



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA
FACOLTÀ DI INGEGNERIA - DIEM

Michele Bianchi
SISTEMI E MACCHINE
PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE



Confederazione Nazionale
dell'Artigianato e della Piccola
e Media Impresa
CNA Regionale dell'Emilia Romagna

Risparmio energetico e uso delle risorse

2ª Edizione



Convegno Regionale

*“La microgenerazione
come fattore di efficienza energetica”*

Venerdì 6 Ottobre 2006

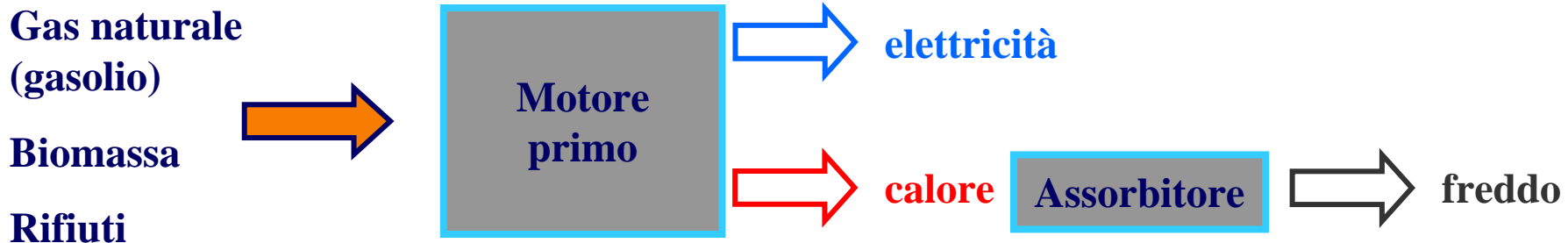


*Le potenzialità
economiche della
microgenerazione:
aspetti normativi ed
economici*

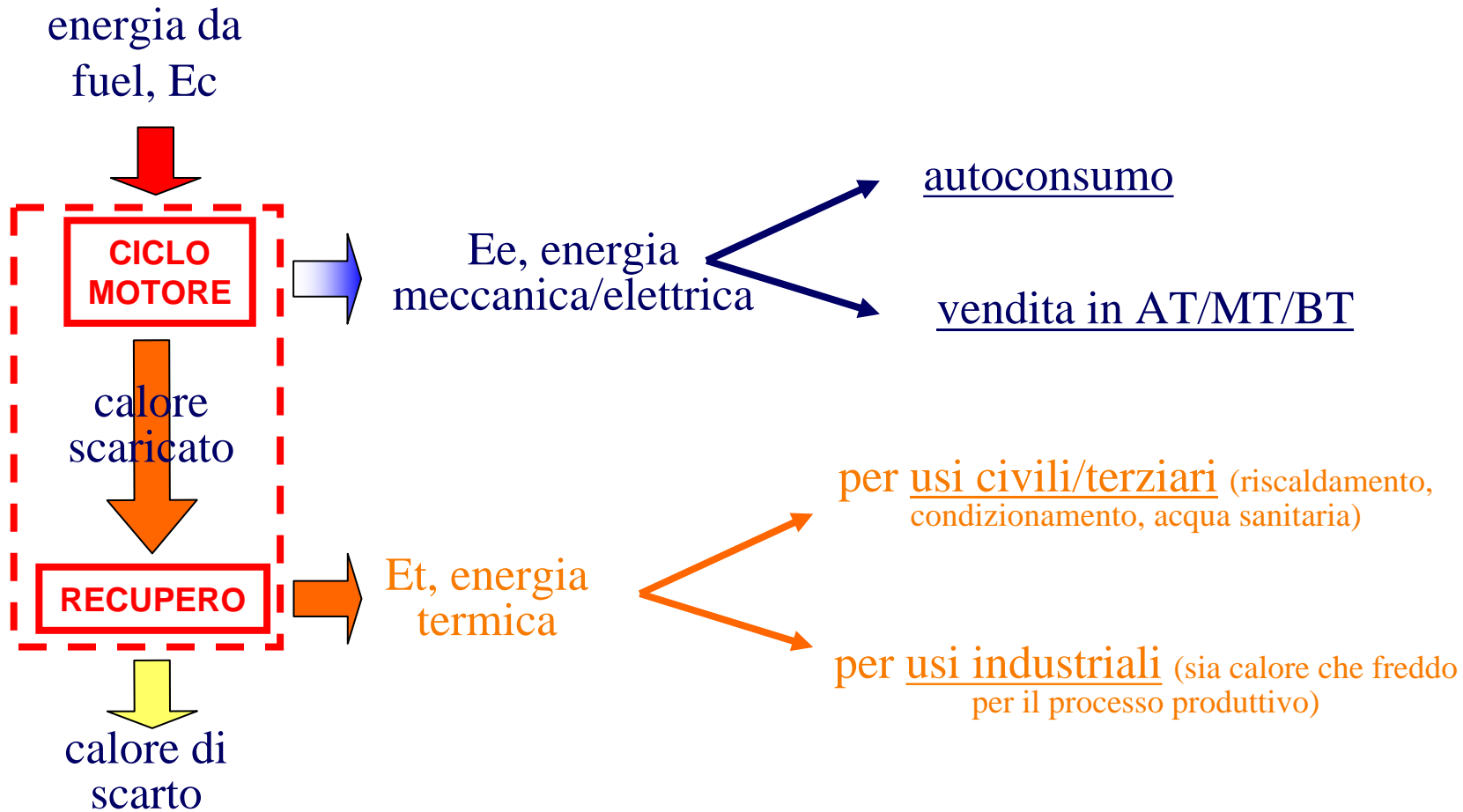
Michele Bianchi

La micro-cogenerazione: produzione combinata di elettricità e calore

Un micro-cogeneratore è un sistema che utilizza un combustibile rinnovabile o fossile per la produzione combinata di energia elettrica e termica, con taglia elettrica inferiore a ????? MW



La cogenerazione: produzione combinata di elettricità e calore



Le prestazioni di un sistema cogenerativo: confronto con la produzione separata

COGENERAZIONE

$$\eta_e = \frac{E_e}{E_c}$$

**SISTEMA
COGENERATIVO**

E_e

E_t

$$\eta_t = \frac{E_t}{E_c}$$

PRODUZIONE SEPARATA

$$E_{cs} = E_{cse} + E_{cst}$$

E_{cse}

**CENTRALE
ELETTRICA**

η_{es}

E_e

E_{cst}

CALDAIA

η_{ts}

E_t

$$IRE = \frac{E_{cs} - E_c}{E_{cs}} = 1 - \frac{1}{\frac{\eta_e}{\eta_{es}} + \frac{\eta_t}{\eta_{ts}}}$$

**L'Indice di Risparmio
Energetico
(IRE o PES)**



Le definizioni secondo la normativa vigente

Cogenerazione

“Cogenerazione e' la produzione combinata di energia elettrica e calore alle condizioni definite dall'Autorita' per l'Energia Elettrica e il Gas, che garantiscano un significativo risparmio di energia rispetto alle produzioni separate” (Decreto Bersani 79/99 – AEEG 42/02)

Micro-generazione

“Impianto di microgenerazione un impianto per la produzione di energia elettrica, anche in assetto cogenerativo, con capacità di generazione non superiore a 1 MW” (Legge Marzano 239/04)



La definizione di cogenerazione secondo Direttiva Europea 2004/8/CE (recepimento in corso)

Cogenerazione

“generazione simultanea in un unico processo di energia termica ed elettrica e/o di energia meccanica”, nel quale viene riconosciuta come elettricità da cogenerazione “l’elettricità generata in un processo abbinato alla produzione di calore utile e calcolata secondo la metodologia riportata nell’allegato II” della Direttiva stessa

Cogenerazione ad alto rendimento

“cogenerazione conforme ai criteri indicati nell’allegato III” della Direttiva stessa

Micro-cogenerazione

“cogenerazione con capacità massima inferiore ai 50 kWe”

Piccola-cogenerazione

“cogenerazione con capacità massima inferiore ai 1 MWe”

Vantaggi della micro-cogenerazione rispetto alla generazione centralizzata e separata

Di natura energetica

- ✓ Impiego razionale dei combustibili fossili (grazie a recupero termico)
- ✓ Sfruttamento di siti rinnovabili
- ✓ Riduzione delle perdite energetiche nel trasporto

Di carattere ambientale

- ✓ Riduzione delle grosse infrastrutture per il trasporto
- ✓ Mitigazione del problema legato all'elettrosmog
- ✓ Rimozione della sindrome NIMBY
- ✓ Riduzione delle emissioni in atmosfera



Vantaggi della micro-cogenerazione rispetto alla generazione centralizzata e separata

Per la sicurezza e la qualità

- ✓ Riduzione del rischio di black-out
- ✓ Alleggerimento del carico di alcune reti elettriche

Di natura economica

- ✓ Defiscalizzazione del gas metano (caso della cogenerazione)
- ✓ Diritto alla vendita di certificati verdi e bianchi
- ✓ Risparmi sui costi energetici (acquisto della materia prima "gas" invece del prodotto finito "energia elettrica")
- ✓



Problematiche della micro-cogenerazione

Per l'installatore

- ✓ Iter autorizzativi (*da semplificare secondo art. 1 comma 86 legge Marzano*)
- ✓ Aspetti economici (scarsa valorizzazione dell'energia elettrica ceduta alla rete, elevato costo specifico delle soluzioni più innovative, ecc.)
- ✓ Conciliazione della domanda elettrica/termica/ frigorifera (scelta della taglia e della tipologia di impianto)

Per il sistema elettrico e del gas

- ✓ Impatto sul sistema elettrico (utilizzo delle reti di distribuzione in maniera attiva e non più passiva)
- ✓ Necessità di potenziare reti di distribuzione del gas

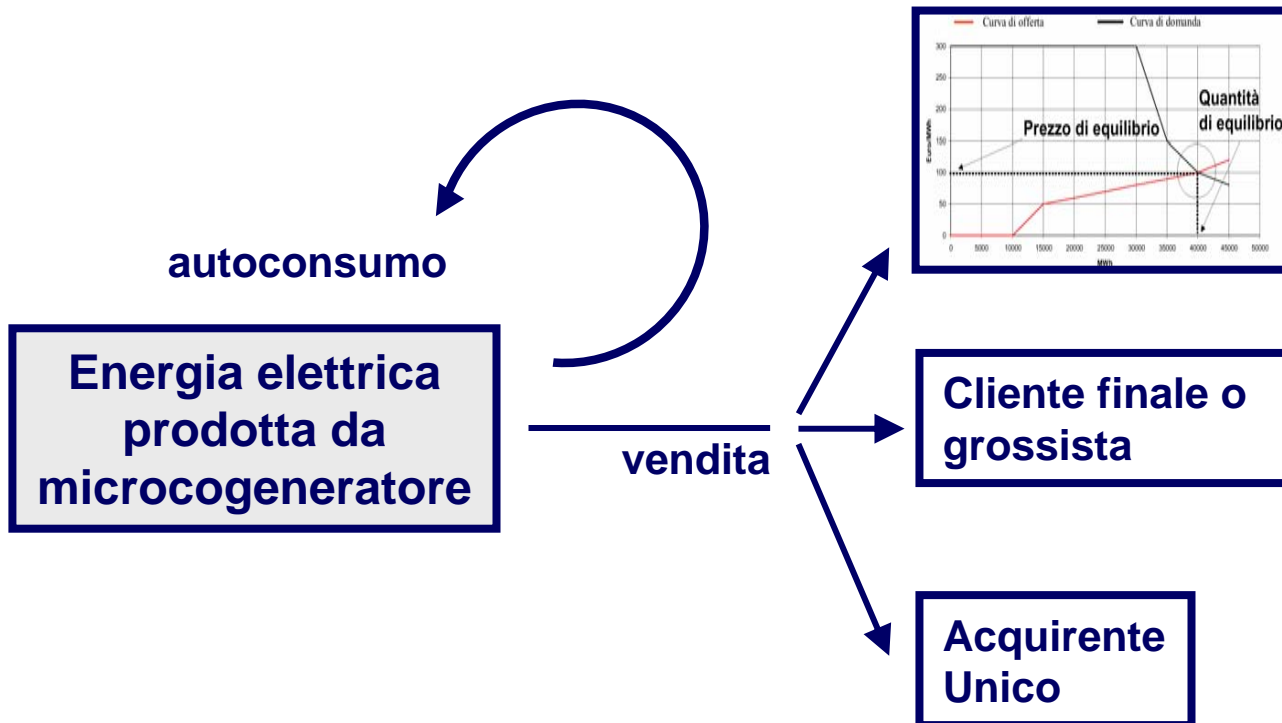
Per gli Enti locali

- ✓ Gestire e controllare nuove sorgenti emissive in aree urbane o comunque densamente popolate

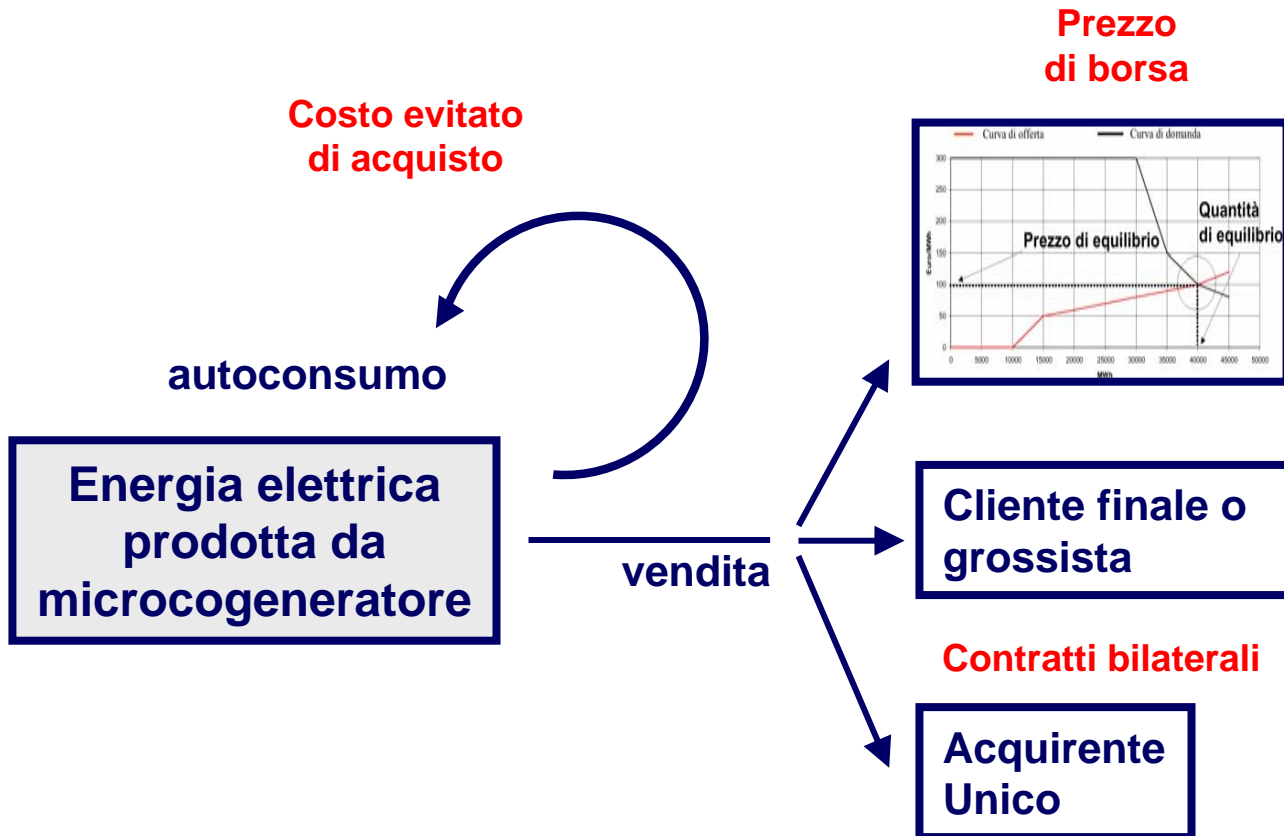


Potenzialità economiche: micro-cogenerazione e mercato elettrico

A chi è destinata l'energia elettrica?



A quale prezzo?



- + incentivi per "rinnovabile"
- + incentivi per "cogenerazione"



Incentivi per la micro-cogenerazione fossile

- ✓ Priorità di dispacciamento (per tutti gli impianti di taglia < 10 MVA)
- ✓ Defiscalizzazione sull'acquisto del gas per uso cogenerativo
- ✓ Emissione di Certificati Verdi (solo per il teleriscaldamento???)
- ✓ Emissione di Titoli di Efficienza Energetica o Certificati Bianchi (solo per alcuni interventi cogenerazione)
- ✓ Prezzo di vendita fissato mensilmente dall'AU secondo delibera 34/05 suddiviso per fasce orarie (per impianti < 10 MVA)
- ✓ Aumento dell'energia elettrica prodotta (AEEG 168/03) e corrispettivo CTR (AEEG 5/04) (per tutti gli impianti connessi in BT o MT)
- ✓ Non soggetti ad "Emission trading" e "IPPC"
- ✓ Esenzione dalla quota di energia per il calcolo dei Certificati Verdi (sopra i 100 GWh/anno)



Incentivi per la micro-cogenerazione rinnovabile

(decreto lgs. 387/03 – legge Marzano 239/04)

- ✓ Priorità di dispacciamento
- ✓ Emissione di Certificati Verdi

- ✓ Emissione di Titoli di Efficienza Energetica (Certificati Bianchi) *(solo per alcuni interventi di cogenerazione e fotovoltaici)*
- ✓ Aumento dell'energia elettrica prodotta (AEEG 168/03) e corrispettivo CTR (AEEG 5/04) *(per tutti gli impianti connessi in BT o MT)*
- ✓ Prezzo di vendita fissato mensilmente dall'AU secondo delibera 34/05 *suddiviso per fasce orarie o indifferenziato (per tutti i rinnovabili con potenza < 10 MVA e per tutti i rinnovabili non programmabili)*
- ✓ Prezzo di vendita minimo garantito secondo delibera 34/05 *per i primi 2 milioni di kWh prodotti (per tutti i rinnovabili con potenza < 1 MW)*
- ✓ "Net metering" *secondo delibera 28/06 AEEG (rinnovabili < 20 kWh)*
- ✓ "Conto energia" *secondo delibera 188/05 (solo per fotovoltaici)*



Certificati Verdi: incentivare le fonti rinnovabili

Il decreto 79/99, art. 11, prevede che i produttori e importatori di energia elettrica prodotta da fonti non rinnovabili (per quantitativi eccedenti i 100 GWh/anno) abbiano l'obbligo di immettere ogni anno in rete una quota di energia elettrica prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili. Tale quota è pari al 2% (con incrementi annui dello 0,35%) dell'energia elettrica prodotta o importata da fonte non rinnovabile nell'anno precedente.

L'obbligo di immissione di "energia rinnovabile" può essere soddisfatto con l'acquisto di appositi titoli (Certificati Verdi) su di un mercato apposito organizzato dal GME (MCV) o attraverso contratti bilaterali

Acquisisce diritto all'emissione dei CV (D. lgs. 79/99, legge Marzano, DM-MAP 24/10/2005):

- chi produce energia elettrica con fonti rinnovabili
- chi produce energia elettrica con l'utilizzo dell'idrogeno
- chi produce energia elettrica con celle a combustibile in impianti statici
- impianti di cogenerazione abbinati al teleriscaldamento.

Il diritto alla vendita di CV è limitata ai primi 12 anni di esercizio (d.lgs. 152 del 3 aprile 2006)



Il "valore economico" dei Certificati Verdi

Ambito di applicazione: per impianti rinnovabili entrati in esercizio dopo il 1 aprile 1999, per cogenerazione con teleriscaldamento, per idrogeno

Risparmio conseguibile: circa **100 €/MWh** per la vendita dei CV

Anno di riferimento	Valore certificati verdi [euro/MWh]		Periodo di validità
	GRTN	medi	
2005	108,92		2005 2006 2007
2004	97,39	97,31	2004 2005 2006
2003	82,40	82,40	2003
2002	84,18	82,40	2002



Il “valore economico” della Defiscalizzazione

Ambito di applicazione: impianti cogenerativi

**quota di combustibile defiscalizzato:
0,25 Sm³ di combustibile per ogni kWhe prodotto**

Risparmio conseguibile: da **3 ÷ 50 €/MWhe** in base all'accisa prevista per l'utenza (considerando un'accisa su GN variabile all'incirca da 0.01 a 0.20 €/Sm³)



Certificati Bianchi o Titoli di Efficienza Energetica: *incentivare il risparmio energetico*

- ✓ Il DM 20/7/04 determina gli obiettivi quantitativi nazionali di incremento di efficienza energetica che devono essere conseguiti dai distributori di energia elettrica e del gas, riducendo i consumi finali
- ✓ I distributori con più di 100.000 clienti devono conseguire tali obiettivi, in maniera proporzionale alla quota di energia distribuita, mediante interventi diretti o mediante acquisto di Titoli di Efficienza Energetica (o certificati bianchi) da altri soggetti che abbiano realizzato gli interventi (ESCO)
- ✓ I TEE, emessi dal GME, sono espressi in tep risparmiati e possono riguardare interventi di riduzione dei consumi di elettricità, di gas o di energia di altra specie
- ✓ I TEE sono oggetto di scambio come i CV, nell'ambito di un mercato apposito organizzato dal GME
- ✓ Per acquisire il diritto a vendere i TEE occorre presentare un progetto di risparmio energetico all'interno degli interventi previsti dalla legge (schede tecniche)



Certificati Bianchi o Titoli di efficienza energetica: alcuni degli interventi previsti

- ✓ Sostituzione di vecchie scaldabagni elettrici, elettrodomestici e caldaie a gas con sistemi maggiormente efficienti
- ✓ Miglioramento dell'isolamento termico di edifici (doppi vetri, isolamento di pareti e coperture, ecc.)
- ✓ Interventi di sostituzione e ottimizzazione di sistemi di illuminazione
- ✓ **Impiego di impianti fotovoltaici (< 20 kW) e collettori solari per produzione elettricità e calore (deliberazione 234/02 AEEG)**
- ✓ Installazione di condizionatori e motori a più alta efficienza
- ✓ Recupero di energia dalla decompressione del gas naturale
- ✓ Installazione di pompe di calore elettriche in luogo di caldaie in edifici residenziali
- ✓ Riscaldamento di ambienti e produzione di acqua calda sanitaria tramite installazione e gestione di impianti di cogenerazione
- ✓ Climatizzazione ambienti e produzione di acqua calda sanitaria tramite l'installazione e gestione di sistemi di teleriscaldamento
- ✓ **Applicazione nel settore civile di piccoli sistemi di cogenerazione per la climatizzazione invernale ed estiva e la produzione di acqua calda sanitaria anche con teleriscaldamento (deliberazione 177/05 AEEG)**
- ✓ Ottimizzazione di impianti di riscaldamento centralizzato (installazione di caldaie a 4 stelle, sistemi di termoregolazione, ecc.)



Il “valore economico” dei Certificati Bianchi (o TEE)

Ambito di applicazione: rinnovabili e cogenerativi (solo per interventi approvati da delibere AEEG con riferimento ai decreti del 20 luglio 2004)

Risparmi conseguibili: il calcolo dei tep risparmi dipende dal tipo di intervento proposto

	80 €/tep	(tipo I risparmio energia elettrica)
<u>valore del TEE</u> \cong	95 €/tep	(tipo II riduzione consumo gas)
	35 €/tep	(tipo III riduzione consumo altri fuel)

Il "valore economico" dei Certificati Bianchi (o TEE)

ESEMPIO (scheda 21):

sistemi di cogenerazione civile
per climatizzazione estiva e
invernale e produzione
acqua calda

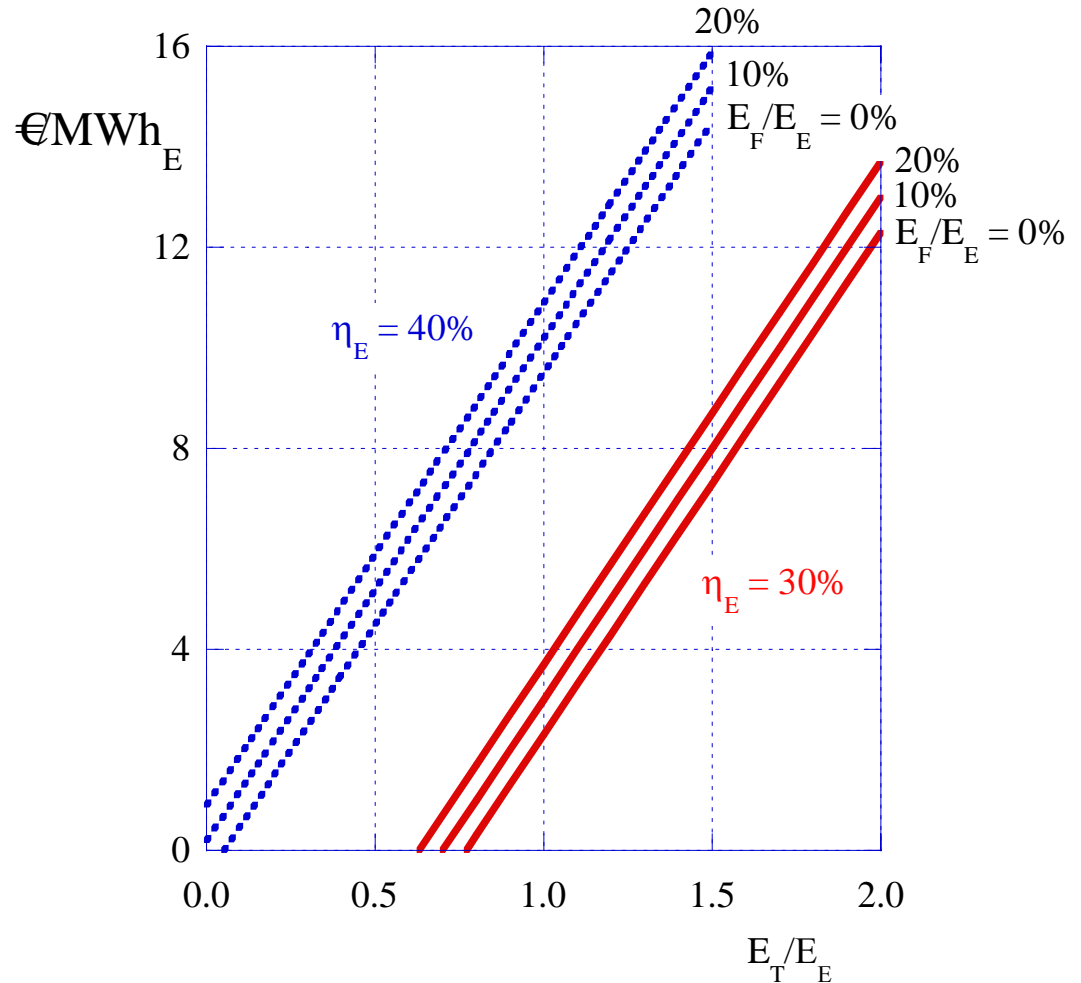
parametri di confronto:

$$h_T^* = 0,86$$

$$h_E^* = 0,41$$

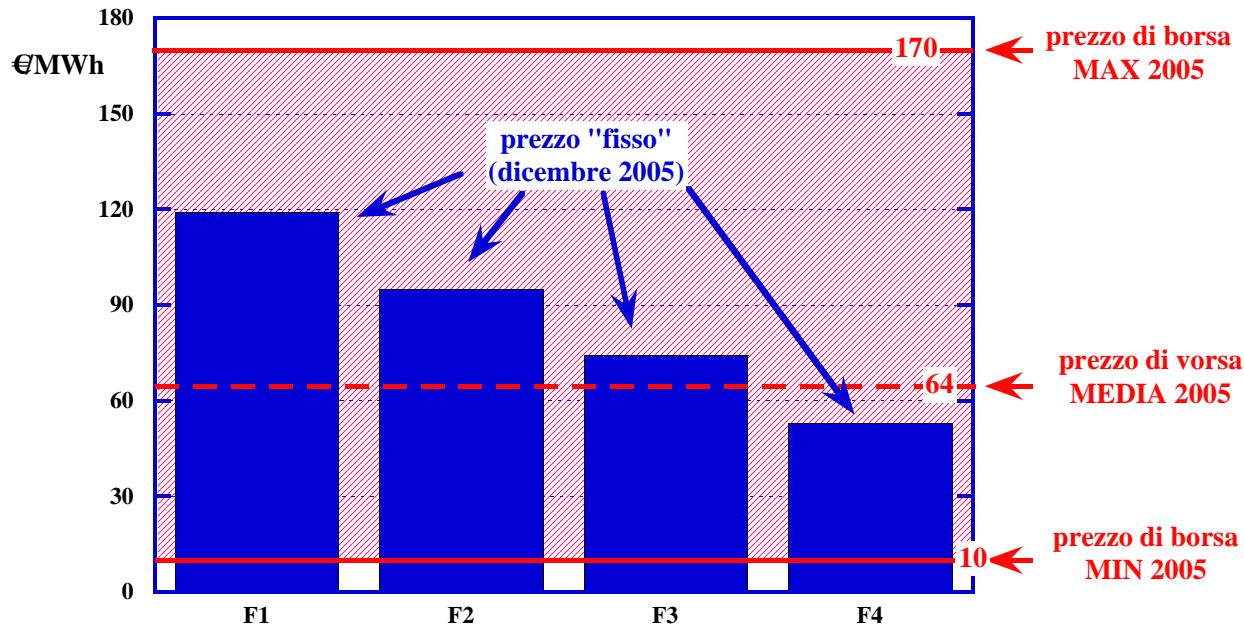
$$\text{COP}^* = 3$$

$$\text{VTEE} = 100 \text{ €/tep}$$



I prezzi "fissi" mensili

Ambito di applicazione: tutti i rinnovabili e cogenerativi con potenza < 10 MVA e tutti i rinnovabili non programmabili (secondo delibera 34/05)

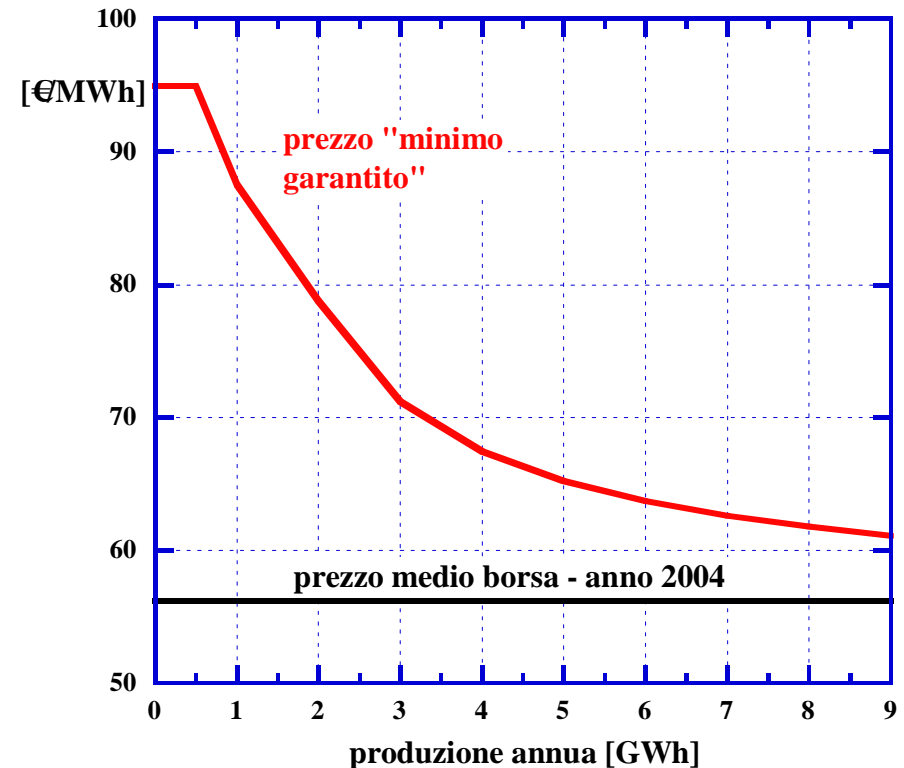


NB solo i rinnovabili hanno l'ulteriore possibilità di chiedere un prezzo mensile fisso non differenziato per fasce (per dicembre 2005, è stato di 64 €/MWh)

I prezzi "minimi garantiti"

Ambito di applicazione: primi 2 milioni di kWh prodotti da tutti i rinnovabili con potenza < 1 MW (secondo delibera 34/05)

	Prezzo di ritiro da delibera 34/05
Fino a 500.000 kWh	95 €/MWh
da 500.000 a 1.000.000 kWh	80 €/MWh
da 1.000.000 a 2.000.000 kWh	70 €/MWh
Oltre 2.000.000 kWh	Prezzo "fisso" mensile AU



Aumento dell'energia elettrica prodotta e corrispettivo CTR

Ambito di applicazione: tutti gli impianti connessi in BT e MT (delibere AEEG 5/04 e 168/03)

Aumento convenzionale energia elettrica prodotta (per tener conto delle minor perdite di trasmissione)



	Aumento En. El.
MT	+ 5.1 %
BT	+ 10.8 %

Corrispettivo CTR anno 2006



	Corrispettivo CTR
F1	8.2 €/MWh
F2	5.3 €/MWh
F3	3.5 €/MWh
F4	1.6 €/MWh

NB Il corrispettivo CTR è applicato all'energia elettrica immessa in rete aumentata del 4.2% (MT) o del 9.9 % (BT) per tener conto delle perdite nelle reti di distribuzione.



Lo scambio sul posto ("net metering")

Ambito di applicazione: tutti i rinnovabili < 20 kWe (delibere 224/00 e 28/06 AEEG).

consente di valorizzare l'energia elettrica venduta alla rete
allo stesso prezzo di quella acquistata dalla rete stessa

NB: Il servizio di scambio sul posto è alternativo alla vendita di energia elettrica; l'eventuale surplus di energia elettrica immessa in rete non comporta un ricavo economico, ma un credito in termini di energia da consumare entro tre anni



Le emissioni di un sistema micro-cogenerativo



Il confronto con la produzione di grossa taglia

Un sistema micro-generativo presenta, generalmente, emissioni specifiche maggiori rispetto alla produzione centralizzata in quanto:

- ✓ ha rendimenti di conversione inferiori
- ✓ non ci sono le condizioni economiche per installare sistemi di abbattimento avanzati

Un sistema micro-generativo comporta un risparmio sulle emissioni, rispetto alla produzione centralizzata, solo se:

- ✓ associato ad un efficiente sistema di recupero termico
- ✓ permette la diffusione della cogenerazione/trigenerazione
- ✓ la produzione elettrica avviene in BT/MT o per autoconsumo



Cosa dice la legge vigente (legge 239/04, art.1, comma86)

“L’installazione di un impianto di microgenerazione, purché omologato, è soggetta a norme autorizzative semplificate. In particolare, se l’impianto è termoelettrico, è assoggettata agli stessi oneri tecnici e autorizzativi di un impianto di generazione di calore con pari potenzialità termica.”

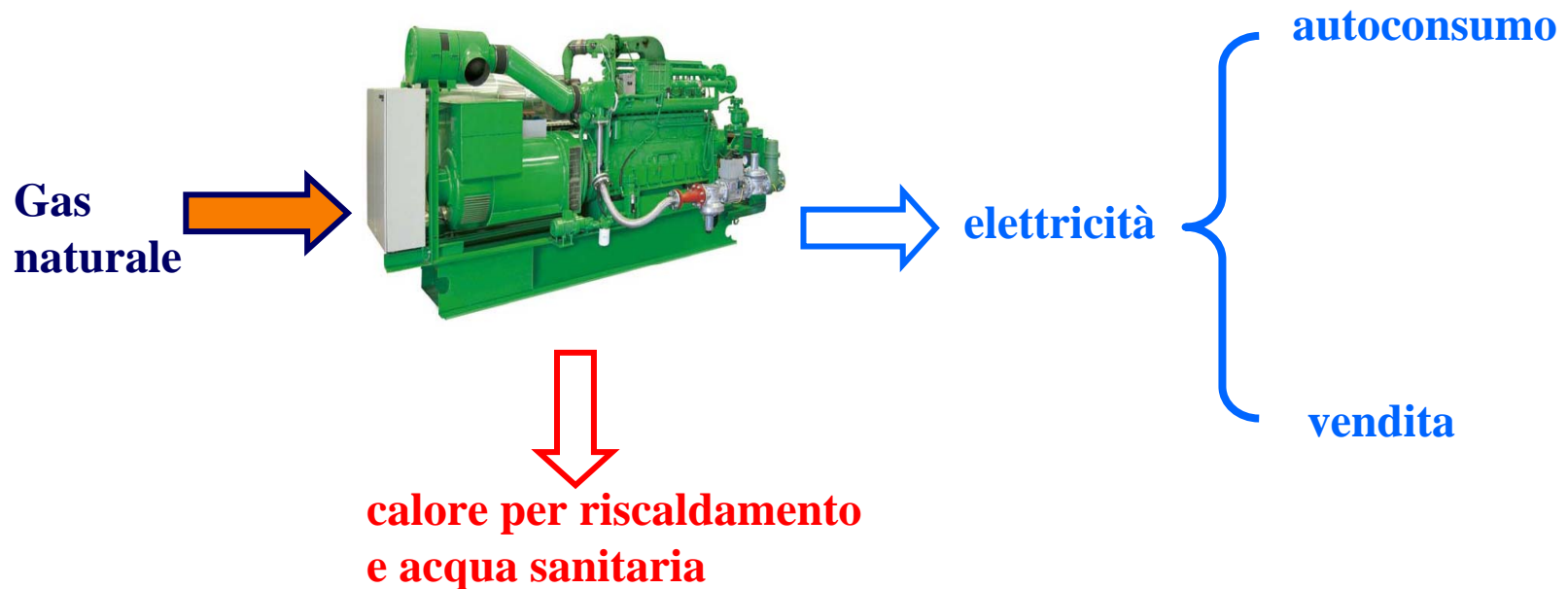


I lavori del Gruppo Consultivo “Microcogenerazione” del Comitato Termotecnico Italiano ...

... redigere un documento/norma tecnica per individuare:

- ✓ una metodologia per il calcolo delle emissioni equivalenti di un sistema cogenerativo al fine di tenere in considerazione gli effetti del recupero termico (“metodo caldaia evitata”, IRA)
- ✓ individuare le procedure di monitoraggio/verifica del rispetto dei limiti consentiti

Un caso tipo: cogenerazione civile (elettricità e riscaldamento)



Il Costo Annuo di Produzione

costi fissi

costi variabili

$$CAP = C_F + C_V$$

- ✓ investimento, CI
- ✓ smantellamento/valore residuo, CD
- ✓ altri costi, CA (service, assicurazioni, affitti, personale,)

- ✓ combustibile, F
- ✓ manutenzione, OM
- ✓ altre materie prime (*acqua demi, NH₃, calce, ...*), MP
- ✓ tasse su emissioni, TE
- ✓

Il costo specifico di produzione

Dati economici ed energetici

Costo dell'investimento = 900 €/kW

Vita impianto = 15 anni

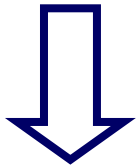
Tasso interesse = 5%

rendimento elettrico annuo = 36%

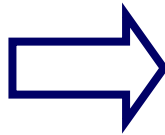
rendimento termico annuo = 40%

Costo del gas = 30 €/MWh_{gas}

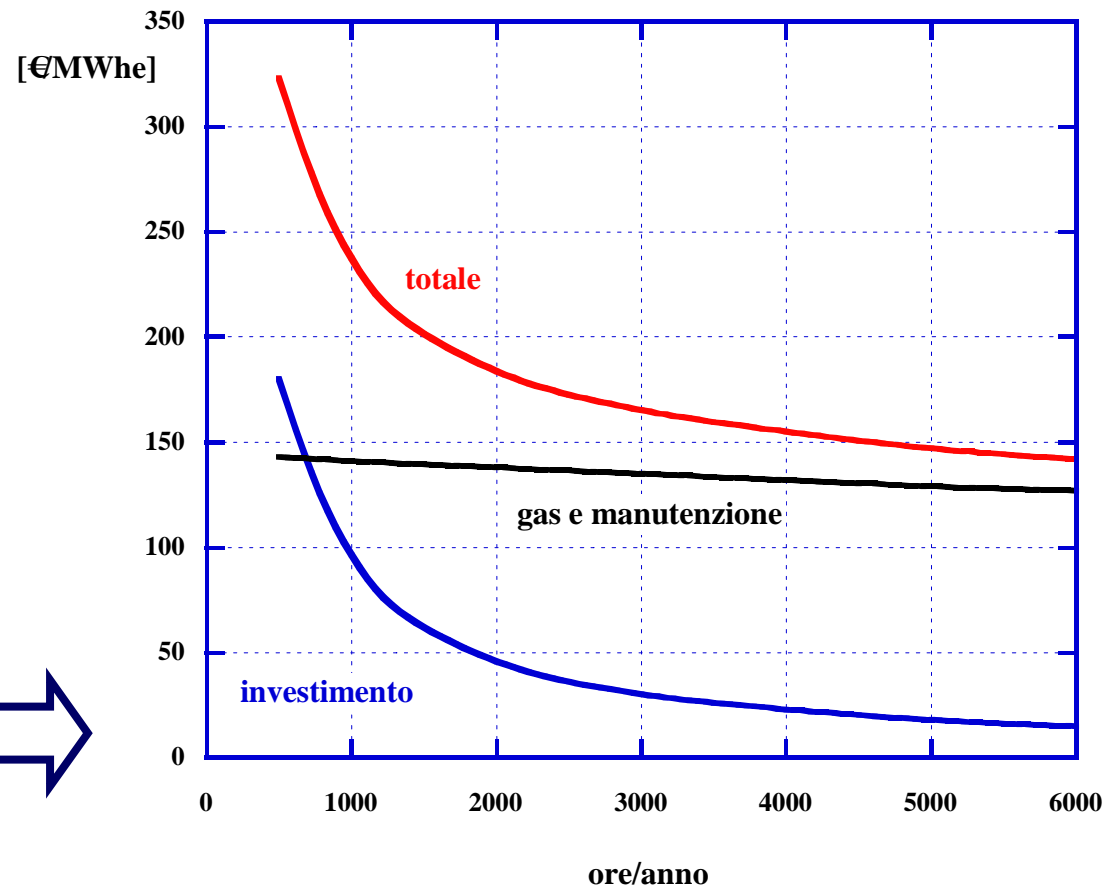
Costo manutenzione = 10 €/MWh



Costo di produzione
in funzione delle ore
annue di utilizzo



COSTI DI PRODUZIONE



I ricavi dalla vendita dell'energia elettrica

Costo Evitato
in caso di autoconsumo

Risparmio per Recupero
Termico

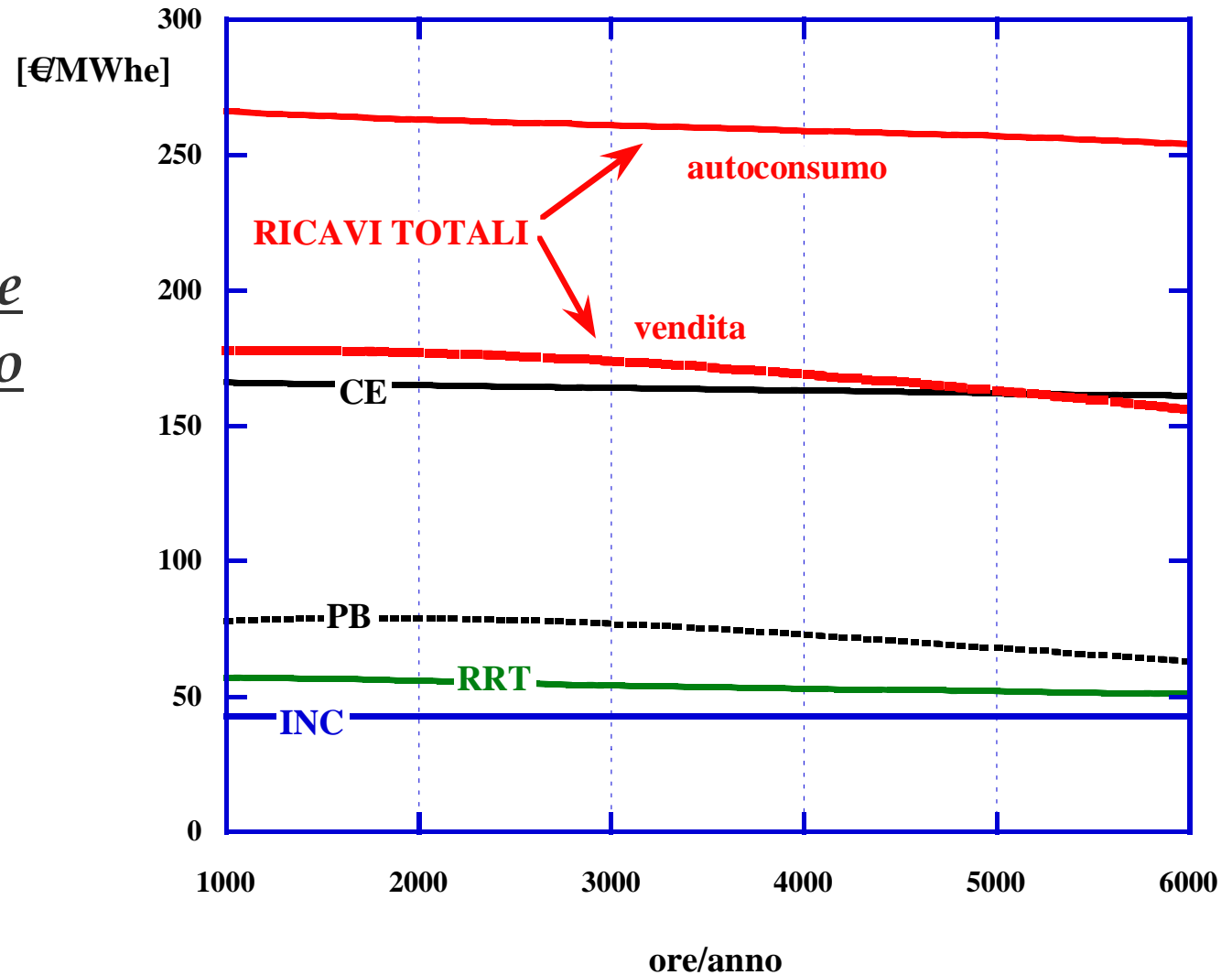
$$RIC = \frac{CE}{PB} + RRT + INC$$

Prezzo di Borsa
in caso di vendita

Incentivi
(solo defiscalizzazione gas)

I ricavi
(autoconsumo
o vendita) in
funzione delle ore
di funzionamento

RICAVO DA VENDITA ENERGIA

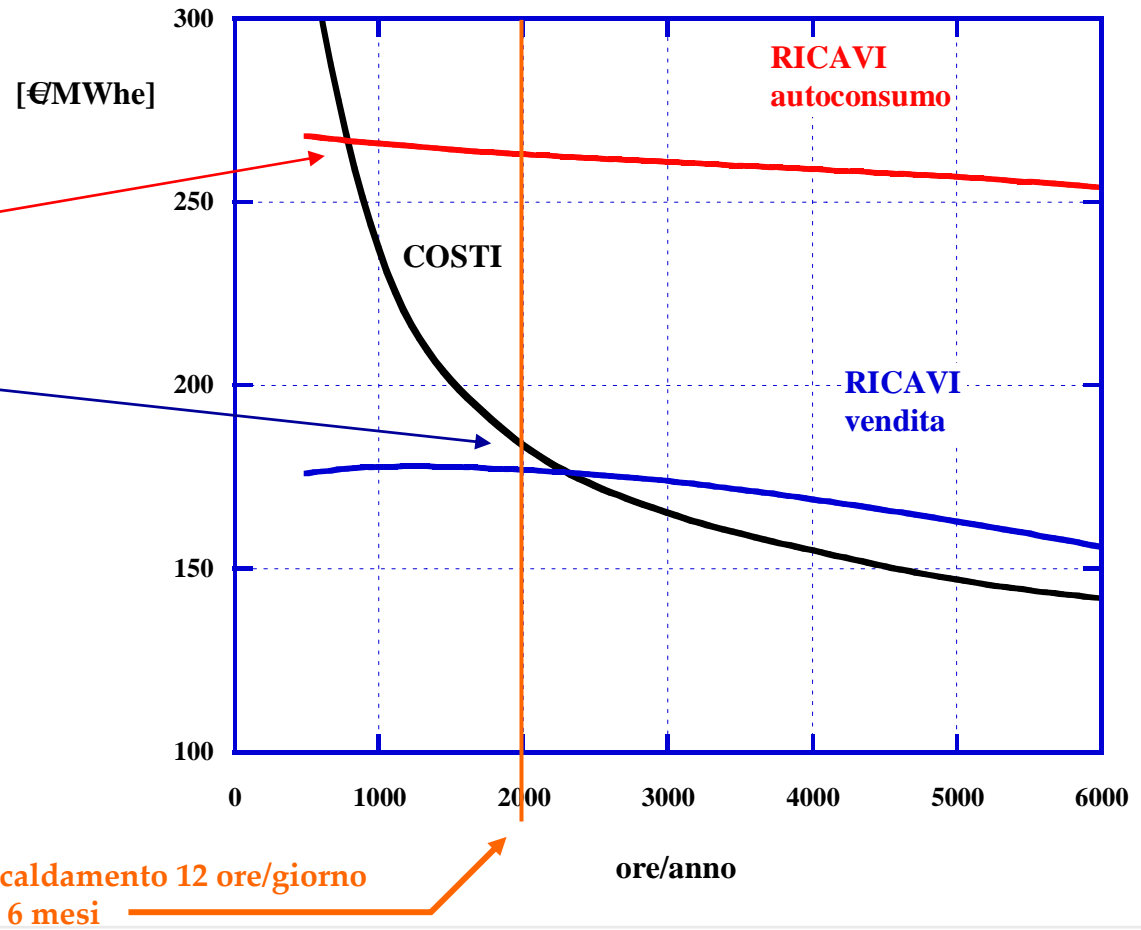




Conviene l'investimento?

nel caso autoconsumo:
convenienza oltre le 1000
ore/anno

nel caso di vendita:
convenienza oltre le 2500
ore/anno





Aspetti critici per valutare la convenienza dell'investimento

- ✓ Stima dei consumi energetici (elettricità, calore e freddo) e del loro andamento nel tempo
- ✓ Taglia, tipologia e modalità di gestione dell'impianto cogenerativo
- ✓ Condizioni economiche (costi/ricavi, regime di tassazione applicato, tariffe di acquisto energia, incentivi, ecc.)
- ✓ Tipo di utenza termica (civile o industriale)
- ✓ Eventuale disponibilità di fonti energetiche rinnovabili o eventuali sinergie con altre realtà aziendali



contatti:

michele.bianchi@unibo.it
051-2093317