta da un cogeneratore e l'energia spesa per produrla

## **Rendimento termico del cogeneratore**

Rapporto tra l'energia termica utilizzabile prodotta da un cogeneratore e l'energia spesa per produrla

# La cogenerazione: il vocabolario

---

## **Trigenerazione**

Produzione simultanea di energia elettrica e calore a partire da una sola fonte di energia in un unico sistema integrato (*il trigeneratore*) con il calore è anche utilizzabile per la generazione di potenza frigorifera tramite un opportuno sottosistema. L'utilizzo del calore per usi termici o frigoriferi è contestuale o alternato.

## **Rendimento elettrico di riferimento**

Rapporto tra l'energia elettrica utilizzabile prodotta da un sistema tradizionale di media efficienza in un territorio di riferimento e l'energia spesa per produrla

## **Rendimento termico di riferimento**

Rapporto tra l'energia termica utilizzabile prodotta da un sistema tradizionale di media efficienza e l'energia spesa per produrla

## **Indici**

Parametri di riferimento per il confronto tra soluzioni alternative in termini di risparmio energetico, economico, di impatto ambientale, etc.

# La cogenerazione: l'assetto impiantistico

---

Alcune tipologie di impianto di cogenerazione:

- **Impianto a turbogas**

l'energia elettrica viene prodotta dalla turbina alimentata a gas naturale (o di sintesi o da biogas) e il calore di scarto ad alta temperatura viene utilizzato per gli scopi del sito

- **Impianto con turbina a vapore**

l'energia elettrica viene prodotta dalla turbina a vapore alimentata con caldaia tradizionale o a recupero e il calore di condensazione può essere utilizzato per gli scopi a bassa temperatura del sito.

- **Impianto con motore alternativo a combustione interna**

l'energia elettrica viene prodotta dal motore alternativo; il calore di scarto del liquido di raffreddamento, del lubrificante e dei gas di scarico viene utilizzato per gli scopi del sito.

- **Impianto a fluido organico (ORC – Organic Rankine Cycle)**

E' un sistema che consente di produrre energia elettrica con un ciclo Rankine a fluido organico il contenuto energetico di fluidi di processo ad alta temperatura già utilizzati per i fabbisogni termici del sito

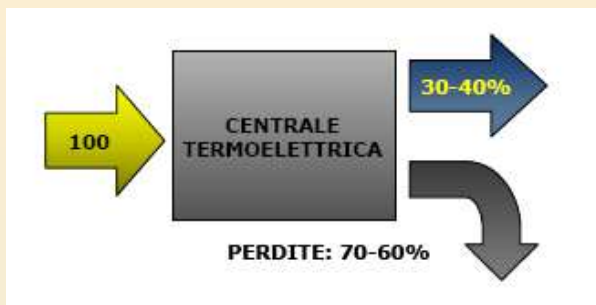
# La cogenerazione: l'assetto impiantistico

---

- **Le diverse soluzioni impiantistiche possono essere integrate** fra di loro per la soddisfazione delle particolari esigenze dell'utenza  
(es.: impianto con ciclo combinato turbogas e turbina a vapore con la possibilità di alimentare utenze di vapore ad alta pressione e temperatura)
- **Le soluzioni impiantistiche di tipo tradizionale possono essere alimentate con energia da fonte rinnovabile**  
(es.: impianto turbogas con caldaia a biomassa, impianto con motore a combustione interna in assetto cogenerativo alimentato con syngas da pirolisi, impianto a vapore alimentato con energia solare –"solare termodinamico")
- **Le tipologie impiantistiche possono essere le più diverse e devono essere valutate con riferimento alla realtà produttiva**

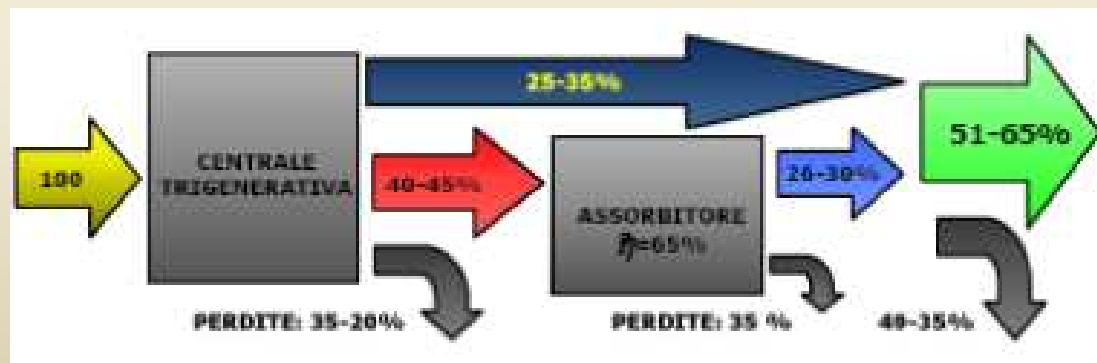


# La cogenerazione: le efficienze tipiche



## Centrale termoelettrica

## Centrale cogenerativa



## Centrale trigenerativa

**Puglia: L'eccellenza italiana disegna il futuro - Settimana europea delle PMI**

Workshop: **Rafforzare la competitività delle PMI: opportunità in Europa**

Officine Cantelmo - LECCE, 26 Maggio 2010

# La cogenerazione: le efficienze tipiche

---

	<b>Turbina a gas</b>	<b>Turbina a vapore</b>	<b>Ciclo combinato</b>	<b>Motore a comb. interna</b>	<b>Motore Stirling</b>	<b>Celle a combustibile</b>
<b>Totale efficienza (%)</b>	70-75	80	70-90	70-80	63-86	65-80
<b>Ciclo di vita (anni)</b>	15-20	20-35	15-25	10-20	10-20	>5

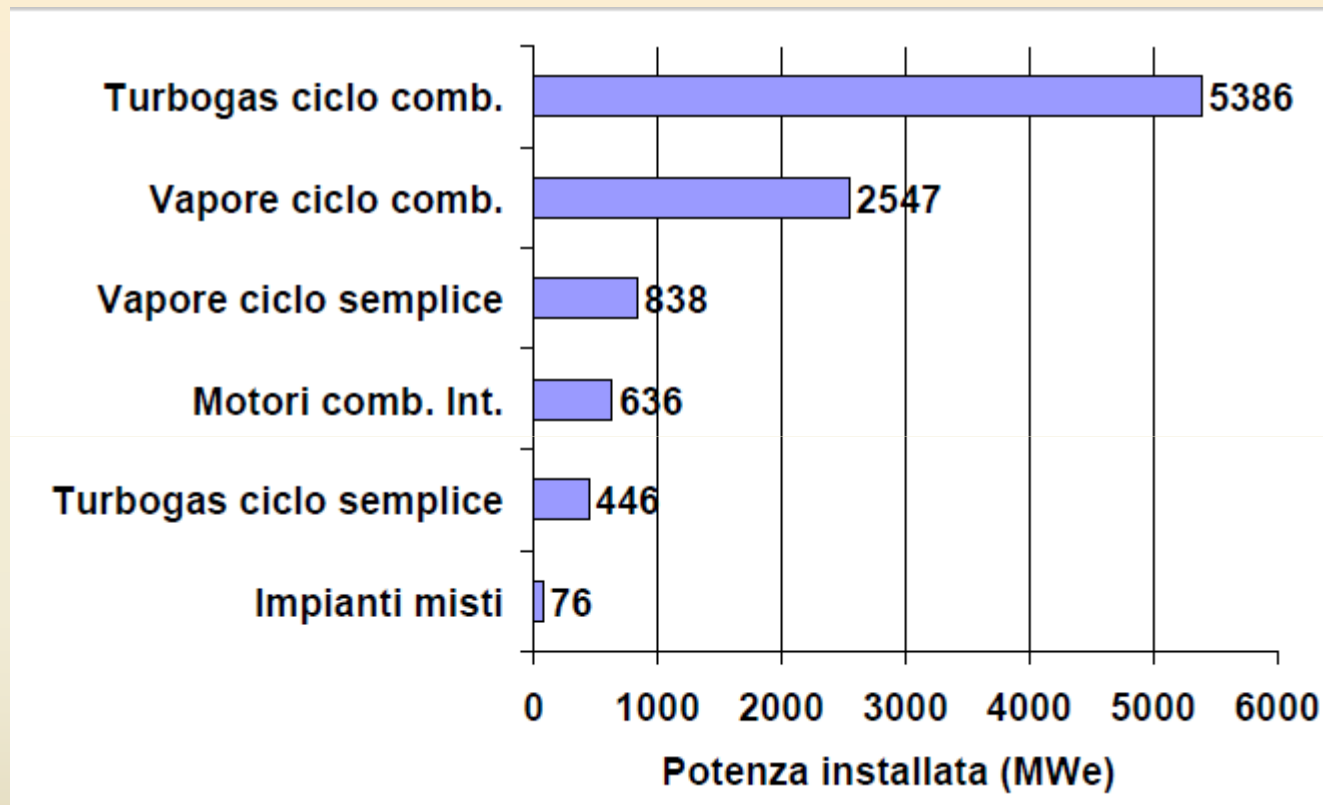
**Principali caratteristiche delle tipologie di impianti di cogenerazione  
(Elaborazione GSE).**

**Puglia: L'eccellenza italiana disegna il futuro - Settimana europea delle PMI**

Workshop: **Rafforzare la competitività delle PMI: opportunità in Europa**

Officine Cantelmo - LECCE, 26 Maggio 2010

# La cogenerazione: l'assetto impiantistico



**Potenza installata in impianti di cogenerazione suddivisa in funzione del motore primo impiegato per l'anno 2008. (Fonte: GSE)**

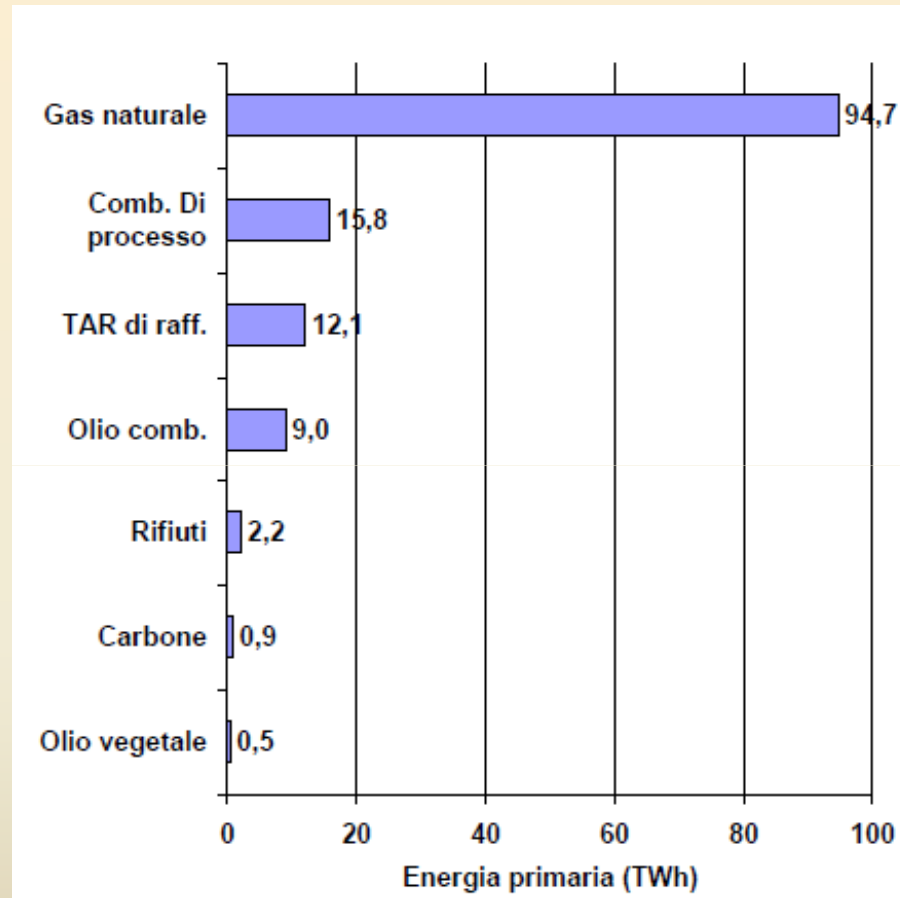
**Puglia: L'eccellenza italiana disegna il futuro - Settimana europea delle PMI**

Workshop: **Rafforzare la competitività delle PMI: opportunità in Europa**

Officine Cantelmo - LECCE, 26 Maggio 2010

# La cogenerazione: l'assetto impiantistico

---



**Principali tipi di combustibile impiegati per la cogenerazione nel 2008. (Fonte: GSE)**

**Puglia: L'eccellenza italiana disegna il futuro - Settimana europea delle PMI**

Workshop: **Rafforzare la competitività delle PMI: opportunità in Europa**

Officine Cantelmo - LECCE, 26 Maggio 2010

# La cogenerazione: gli indici di riferimento

$$\eta_{el} = \frac{P_{el}}{F} \quad \text{Rendimento elettrico del cogeneratore}$$

$$\eta_{th} = \frac{Q_{th}}{F} \quad \text{Rendimento termico del cogeneratore}$$

Rendimento globale del cogeneratore

$$\eta_u = \frac{P_{el} + Q_{th}}{F} = \eta_{el} + \eta_{th}$$

$$I_{el} = \frac{P_{el}}{Q_{th}} = \frac{\eta_{el}}{\eta_{th}} \quad \text{Indice elettrico}$$

$$LT = \frac{E_{th}}{E_{th} + E_{el}} \quad \text{Limite termico}$$

**Indice di risparmio energetico**

$$IRE = \frac{F^* - F}{F^*}$$

**Indice di risparmio di combustibile**

$$IR = \frac{F}{F^*}$$
$$IRE = 1 - IR$$

**Indice di risparmio economico**

$$IREC = \frac{C^* - C}{C^*}$$

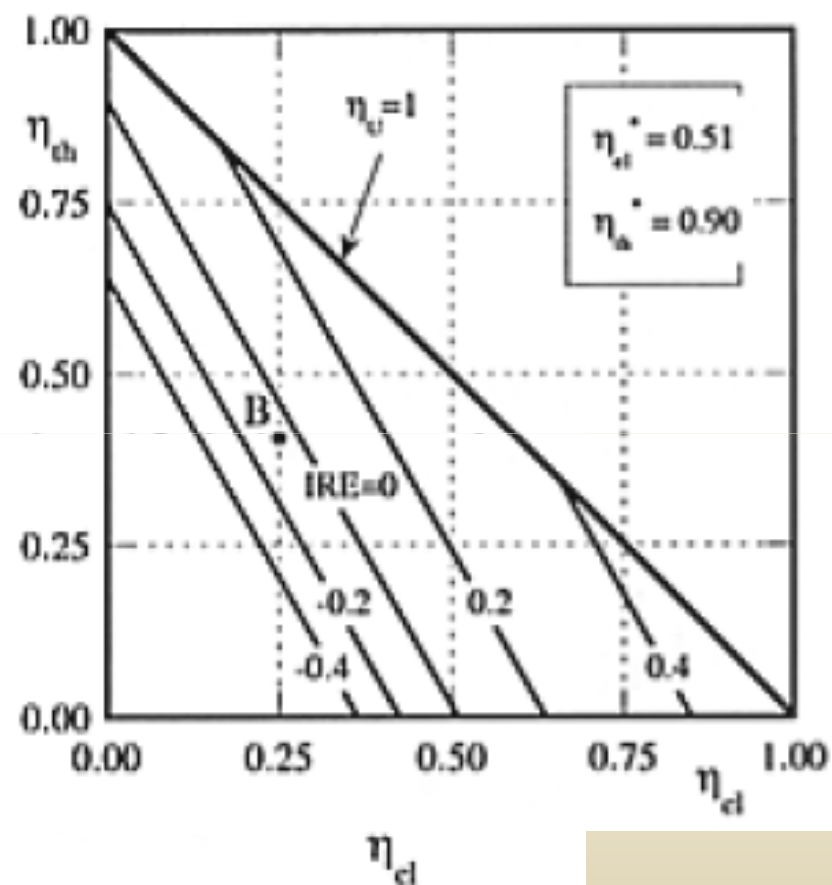
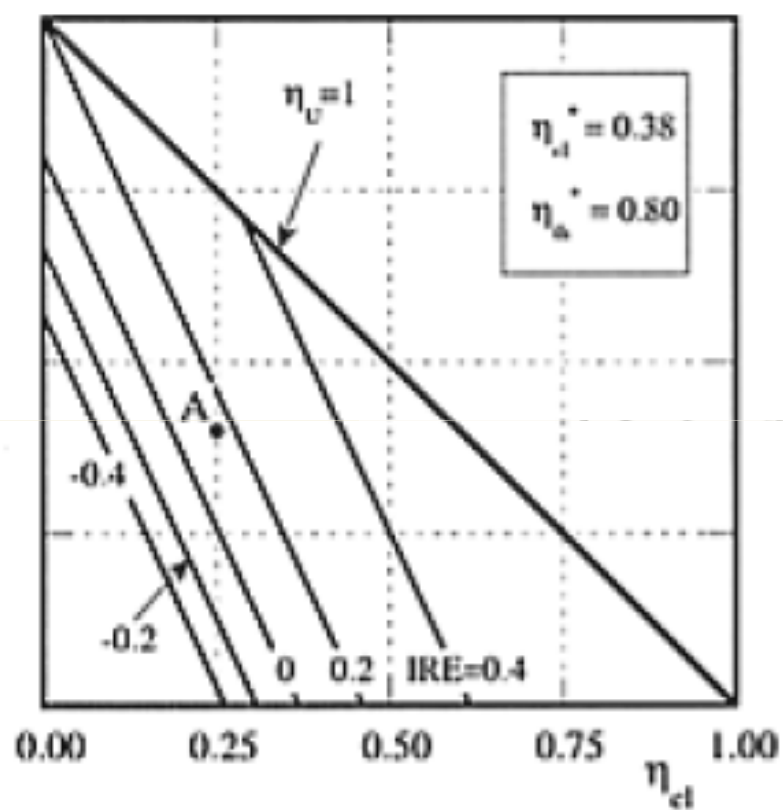
**Le grandezze contrassegnate con \* sono riferite al sistema di produzione separata di energia elettrica e calore preso come riferimento per i confronti**

**Puglia: L'eccellenza italiana disegna il futuro - Settimana europea delle PMI**

Workshop: **Rafforzare la competitività delle PMI: opportunità in Europa**

Officine Cantelmo - LECCE, 26 Maggio 2010

# La cogenerazione: gli indici di riferimento



**Puglia: L'eccellenza italiana disegna il futuro - Settimana europea delle PMI**

Workshop: **Rafforzare la competitività delle PMI: opportunità in Europa**

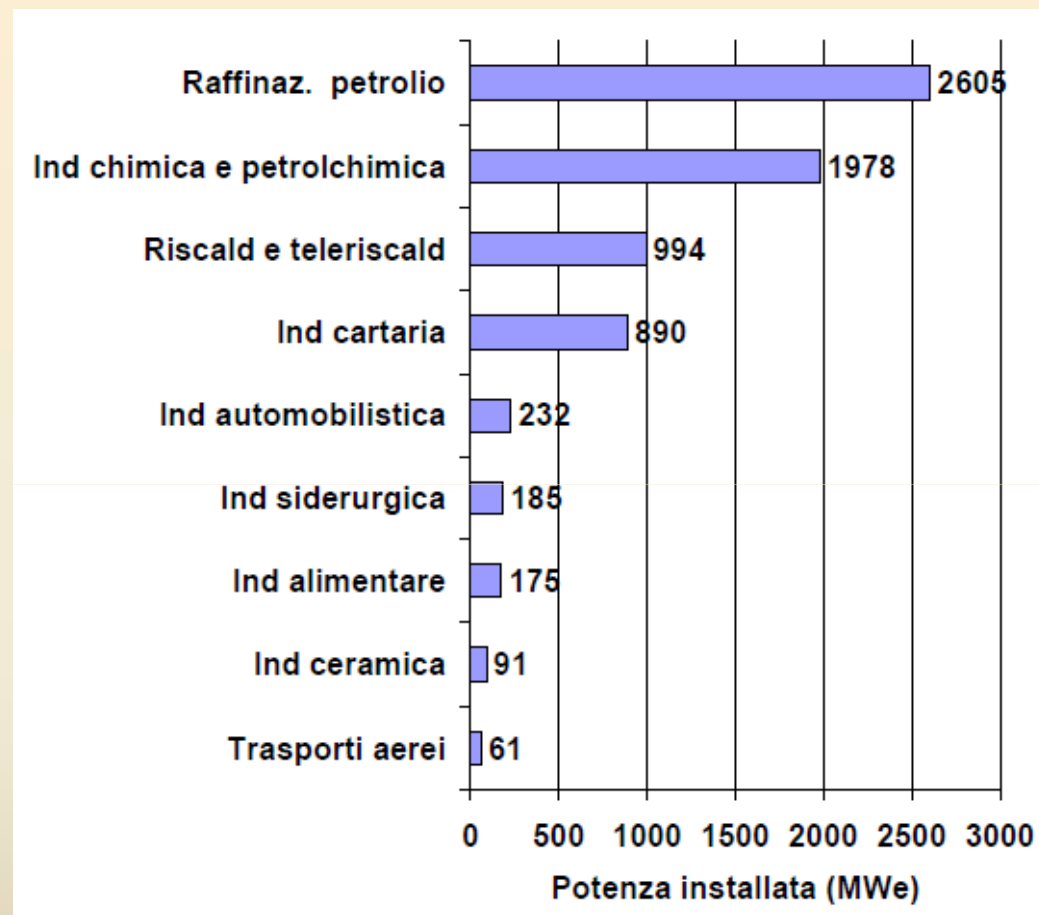
Officine Cantelmo - LECCE, 26 Maggio 2010

# La cogenerazione: la tipologia di utente

---

- Potenzialmente ogni utenza termica civile od industriale, autonoma o costituita da un gruppo con esigenze condivise è in grado di sfruttare i vantaggi della cogenerazione.
- La cogenerazione, per essere considerata tale, deve soddisfare esigenze termiche ed elettriche nella proporzione il più possibile coincidente con quella del sistema di produzione scelto.
- Il massimo utilizzo dei vantaggi della cogenerazione avviene in presenza di consumi di energia termica costanti nel tempo. La valutazione non può fermarsi alle potenze istantanee o di targa ma deve spingersi alle energie consumate nell'arco di un periodo di riferimento.

## La cogenerazione: la tipologia di utente



**Potenza installata di cogenerazione per le principali attività economiche (anno 2008) – Fonte GSE**

**Puglia: L'eccellenza italiana disegna il futuro - Settimana europea delle PMI**

Workshop: **Rafforzare la competitività delle PMI: opportunità in Europa**

Officine Cantelmo - LECCE, 26 Maggio 2010



# La cogenerazione: la tipologia di utente

Attività	Potenza installata media (MW)
Case di riposo e simili	0,1
Impianti sportivi e centri benessere	0,1
Alberghi e ristoranti	0,1
Commercio	0,8
Ospedali	1,4
Ind tessile	1,4
Concerie	2,5
Ind ceramica	3,9
Articoli in gomma e mat plastiche	5,3
Ind elettronica	9,0
Attività varie	9,0
Lavoraz. legno	13,4
Riscald e teleriscald	14,2
Ind alimentare	14,6
Ind cartaria	18,2
Ind automobilistica	25,8
Trasporti aerei	30,5
Ind chimica e petrolchimica	98,9
Raffinaz. petrolio	162,8

**Taglia media delle sezioni di cogenerazione per alcune categorie di attività economica (anno 2008)**  
**Fonte GSE**

Attività	Rendimento medio (%)	IRE medio (%)
Case di riposo e simili	87,5	37,3
Ind alimentare	80,1	26,5
Lavoraz. legno	79,5	27,6
Ind ceramica	79,2	23,0
Ind tessile	77,4	26,2
Ospedali	76,7	27,9
Articoli in gomma e mat plastiche	75,8	17,4
Trasporti aerei	75,5	25,0
Impianti sportivi e centri benessere	73,8	24,9
Ind cartaria	71,2	13,0
Commercio	70,6	26,4
Riscald e teleriscald	70,4	17,1
Ind chimica e petrolchimica	69,8	9,8
Alberghi e ristoranti	69,3	20,4
Attività varie	68,4	17,5
Concerie	67,5	24,7
Ind automobilistica	64,9	7,7
Ind elettronica	64,2	18,5
Raffinaz. petrolio	60,8	9,1

**Prestazioni degli impianti di cogenerazione: rendimento di primo principio e indice IRE per le principali categorie di attività per l'anno 2008. Fonte GSE**

**Puglia: L'eccellenza italiana disegna il futuro - Settimana europea delle PMI**  
 Workshop: **Rafforzare la competitività delle PMI: opportunità in Europa**

Officine Cantelmo - LECCE, 26 Maggio 2010

# La cogenerazione: il dimensionamento di impianto

---

- Il rapporto tra energia termica ed elettrica consumata guida nella scelta della tipologia impiantistica.
- La valutazione sull'entità e sulle caratteristiche di continuità dei consumi termici consente la determinazione della potenza nominale dell'impianto più conveniente. E' possibile che si debbano operare delle scelte sulle utenze termiche da servire con l'impianto di cogenerazione.
- E' assolutamente necessario condurre un'analisi accurata della tipologia di utenza termica nei termini delle temperature operative, delle potenze richieste e delle possibili regolazioni.
- E' necessario condurre un audit energetico approfondito eseguito da professionisti del settore. Questo può costituire un'occasione di razionalizzazione dei consumi con effetti positivi a prescindere dal ricorso alla cogenerazione.

# La cogenerazione: l'integrazione con la realtà produttiva

---

- L'impianto di cogenerazione può essere installato in nuove realtà produttive o, in generale, a servizio di nuove utenze. In questo caso gli impianti produttivi che consumano l'energia termica possono essere progettati già a monte con riguardo alle esigenze dell'impianto di distribuzione dell'energia termica.
- Se l'impianto di cogenerazione deve essere installato a servizio di realtà già esistenti, vanno verificate le possibilità di integrazione del sistema di distribuzione del calore (ove non esistente) e l'interfaccia con le utenze esistenti.
- Modularità e ridondanza dell'impianto di cogenerazione per la parte termica a tutela della continuità di esercizio dello stabilimento o dell'impianto produttivo, nonché della soddisfazione in regolazione delle utenze termiche in funzione di velocità e precisione di intervento

# L'opportunità ambientale

---

- Ogni miglioramento di efficienza nella produzione e nel consumo di energia è di interesse pubblico perché riduce l'impatto ambientale dei sistemi energetici in termini di emissioni di CO<sub>2</sub> e delle emissioni inquinanti.
- La cogenerazione, nei confronti della produzione separata di energia elettrica e calore, consegue rendimenti più alti, massimizzando, compatibilmente con le esigenze dell'utilizzo, lo sfruttamento dell'energia dei combustibili tradizionali
- Per la difficoltà di accumulo del calore le centrali di cogenerazione devono essere realizzate nei pressi degli utilizzatori. A ciò consegue una consistente riduzione delle perdite per il trasporto di energia elettrica dai luoghi di produzione a quelli di utilizzo.
- La prospettiva di una integrazione con le fonti rinnovabili incrementa l'attrattività ambientale della soluzione cogenerativa
- Riduzione delle influenze negative delle microinterruzioni di energia elettrica dalla rete origine di scarti di produzione e di inefficienze con ripercussioni su rifiuti, qualità dei prodotti, produttività aziendale e aumentati consumi energetici

# L'opportunità economica

---

L'analisi economica dell'investimento deve tenere in considerazione:

## **RICAVI**

- i. risparmi nell'acquisto di energia elettrica (per usi elettrici e/o termici)
- ii. vendita delle quantità di energia elettrica prodotte in eccesso rispetto ai consumi interni
- iii. risparmi nell'acquisto di combustibile per la produzione di energia termica
- iv. eventuali incentivi per la produzione di energia o in conto impianti
- v. diminuzione delle microinterruzioni nella fornitura di energia elettrica

## **COSTI**

- i. costi di approvvigionamento del combustibile per la cogenerazione
- ii. eventuali costi di trattamento del combustibile per la cogenerazione
- iii. costi di impianto di produzione di energia (cogeneratore) comprensivi di eventuali fermi-impianto
- iv. costi di modifica dell'impianto per l'utilizzo dell'energia termica
- v. costi di progettazione e di consulenza professionale
- vi. costi di manutenzione
- vii. oneri finanziari
- viii. costi assicurativi

# L'opportunità economica

**Potenza degli impianti di cogenerazione: ripartizione per regione (anno 2008). Fonte GSE**

Regione	Potenza installata totale (MW)	Potenza installata media (MW)
Lombardia	2410	25
Piemonte	1459	22
Puglia	1274	159
Emilia Romagna	1056	17
Toscana	829	24
Sardegna	750	125
Sicilia	470	94
Veneto	336	8
Marche	328	47
Friuli Venezia Giulia	176	14
Abruzzo	155	19
Trentino Alto Adige	148	6
Lazio	134	6
Umbria	108	8
Basilicata	107	36
Campania	93	8
Molise	50	50
Liguria	36	6
Calabria	10	5

**Puglia: L'eccellenza italiana disegna il futuro - Settimana europea delle PMI**

Workshop: **Rafforzare la competitività delle PMI: opportunità in Europa**

Officine Cantelmo - LECCE, 26 Maggio 2010

# Conclusioni

---

- La cogenerazione costituisce un'opportunità per le PMI perché contribuisce a mantenere la **competitività aziendale** abbattendo i costi industriali.
- L'adozione dell'impianto di cogenerazione produce **benefici per la collettività** perché massimizza lo sfruttamento energetico delle fonti tradizionali riducendo l'impatto ambientale dei sistemi energetici
- L'investimento nella cogenerazione rientra in un periodo più o meno lungo a seconda delle condizioni delle singole realtà aziendali o di utenza. **Il periodo di rientro dell'investimento** può addirittura rimanere, in condizioni particolarmente favorevoli, nei primi **tre anni di esercizio**
- Vi sono applicazioni che consentono l'integrazione della cogenerazione con le **fonti rinnovabili** (biomasse, solare termodinamico, etc....)
- **L'analisi dei consumi energetici** delle realtà produttive necessaria per la valutazione della taglia di impianto e della sua tipologia favorisce dapprima una riduzione dei fabbisogni e stimola l'investimento in **risparmio energetico**.