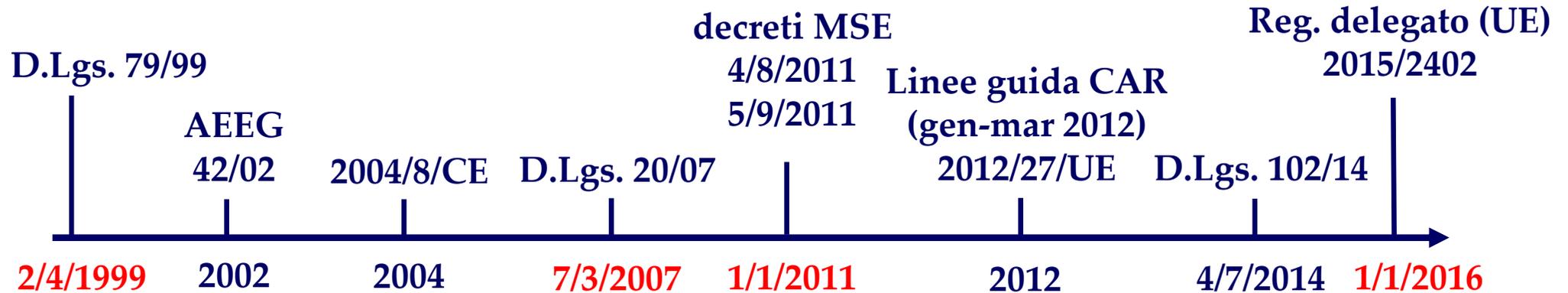


# **Il riconoscimento della CAR (cogenerazione ad alto rendimento)**

**Prof. Pier Ruggero Spina**  
**Dipartimento di Ingegneria - Università di Ferrara**

# **Quadro normativo nazionale per la Cogenerazione ad Alto Rendimento (CAR)**

# Cogenerazione ad Alto Rendimento (CAR)



- Le unità di cogenerazione entrate in esercizio a decorrere dal 01/01/2011 sono considerate CAR se rispondono ai requisiti del decreto 4 agosto 2011
- Le unità di cogenerazione entrate in esercizio tra il 07/03/2007 e il 31/12/2010 sono ammesse ai benefici del D.M. 5/9/11 se CAR oppure se riconosciute *cogenerative* secondo la delibera AEEG 42/02 e successive modifiche ed integrazioni
- Le unità di cogenerazione entrate in esercizio dopo il 01/04/1999 e prima del 07/03/2007 sono ammesse ai benefici del D.M. 5/9/11 se riconosciute *cogenerative* ai sensi delle norme applicabili alla data di entrata in esercizio

# ***D.Lgs 4 luglio 2014, n. 102***

## ***di attuazione della direttiva 2012/27/UE***

***sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE  
e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE***

*Art. 10, comma 15*

"Qualunque forma di sostegno pubblico a favore della cogenerazione è subordinata alla condizione che l'energia elettrica prodotta provenga da cogenerazione ad alto rendimento e che il calore di scarto sia effettivamente utilizzato per soddisfare una domanda economicamente giustificabile ...."

# **Cosa c'era prima del 2002: gli “assimilabili” alle fonti rinnovabili**

## **Provvedimento CIP 15/89**

Sono “assimilabili” gli impianti di produzione combinata di energia elettrica e calore e quelli che utilizzano calore di risulta, fumi di scarico ed altre forme di energia recuperabile in processi o impianti.

## **Provvedimento CIP 34/90**

Sono “assimilabili” gli impianti il cui utilizzo del combustibile, calcolato come rapporto tra la potenza utile (somma della potenza elettrica ai morsetti del generatore e la potenza termica nominale utile dell'impianto) e la potenza nominale termica immessa nell'impianto attraverso combustibile fossile, risulti superiore a 0,53. Tale definizione si applica anche agli impianti a ciclo combinato gas vapore, nonché agli impianti utilizzanti scarti di lavorazione e/o rifiuti e/o biomasse.

$$IUC = \frac{P_e + P_t}{P_c} = \eta_{tot} > 0,53$$

## **Cosa c'era prima del 2002: gli "assimilabili" alle fonti rinnovabili**

### **Provvedimento CIP 6/92**

Fissa la condizione tecnica di assimilabilità stabilendo che un impianto è assimilato agli impianti che utilizzano fonti di energia rinnovabili quando l'indice energetico  $I_{en}$  verifica la condizione:

$$I_{en} = \frac{E_e}{E_c} + \frac{E_t}{0,9E_c} - \left( \frac{1}{0,51} - 1 \right) \left( 0,51 - \frac{E_e}{E_c} \right) > 0,51$$

che coincide con la condizione:

$$IRE = PES > 0 \quad \text{con} \quad \begin{cases} \eta_{es} = 0,51 \\ \eta_{ts} = 0,90 \end{cases}$$

# Condizioni energetiche per la CAR

**Delibera AEEG 42/02**

**D.Lgs. 20/07**

(in vigore dal 01/01/2011, secondo D.M. 4/8/11)

***soddisfare una richiesta di calore utile ...***

$$LT > LT_{lim}$$

*energia elettrica  
da cogenerazione*

***... e risparmiare combustibile***

$$IRE > IRE_{lim}$$

$$PES > PES_{lim}$$

# Soddisfacimento di una richiesta di calore utile

**Delibera AEEG 42/02**

$$LT = \frac{E_t}{E_e + E_t} \geq LT_{\min}$$

**Limiti sul  $LT_{\min}$**

**(aggiornati dalla delibera 196/05 AEEG)**

	<b>&lt; 10 MWe</b>	<b>Tra i 10 e i 25 MWe</b>	<b>&gt; 25 MWe</b>
impianti a gas, gpl e gasolio	<b>0,33</b>	<b>0,22</b>	<b>0,15</b>
Tutti gli altri	<b>0,15</b>		

**D.Lgs. 20/07**

**(in vigore dal 01/01/2011, secondo D.M. 4/8/11 )**

**Solo parte dell'energia elettrica prodotta  
viene riconosciuta come ELETTRICITA'  
DA COGENERAZIONE:**

*“l'elettricità generata in un processo  
abbinato alla produzione di calore utile”*

## Calore utile

(secondo D.M. 4/8/11)

### Esempi di calore utile:

- calore utilizzato in processi industriali
- calore utilizzato per riscaldamento o raffrescamento di ambienti
- gas di scarico utilizzati direttamente per essiccare

### Esempi di calore NON utile:

- calore disperso da camini o dissipato in condensatori o altri dispositivi di smaltimento
- **calore utilizzato per il funzionamento dell'impianto di cogenerazione**
- **calore esportato verso altri siti e ivi utilizzato per produrre energia elettrica**
- **calore di ritorno all'impianto di cogenerazione che produce acqua calda**

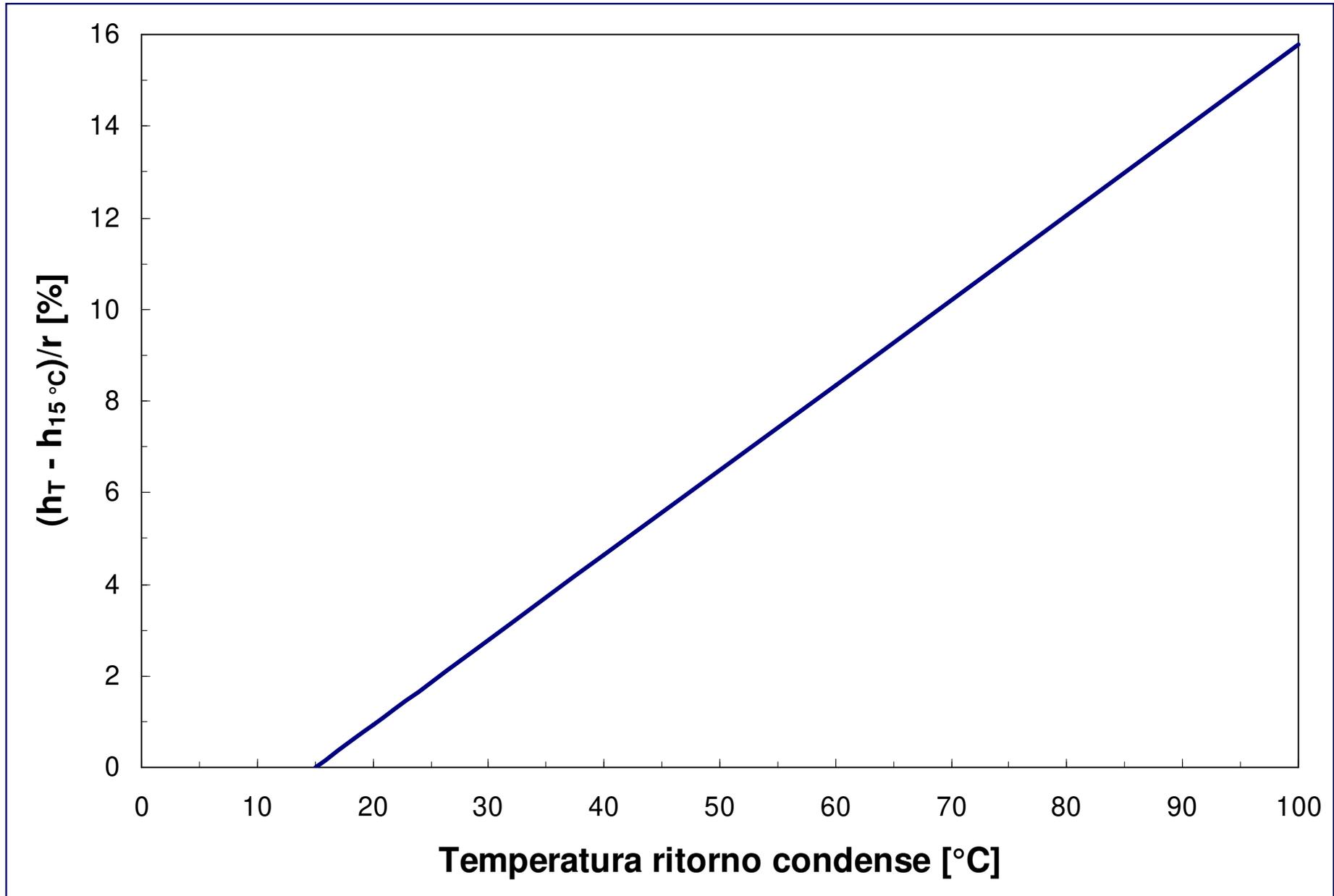
## Calore utile

(secondo D.M. 4/8/11)

*Nel caso di impianto di cogenerazione che produce vapore, il calore delle condense di ritorno è considerato calore utile, e **può** essere incluso nel calcolo degli indici energetici: da tale calcolo va esclusa, in questo caso, la quantità di calore corrispondente ad una portata massica di acqua che si trovi alla temperatura di 15 °C , alla pressione di 1,013 bar, e sia pari alla portata massica del vapore*

## Calore utile

(secondo D.M. 4/8/11)



## Calore utile

(secondo D.M. 4/8/11)

*Nel caso di impianto di cogenerazione che produce vapore, il calore delle condense di ritorno è considerato calore utile, e **può** essere incluso nel calcolo degli indici energetici: da tale calcolo va esclusa, in questo caso, la quantità di calore corrispondente ad una portata massica di acqua che si trovi alla temperatura di 15 °C , alla pressione di 1,013 bar, e sia pari alla portata massica del vapore.*

*Per le sole sezioni di micro cogenerazione senza circuiti dissipativi è consentito sostituire le misura della quantità di calore con una stima della stessa. La stima deve basarsi sui dati di potenza certificati e sulla misura, anche indiretta, del numero di ore di funzionamento **equivalenti** dell'unità durante il periodo di riferimento.*

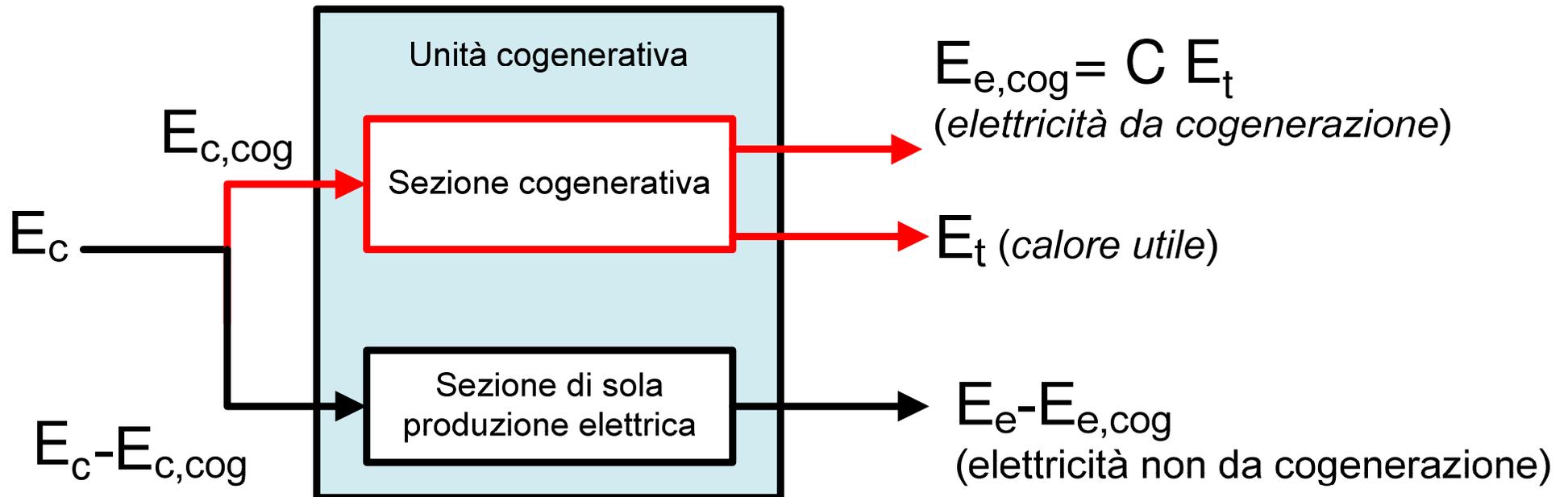
## Calcolo dell'elettricità da cogenerazione (secondo D.M 4/8/11)

$$\eta_{tot} = \eta_e + \eta_t \begin{cases} \geq \eta_{lim} \implies E_{e,cog} = E_e \\ < \eta_{lim} \implies E_{e,cog} = CE_t \end{cases}$$

$$\eta_{lim} = \begin{cases} 0,80 & \text{cicli combinati e TV a condensazione} \\ 0,75 & \text{tutti gli altri} \end{cases}$$

## Elettricità da cogenerazione (secondo D.M 4/8/11)

Il mancato rispetto della condizione  $\eta_e + \eta_t \geq \eta_{lim}$  comporta la virtuale divisione del sistema in due sezioni: una cogenerativa e l'altra di sola produzione elettrica



## Il fattore “C”

(secondo D.M. 4/8/11)

**Il rapporto  $E_e/E_t$  effettivo “ $C_{eff}$ ”:** valore misurato nel periodo di riferimento, con riferimento al funzionamento reale dell’impianto nei periodi in cui lo stesso opera in regime di cogenerazione

**Il rapporto  $E_e/E_t$  di progetto “ $C_{prog}$ ”:** per le unità cogenerative entrate in servizio da meno di un anno, per le quali non siano disponibili dati misurati

**Il rapporto  $E_e/E_t$  di base “ $C_{default}$ ”** coma da tabella:

tipo di unità	C (direttiva 2004/8/CE)	C (Relaz. annuale sulla cogenerazione in Italia - Anno di produz. 2018)
Ciclo combinato gas-vapore	0,95	2,23
turbina a vapore a contropressione	0,45	0,28
turbina a vapore a condensazione	0,45	0,80
turbina a gas con recupero di calore	0,55	0,64
motore a combustione interna	0,75	1,29

# Risparmio di combustibile

Delibera AEEG 42/02

D.Lgs. 20/07

(in vigore dal 01/01/2011, secondo D.M. 4/8/11 )

$$IRE = PES = 1 - \frac{E_c}{\frac{E_e}{\eta_{esp}} + \frac{E_t}{\eta_{ts}}}$$

$$IRE > 0,1$$

$$PES > \begin{cases} 0,1 \\ 0 \end{cases}$$

← per la piccola  
cogenerazione  
( $P_e < 1 \text{ MW}$ )

# La produzione elettrica separata nella 42/02 AEEG

(aggiornata dalla delibera 296/05 AEEG)

%

$\eta_{es}$

Rendimenti elettrici di riferimento in funzione di combustibile e taglia

Taglia di riferimento	Gas naturale, gpl, gasolio	Olio combustibile, nafta	Combustibili solidi fossili petrolcoke, orimulsion	Rifiuti solidi organici, inorganici e biomasse	TAR di raffineria
$\leq 1$ MWe	(38) 40	35	33	23	35
>1 fino a 10 MWe	(40) 41	36	34	25	35
>10 fino a 25 MWe	(43) 44	38	36	27	35
>25 fino a 50 MWe	(46) 48	39	37	(27) 28	35
>50 fino a 100 MWe	(49) 50	39	37	(27) 28	35
>100 fino a 200 MWe	51	39	37	(27) 28	35
>200 fino a 300 MWe	53	39	37	(27) 28	(35) 40
>300 fino a 500 MWe	55	41	39	(27) 28	(35) 40
>500 MWe	55	43	(41) 43	(27) 28	(35) 40

Nel caso di utilizzo di biogas, gas naturale da giacimenti minori isolati, combustibili di processo e residui (ad eccezione del TAR di raffineria),  $\eta_{es} = 35$  % per tutte le taglie di riferimento

## La produzione elettrica separata nel D.Lgs. 20/07

(secondo D.M. 4/8/11, aggiornato dal Reg. delegato (UE) 2015/2402)

$\eta_{es}$

### Rendimenti elettrici di riferimento in funzione solo del combustibile

(riferiti al PCI del combustibile e alle condizioni atmosferiche standard ISO)

Categoria	Tipo di combustibile	Anno di costruzione			
		Antecedente al 2012	2012-2015	Dal 2016	
Solidi	S1	Carbon fossile compresa antracite, carbone bituminoso, carbone sub-bituminoso, coke, semicoke, coke di petrolio	44,2	44,2	44,2
	S2	Lignite, mattonelle di lignite, olio di scisto	41,8	41,8	41,8
	S3	Torba, mattonelle di torba	39,0	39,0	39,0
	S4	Biomassa secca fra cui legna e altri tipi di biomassa solida compresi pellet e mattonelle di legno, trucioli di legno essiccati, scarti in legno puliti e asciutti, gusci e noccioli d'oliva e altri noccioli	33,0	33,0	37,0
	S5	Altri tipi di biomassa solida compresi tutti i tipi di legno non inclusi in S4 e liquame nero e marrone.	25,0	25,0	30,0
	S6	Rifiuti urbani e industriali (non rinnovabili) e rifiuti rinnovabili/biodegradabili	25,0	25,0	25,0
Liquidi	L7	Olio combustibile pesante, gasolio, altri prodotti petroliferi	44,2	44,2	44,2
	L8	Bioliquidi compresi biometanolo, bioetanolo, biobutanolo, biodiesel e altri bioliquidi	44,2	44,2	44,2
	L9	Liquidi residui, compresi rifiuti biodegradabili e non rinnovabili (inclusi sego, grasso e trebbie)	25,0	25,0	29,0
Gassosi	G10	Gas naturale, GPL, GNL e biometano	52,5	52,5	53,0
	G11	Gas di raffineria, idrogeno e gas di sintesi	44,2	44,2	44,2
	G12	Biogas da digestione anaerobica, gas da impianti di trattamento di acque reflue e gas di discarica	42,0	42,0	42,0
	G13	Gas di cokeria, gas di altoforno, gas da estrazioni minerarie e altri gas di recupero (escluso il gas di raffineria)	35,0	35,0	35,0
Altri	O14	Calore di scarto (compresi i gas di scarico ad alta temperatura e i prodotti da reazioni chimiche esotermiche)			30,0
	O15	Energia nucleare			33,0
	O16	Energia solare termica			30,0
	O17	Energia geotermica			19,5
	O18	Altri combustibili non menzionati			30,0

# La produzione elettrica separata nel D.Lgs. 20/07

(secondo D.M. 4/8/11, aggiornato dal Reg. delegato (UE) 2015/2402)

Categoria	Tipo di combustibile	Anno di costruzione		
		Antecedente al 2012	2012-2015	Dal 2016

Zona climatica	Temperatura media (°C)	Fattore di correzione in punti percentuali
Zona A: Valle d'Aosta; Trentino Alto-Adige; Piemonte; Friuli-Venezia Giulia; Lombardia; Veneto; Abruzzo; Emilia-Romagna; Liguria; Umbria; Marche; Molise; Toscana	11,315	+0,369
Zona B: Lazio; Campania; Basilicata; Puglia; Calabria; Sardegna; Sicilia	16,043	-0,104

**Rendimento riferimenti solo del c**  
(riferiti al PCI e alle condiz

standard ISO)

**da correggere in funzione delle condizioni climatiche:**

**Zona A ( $T_{med} = 11,325 \text{ °C}$ ):**

**+ 0,369 punti percentuali**

**Zona B ( $T_{med} = 16,043 \text{ °C}$ ):**

**- 0,104 punti percentuali**

Gassosi	G10	Gas naturale, GPL, GNL e biometano	52,5	52,5	53,0
	G11	Gas di raffineria, idrogeno e gas di sintesi	44,2	44,2	44,2
	G12	Biogas da digestione anaerobica, gas da impianti di trattamento di acque reflue e gas di discarica	42,0	42,0	42,0
	G13	Gas di cokeria, gas di altoforno, gas da estrazioni minerarie e altri gas di recupero (escluso il gas di raffineria)	35,0	35,0	35,0
Altri	O14	Calore di scarto (compresi i gas di scarico ad alta temperatura e i prodotti da reazioni chimiche esotermiche)			30,0
	O15	Energia nucleare			33,0
	O16	Energia solare termica			30,0
	O17	Energia geotermica			19,5
	O18	Altri combustibili non menzionati			30,0

## La produzione elettrica separata nel D.Lgs. 20/07

(secondo D.M. 4/8/11, aggiornato dal Reg. delegato (UE) 2015/2402)

$\eta_{es}$

**Rendimenti elettrici di riferimento in funzione solo del combustibile**

(riferiti al PCI del combustibile e alle condizioni atmosferiche standard ISO)

<b>Tipo di combustibile</b>	<b>Anno di costruzione: anteriore al 2016</b>
CARBON FOSSILE ...	44,2
....	...
BIOMASSA SECCA ...	33,0
.....	...
OLIO COMBUSTIBILE PESANTE ...	44,2
BIOLIQUIDI ...	44,2
...	...
<b>GAS NATURALE</b>	<b>52,5</b>
GAS DI RAFFINERIA ....	44,2
BIOGAS	42,0
...	...

**da correggere in funzione delle condizioni climatiche:**

**Zona A ( $T_{med} = 11,325 \text{ } ^\circ\text{C}$ ): + 0,369 punti percentuali**

**Zona B ( $T_{med} = 16,043 \text{ } ^\circ\text{C}$ ): - 0,104 punti percentuali**

## La produzione elettrica separata nel D.Lgs. 20/07

(secondo D.M. 4/8/11, aggiornato dal Reg. delegato (UE) 2015/2402)

$\eta_{es}$

**Rendimenti elettrici di riferimento in funzione solo del combustibile**

(riferiti al PCI del combustibile e alle condizioni atmosferiche standard ISO)

<b>Tipo di combustibile</b>	<b>Anno di costruzione: a partire dal 2016</b>
CARBON FOSSILE ...	44,2
....	...
BIOMASSA SECCA ...	<b>37,0</b>
.....	...
OLIO COMBUSTIBILE PESANTE ...	44,2
BIOLIQUIDI ...	44,2
...	...
<b>GAS NATURALE</b>	<b>53,0</b>
GAS DI RAFFINERIA ....	44,2
BIOGAS	42,0
...	...

da correggere in funzione delle condizioni climatiche:

Zona A ( $T_{med} = 11,325 \text{ °C}$ ): + 0,369 punti percentuali

Zona B ( $T_{med} = 16,043 \text{ °C}$ ): - 0,104 punti percentuali

## Sconto per l'autoconsumo e per la produzione elettrica in media/bassa tensione

**Delibera AEEG 42/02**

**D.Lgs. 20/07**

(in vigore dal 01/01/2011, secondo D.M. 4/8/11,  
aggiornato dal Reg. delegato (UE) 2015/2402 )

$$p = \frac{p_{im} E_{e,im} + p_{ac} E_{e,ac}}{E_{e,im} + E_{e,ac}}$$

	<b>P<sub>im</sub></b>	<b>P<sub>ac</sub></b>
<b>BT</b>	0,957	0,935
<b>MT</b>	0,972	0,957
<b>AT</b>	1	0,972

	<b>P<sub>im</sub></b>	<b>P<sub>ac</sub></b>
<b>&lt; 0,45 kV</b>	0,888	<b>0,851</b>
<b>0,45 - 12 kV</b>	0,918	0,891
<b>12 - 50 kV</b>	0,935	0,914
<b>50 - 100 kV</b>	0,952	0,936
<b>100 - 200 kV</b>	0,963	0,951
<b>200 - 345 kV</b>	0,972	0,963
<b>≥ 345 kV</b>	1	0,976

# La produzione termica separata nella 42/02 AEEG (aggiornata dalla delibera 296/05 AEEG)

$\eta_{ts}$  differenziato tra civile e industriale

$$\eta_{ts,civ} = 80 \%$$

$$\eta_{ts,ind} = 90 \%$$

# La produzione termica separata nel D.Lgs. 20/07

(secondo D.M. 4/8/11, aggiornato dal Reg. delegato (UE) 2015/2402)

Categoria	Tipo di combustibile	Anno di costruzione						
		Antecedente al 2016			Dal 2016			
		Acqua calda	Vapore (%)	Utilizzo diretto dei gas di scarico (**)	Acqua calda	Vapore (%)	Utilizzo diretto dei gas di scarico (**)	
Solidi	S1	Carbon fossile compresa antracite, carbone bituminoso, carbone sub-bituminoso, coke, semicoke, coke di petrolio	88	83	80	88	83	80
	S2	Lignite, mattonelle di lignite, olio di scisto	86	81	78	86	81	78
	S3	Torba, mattonelle di torba	86	81	78	86	81	78
	S4	Biomassa secca fra cui legna e altri tipi di biomassa solida compresi pelletterie e mattonelle di legno, trucioli di legno essiccati, scarti in legno puliti e asciutti, gusci e noccioli d'oliva e altri noccioli	86	81	78	86	81	78
	S5	Altri tipi di biomassa solida compresi tutti i tipi di legno non inclusi in S4 e liquame nero e marrone.	80	75	72	80	75	72
	S6	Rifiuti urbani e industriali (non rinnovabili) e rifiuti rinnovabili/biodegradabili	80	75	72	80	75	72
Liquidi	L7	Olio combustibile pesante, gasolio, altri prodotti petroliferi	89	84	81	85	80	77
	L8	Bioliquidi compresi biometanolo, bioetanolo, biobutanolo, biodiesel e altri bioliquidi	89	84	81	85	80	77
	L9	Liquidi residui, compresi rifiuti biodegradabili e non rinnovabili (inclusi sego, grasso e trebbie)	80	75	72	75	70	67
Gassosi	G10	Gas naturale, GPL, GNL e biometano	90	85	82	92	87	84
	G11	Gas di raffineria, idrogeno e gas di sintesi	89	84	81	90	85	82
	G12	Biogas da digestione anaerobica, gas da impianti di trattamento di acque reflue e gas di discarica	70	65	62	80	75	72
	G13	Gas di cokeria, gas di altoforno, gas da estrazioni minerarie e altri gas di recupero (escluso il gas di raffineria)	80	75	72	80	75	72

Categoria	Tipo di combustibile	Anno di costruzione						
		Antecedente al 2016			Dal 2016			
		Acqua calda	Vapore (%)	Utilizzo diretto dei gas di scarico (**)	Acqua calda	Vapore (%)	Utilizzo diretto dei gas di scarico (**)	
Altri	O14	Calore di scarto (compresi i gas di scarico ad alta temperatura e i prodotti da reazioni chimiche esotermiche)	—	—	—	92	87	—
	O15	Energia nucleare	—	—	—	92	87	—
	O16	Energia solare termica	—	—	—	92	87	—
	O17	Energia geotermica	—	—	—	92	87	—
	O18	Altri combustibili non menzionati	—	—	—	92	87	—

(\*) Se tali impianti non tengono conto del reflusso della condensa nel calcolo del rendimento della produzione di calore per cogenerazione, i rendimenti per il vapore di cui alla tabella soprastante sono aumentati di 5 punti percentuali.  
(\*\*) Occorre utilizzare i valori relativi all'utilizzo diretto dei gas di scarico se la temperatura è pari o superiore a 250 °C.

$$\eta_{ts}$$

**Rendimenti termici di riferimento in funzione del combustibile e dell'utilizzo del calore**  
(riferiti al PCI del combustibile e alle condizioni atmosferiche standard ISO)

# La produzione termica separata nel D.Lgs. 20/07

(secondo D.M. 4/8/11, aggiornato dal Reg. delegato (UE) 2015/2402)

Categoria	Tipo di combustibile	Anno di costruzione						Categoria	Tipo di combustibile	Anno di costruzione						
		Antecedente al 2016			Dal 2016					Antecedente al 2016			Dal 2016			
		Acqua calda	Vapore (%)	Utilizzo diretto dei gas di scarico (**)	Acqua calda	Vapore (%)	Utilizzo diretto dei gas di scarico (**)			Acqua calda	Vapore (%)	Utilizzo diretto dei gas di scarico (**)	Acqua calda	Vapore (%)	Utilizzo diretto dei gas di scarico (**)	
Solidi	S1	Carboni fossili, compresi antracite, carbone bituminoso, petrolio	88	83	80	88	83	80	Calore di scarico (compresi i gas di scarico)	92	87	—	92	87	—	
	S2	Lignite, macerato scisso	—	—	—	—	—	—		—	87	—	—	87	—	—
	S3	Torba, macerato	—	—	—	—	—	—		—	87	—	—	87	—	—
	S4	Biomassa e altri tipi di biomasse (legno essiccato e asciutto, galleri nocciuole)	—	—	—	—	—	—		—	87	—	—	87	—	—
	S5	Altri tipi di rifiuti (residui in S4 e liquame nero e marrone)	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—
S6	Rifiuti urbani e industriali (non rinnovabili) e rifiuti rinnovabili/biodegradabili	80	75	72	80	75	72	—	—	—	—	—	—	—		
Liquidi	L7	Olio combustibile pesante, gasolio, altri prodotti petroliferi	89	84	81	85	80	77	—	—	—	—	—	—	—	
	L8	Bioliquidi compresi biometanolo, bioetanolo, biobutanolo, biodiesel e altri bioliquidi	89	84	81	85	80	77	—	—	—	—	—	—	—	
	L9	Liquidi residui, compresi rifiuti biodegradabili e non rinnovabili (inclusi sego, grasso e trebbie)	80	75	72	75	70	67	—	—	—	—	—	—	—	
Gassosi	G10	Gas naturale, GPL, GNL e biometano	90	85	82	92	87	84	—	—	—	—	—	—	—	
	G11	Gas di raffineria, idrogeno e gas di sintesi	89	84	81	90	85	82	—	—	—	—	—	—	—	
	G12	Biogas da digestione anaerobica, gas da impianti di trattamento di acque reflue e gas di discarica	70	65	62	80	75	72	—	—	—	—	—	—	—	
	G13	Gas di cokeria, gas di altoforno, gas da estrazioni minerarie e altri gas di recupero (escluso il gas di raffineria)	80	75	72	80	75	72	—	—	—	—	—	—	—	

**Gas naturale con produzione di acqua calda o di vapore:**  
 $\eta_{ts}$  acqua calda = 90 % (ante 2016), 92 % (dal 2016)  
 $\eta_{ts}$  vapore = 85 % (ante 2016), 87 % (dal 2016)

$$\eta_{ts}$$

**Rendimenti termici di riferimento in funzione del combustibile e dell'utilizzo del calore**  
 (riferiti al PCI del combustibile e alle condizioni atmosferiche standard ISO)

## Validità dei rendimenti di riferimento (secondo D.M. 4/8/11)

- **I valori del rendimento di riferimento si applicano per 10 anni dall'anno di costruzione dell'unità di cogenerazione**
- **A partire dall'undicesimo anno, si applicano, anno per anno, i valori del rendimento di riferimento relativi a unità di cogenerazione di 10 anni d'età**
- **Interventi di ammodernamento di costo superiore al 50 % del costo di investimento di una nuova unità analoga, ai fini del rendimento di riferimento, aggiornano l'anno di costruzione all'anno in cui è iniziata la produzione dell'unità ammodernata**

## ... e inoltre

### Delibera AEEG 42/02

“Produzione di energia elettrica netta di una sezione di produzione combinata di energia elettrica e calore  $E_e$  è la quantità di energia elettrica lorda prodotta dalla sezione nell'anno solare, diminuita dell'energia elettrica destinata ai servizi ausiliari della sezione e delle perdite nei trasformatori principali.”

Periodo di rendicontazione: anno solare

### D.Lgs. 20/07

(in vigore dal 01/01/2011, secondo D.M. 4/8/11 )

“La quantità di energia elettrica prodotta in cogenerazione è misurata ai morsetti del generatore. Da tale quantità non deve essere sottratta l'energia elettrica usata internamente dell'unità di cogenerazione per il proprio funzionamento.”

Periodo di rendicontazione: anno solare o di durata inferiore per utenze stagionali (se dotate di idonea strumentazione per la contabilizzazione delle ore di esercizio, del calore utile e dell'energia elettrica prodotta durante la marcia in assetto cogenerativo)

# Peso dei consumi degli ausiliari

## Bilancio dell'energia elettrica

GWh	2018	2019	2019/2018
<b>Produzione lorda</b>	<b>289.708,4</b>	<b>293.853,2</b>	<b>1,4%</b>
- idrica	50.502,8	48.153,5	-4,7%
- termica	192.730,0	195.733,9	1,6%
- geotermica	6.105,4	6.074,9	-0,5%
- eolica	17.716,4	20.202,0	14,0%
- fotovoltaica	22.653,8	23.688,9	4,6%
<b>Consumi dei servizi ausiliari</b>	<b>9.863,8</b>	<b>9.903,1</b>	<b>0,4%</b>
<b>Produzione netta</b>	<b>279.844,6</b>	<b>283.950,1</b>	<b>1,5%</b>

# Peso dei consumi degli ausiliari

## Bilancio dell'energia elettrica

GWh	2018	2019	2019/2018
<b>Produzione lorda</b>	<b>289.708,4</b>	<b>293.853,2</b>	<b>1,4%</b>
- idrica	50.502,8	48.153,5	-4,7%
- termica	192.730,0	195.733,9	1,6%
- geotermica	6.105,4	6.074,9	-0,5%
- eolica	17.716,4	20.202,0	14,0%
- fotovoltaica	22.653,8	23.688,9	4,6%
<b>Consumi dei servizi ausiliari</b>	<b>9.863,8</b>	<b>9.903,1</b>	<b>0,4%</b>
<b>Produzione netta</b>	<b>279.844,6</b>	<b>283.950,1</b>	<b>1,5%</b>
<b>Servizi ausiliari/Produzione lorda [%]</b>	<b>≈ 3,4</b>	<b>3,4</b>	

# Peso dei consumi degli ausiliari

## Bilancio dell'energia elettrica

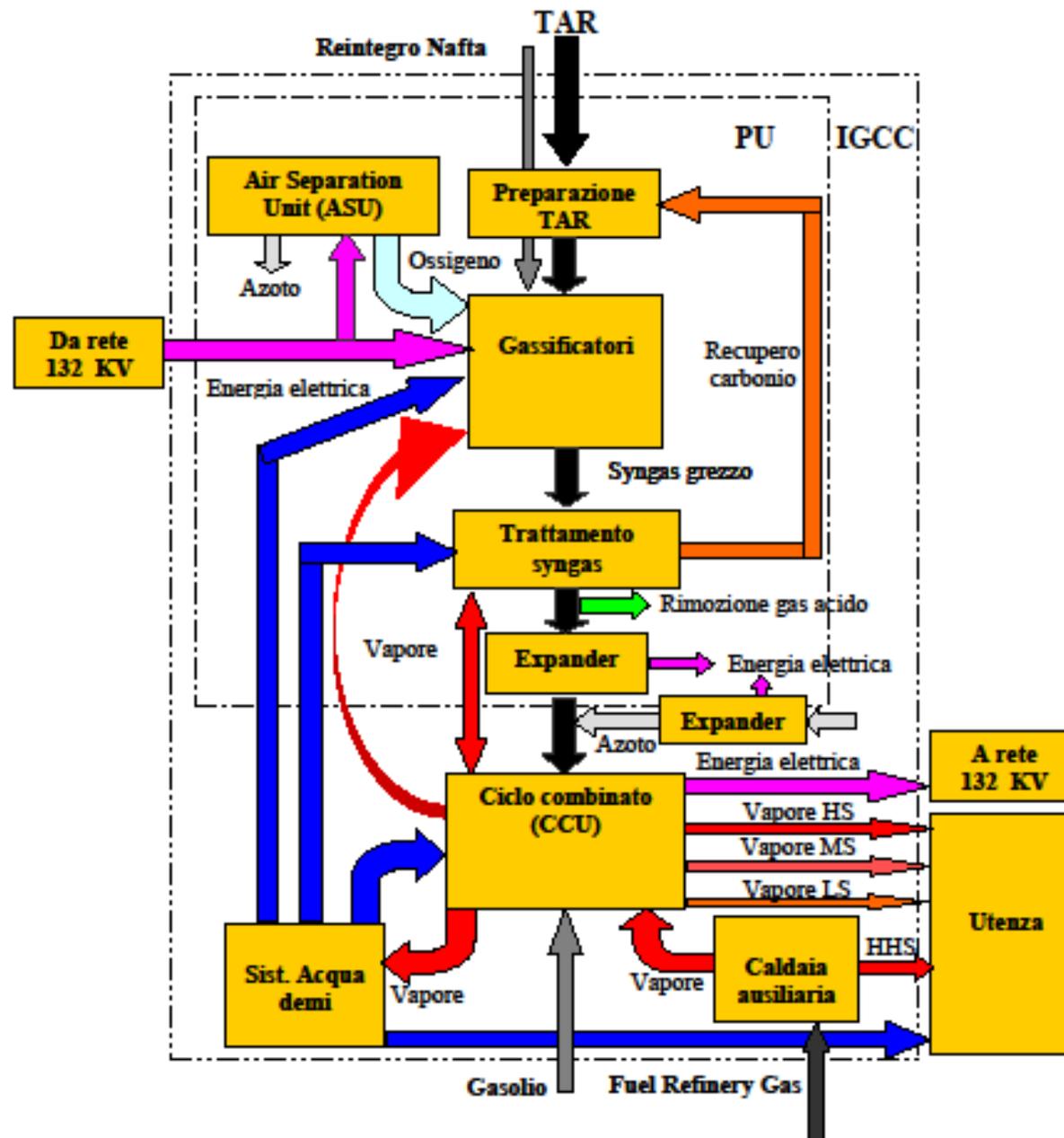
GWh	2018	2019	2019/2018
Produzione lorda	289.708,4	293.853,2	1,4%

I consumi degli ausiliari e le perdite di trasformazione di una centrale di cogenerazione a ciclo combinato standard sono circa il  
**2 ÷ 3 %**  
dell'energia elettrica lorda prodotta

- fotovoltaica	22.653,8	23.688,9	4,6%
Consumi dei servizi ausiliari	9.863,8	9.903,1	0,4%
Produzione netta	279.844,6	283.950,1	1,5%

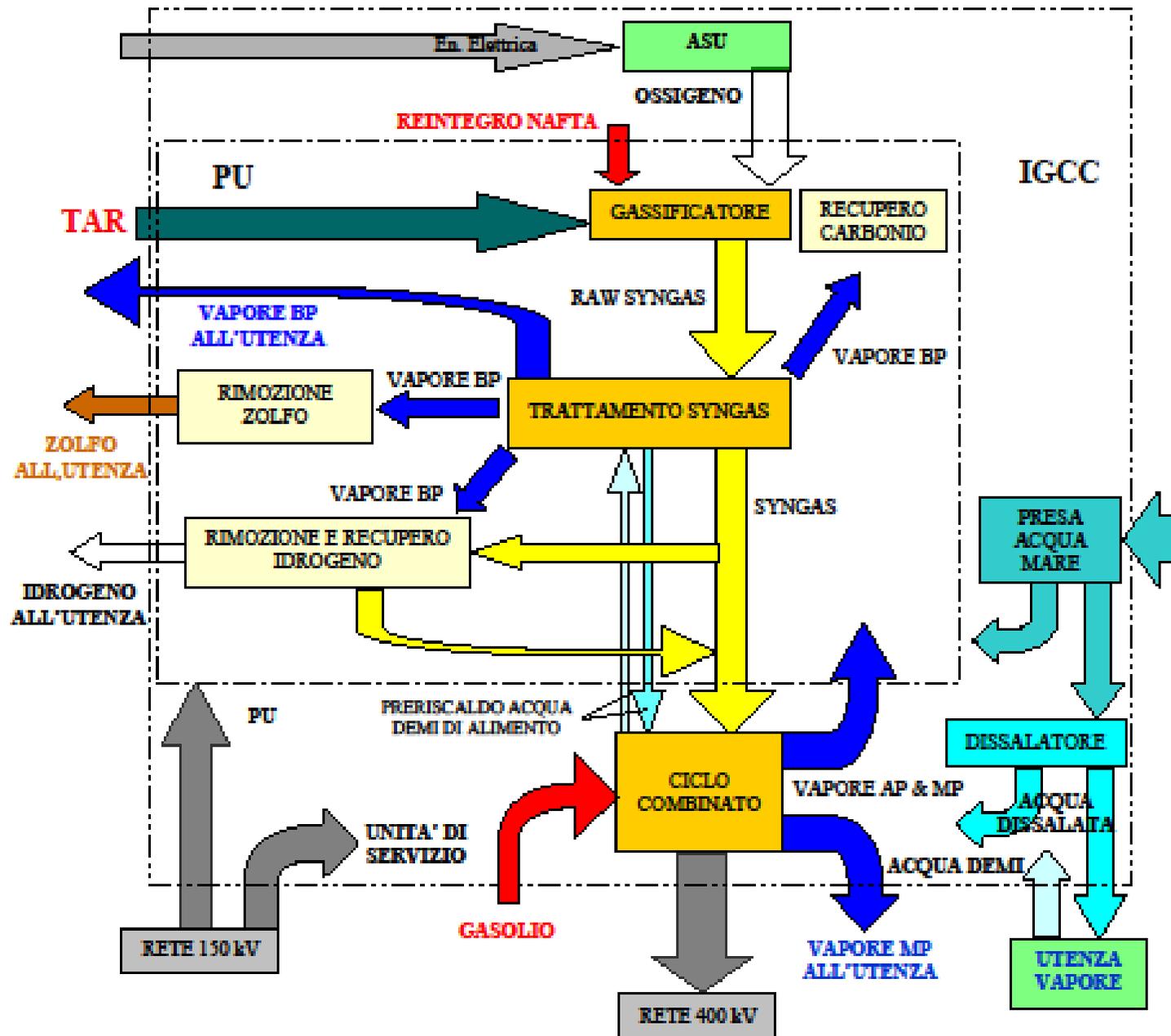
Servizi ausiliari/Produzione lorda [%]	≈	3,4	3,4
--	---	-----	-----

# Peso dei consumi degli ausiliari



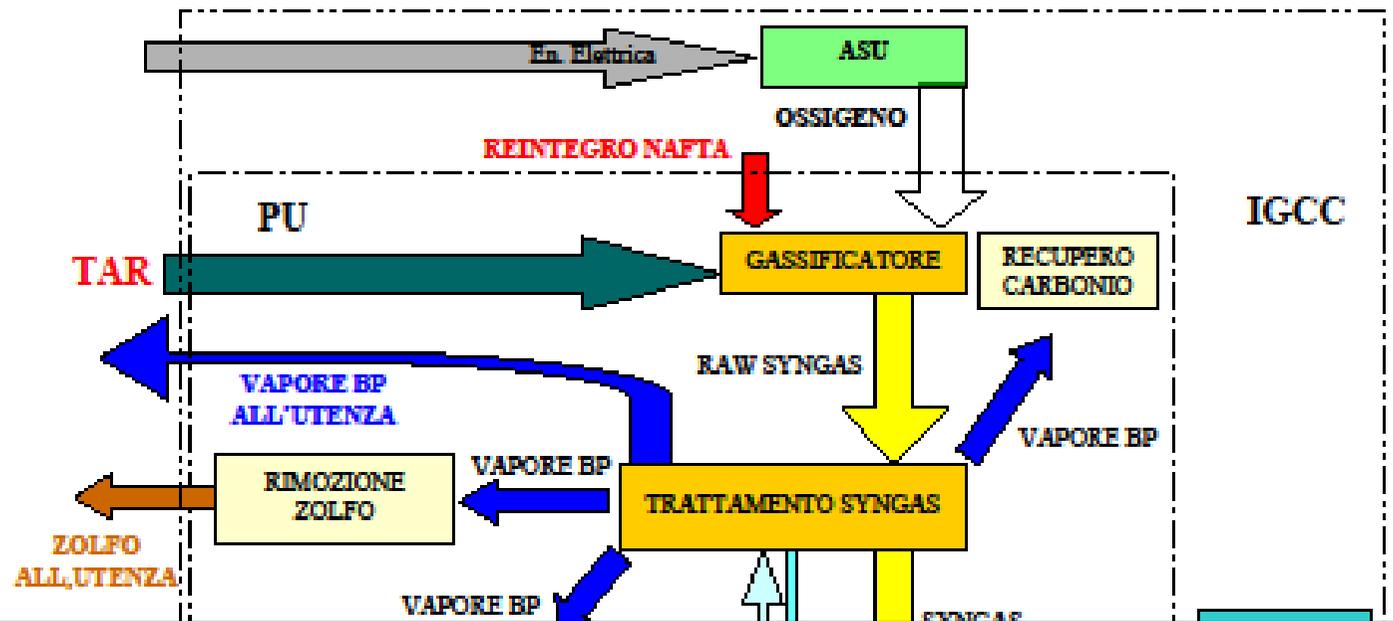
IGCC - 1

# Peso dei consumi degli ausiliari



**IGCC - 2**

## Peso dei consumi degli ausiliari

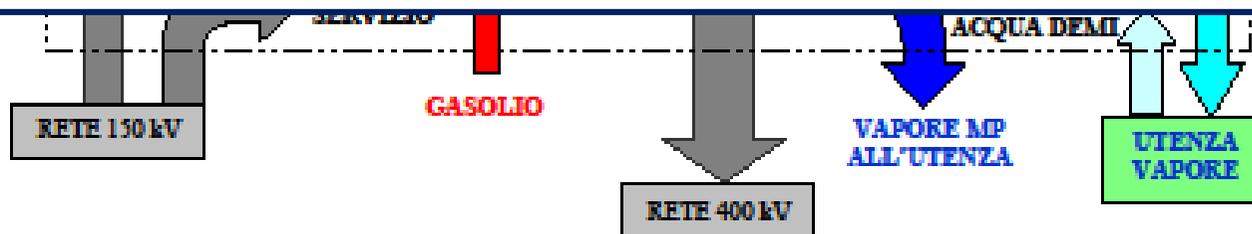


**IGCC - 2**

I consumi degli ausiliari e le perdite di trasformazione di una centrale di cogenerazione IGCC sono circa il

**15 ÷ 20 %**

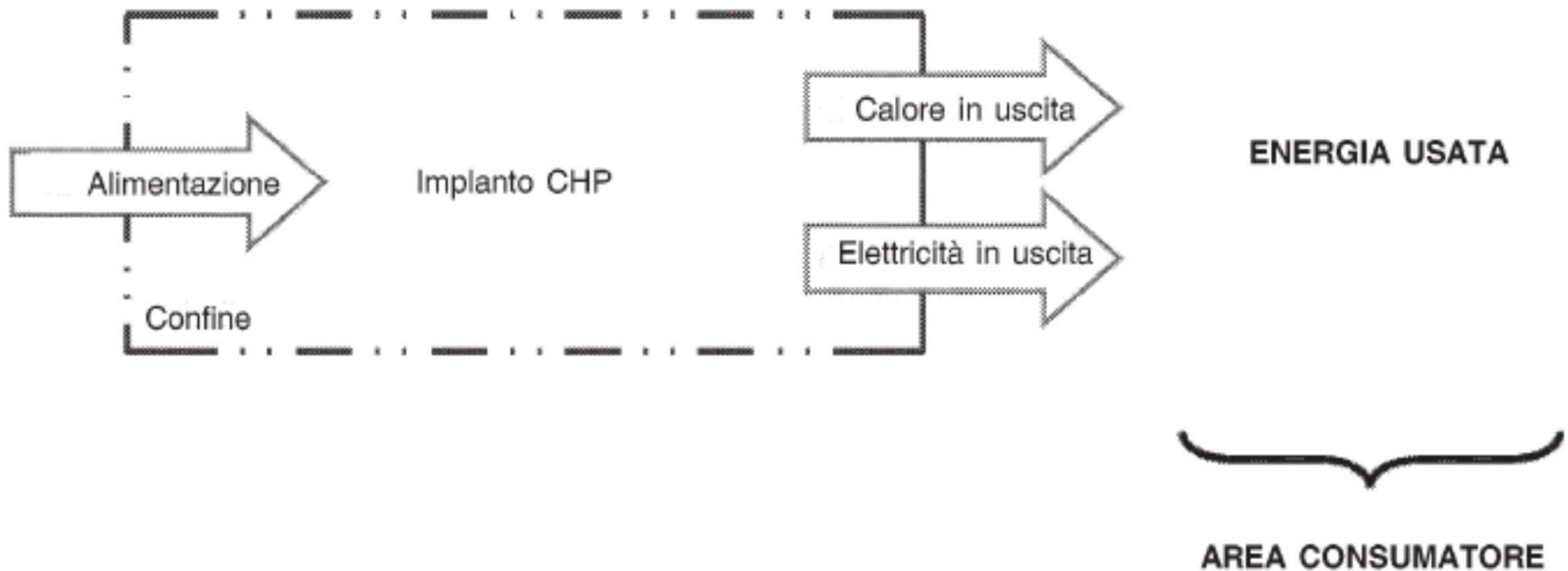
dell'energia elettrica lorda prodotta



# Confini del sistema di cogenerazione

(D.Lgs. 20/07, secondo D.M. 4/8/11)

Area dell'unità di cogenerazione

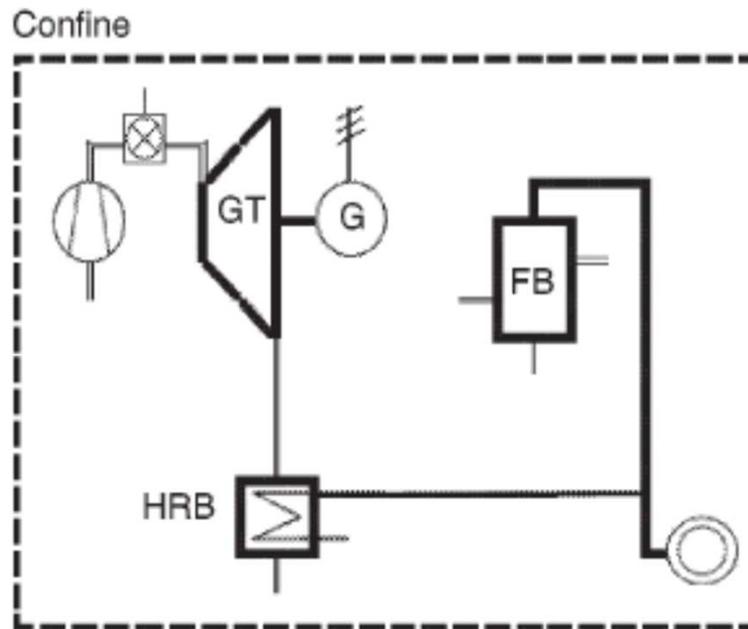


# Confini del sistema di cogenerazione

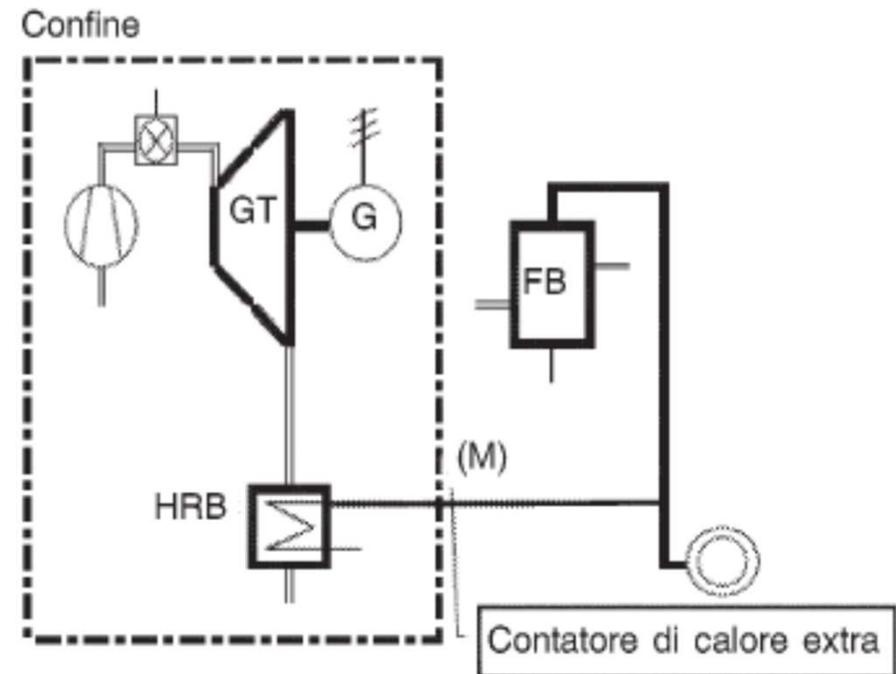
(D.Lgs. 20/07, secondo D.M. 4/8/11)

Selezione dei limiti di sistema corretti in caso di caldaia ausiliaria/di riserva (GT: turbina a gas; G: generatore; FB: caldaia a combustibile; HRB: caldaia a recupero di calore)

INCORRETTO



CORRETTO

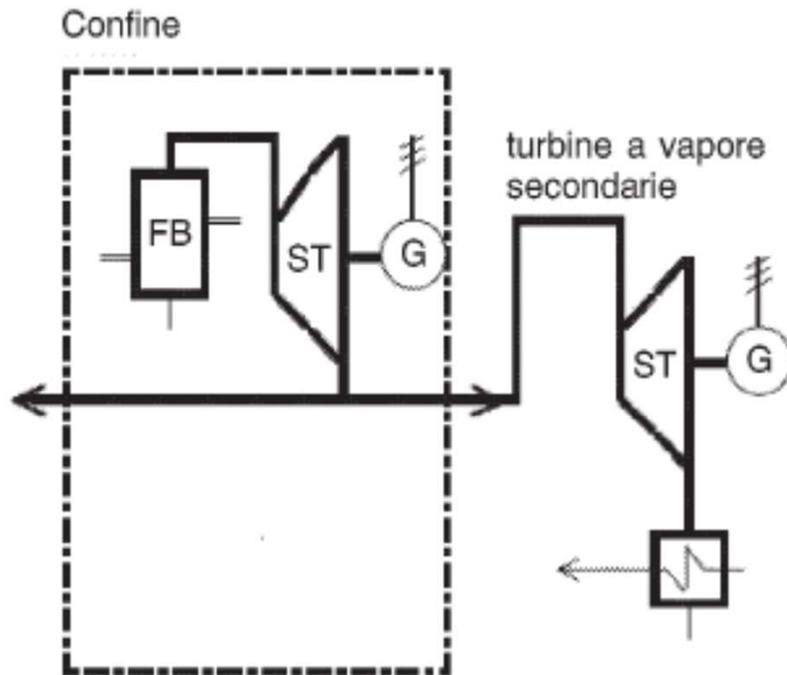


# Confini del sistema di cogenerazione

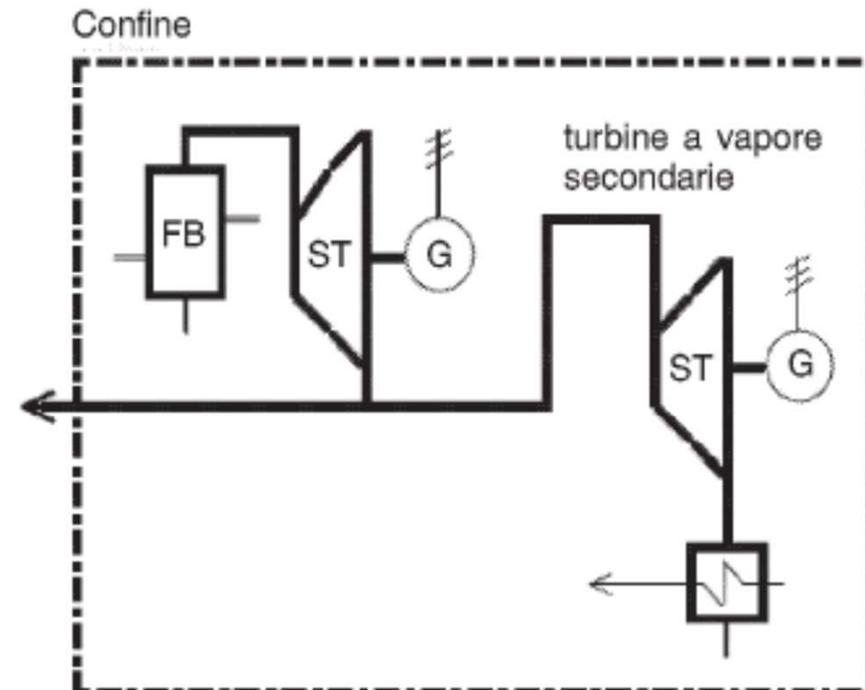
(D.Lgs. 20/07, secondo D.M. 4/8/11)

Selezione dei limiti di sistema corretti in caso di turbine a vapore secondarie (ST: turbina a vapore)

INCORRETTO



CORRETTO

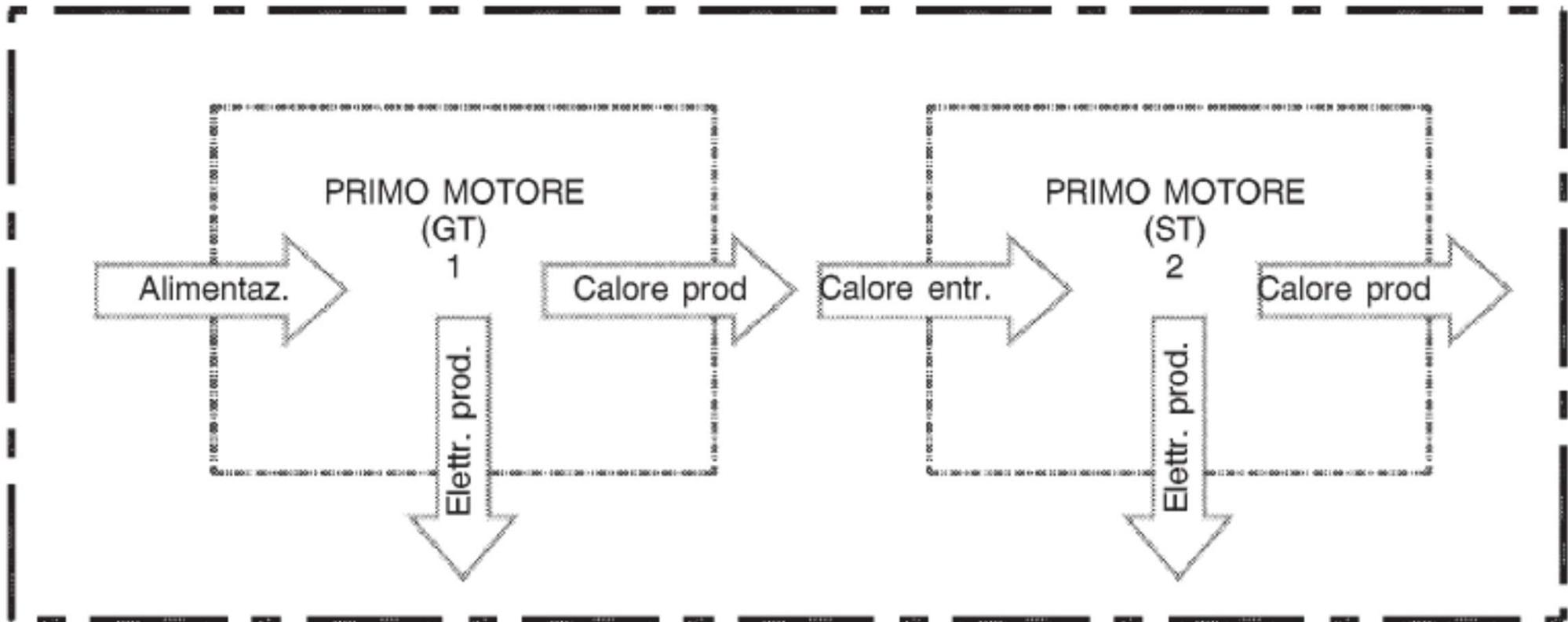


# Confini del sistema di cogenerazione

(D.Lgs. 20/07, secondo D.M. 4/8/11)

Confine dell'unità di cogenerazione per generatori di forza motrice collegati

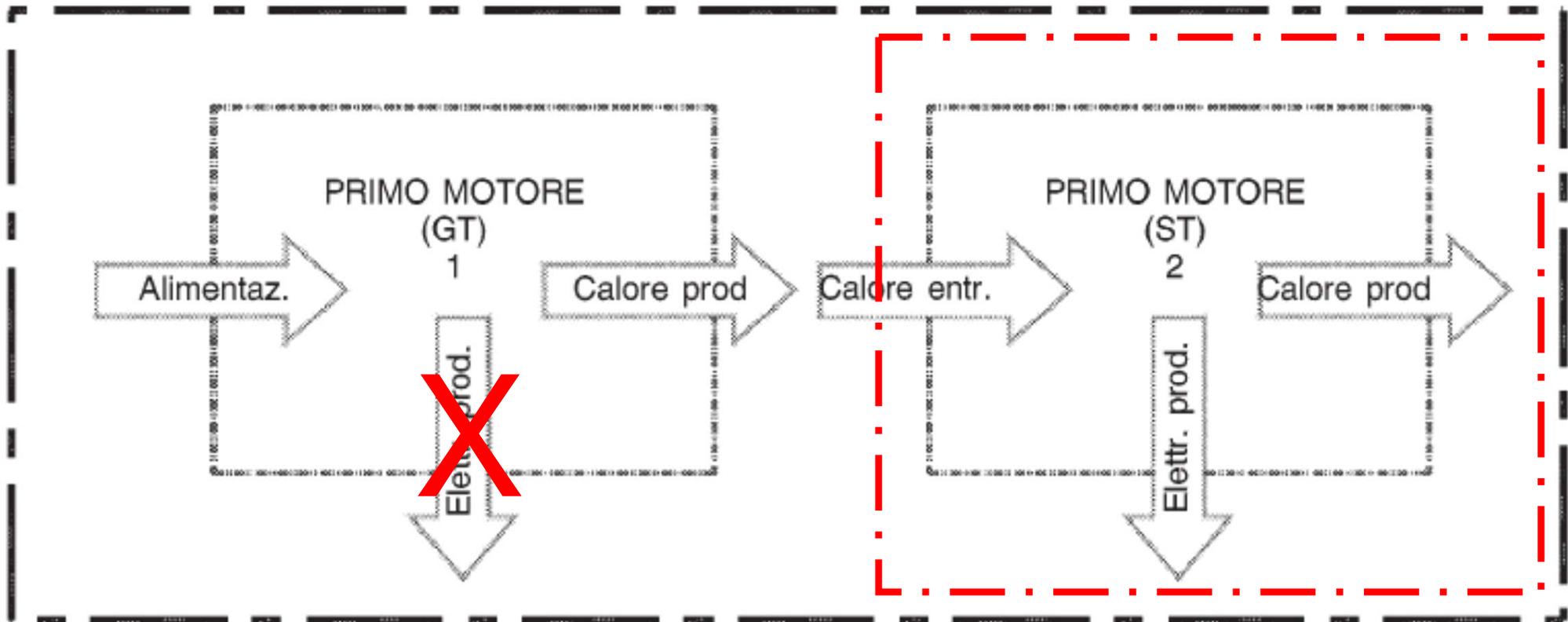
Confine impianto CHP



# Confini del sistema di cogenerazione

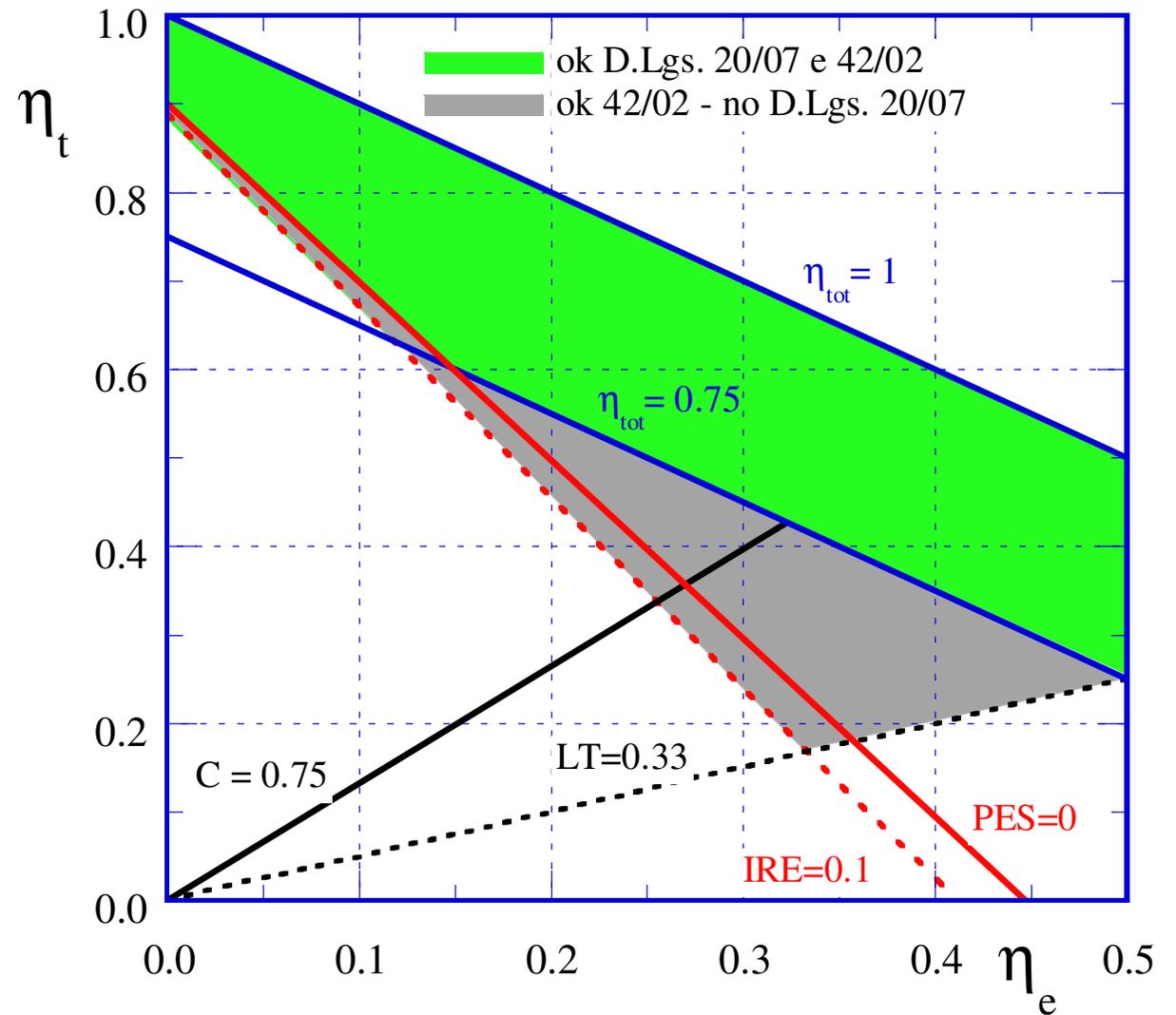
(D.Lgs. 20/07, secondo D.M. 4/8/11)

*Quando il motore primo posto a monte non produce energia elettrica o energia meccanica, i limiti dell'unità di cogenerazione sono fissati attorno al motore primo a valle. L'energia di alimentazione per tale motore primo è il calore prodotto dal motore primo a monte.*



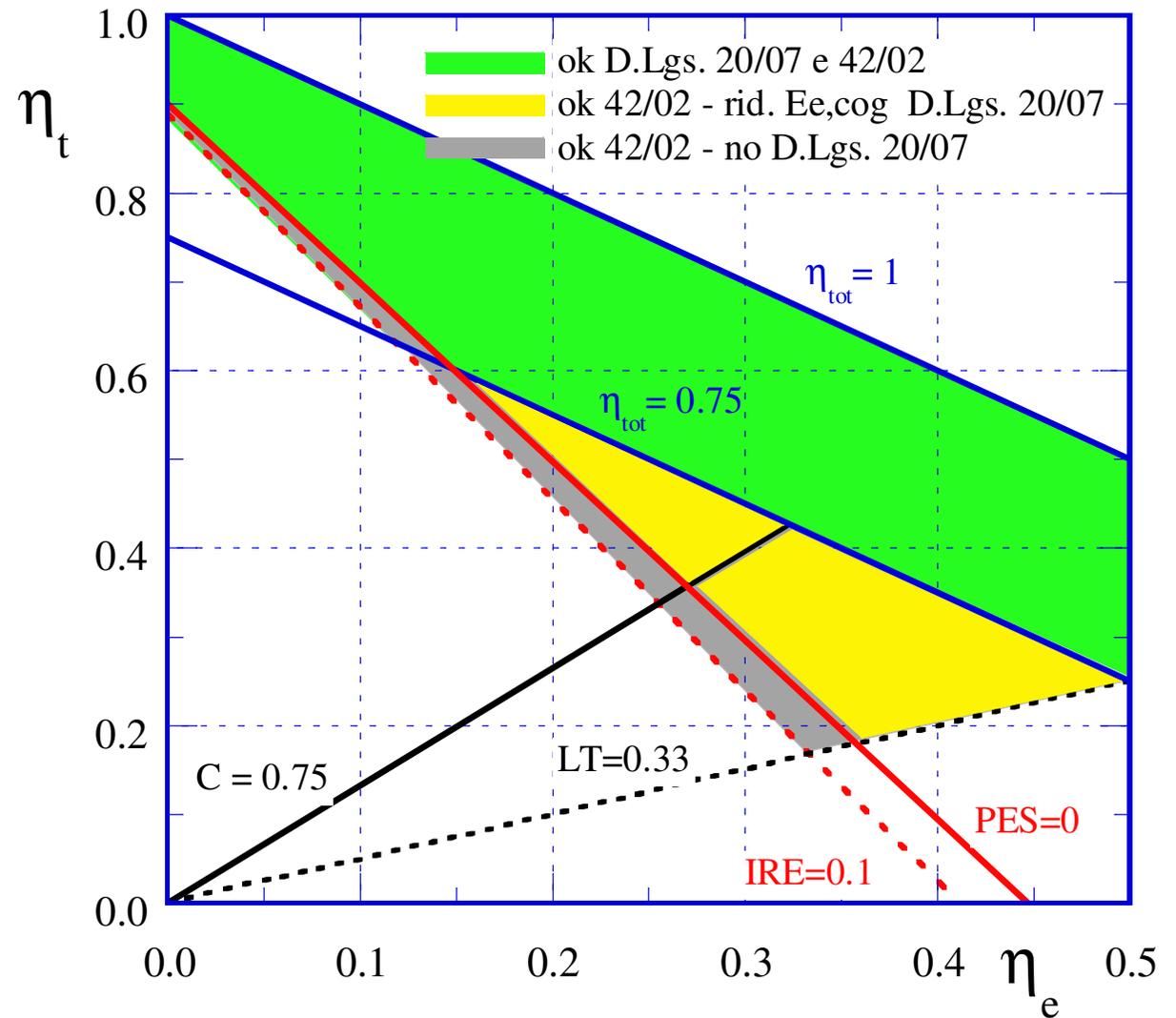
# Confronto 42/02 – D.Lgs. 20/07

Piccola cogenerazione a gas naturale e 100 % di autoconsumo in BT (anno costruzione ante 2016)



## Confronto 42/02 – D.Lgs. 20/07

Piccola cogenerazione a gas naturale e 100 % di autoconsumo in BT (anno costruzione ante 2016)



# **La produzione CAR nel 2018**

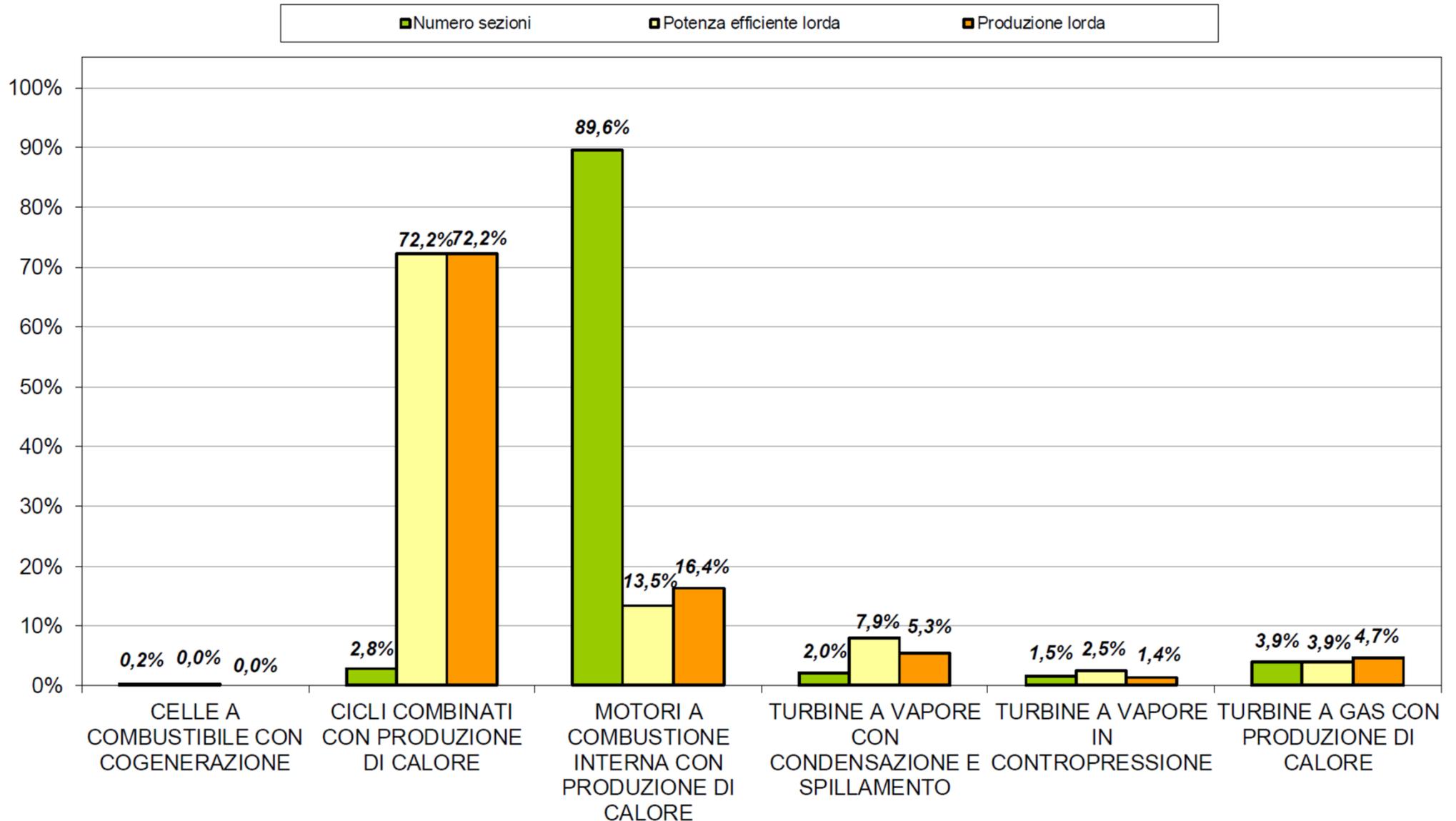
"Relazione annuale sulla cogenerazione in Italia - Anno di produzione 2018"  
MSE, aprile 2020

# Sezioni, potenza e produzione impianti di cogenerazione in funzione della tecnologia utilizzata (Anno 2018 - Delibera ARERA 320/2020/I/EEL)

Numero totale sezioni: 5.411

Potenza efficiente lorda: 26.153 MW

Produzione lorda: 104,9 TWh



# Sezioni e potenza CAR nel 2018 (MSE, aprile 2020)

Numero totale sezioni: 5.411

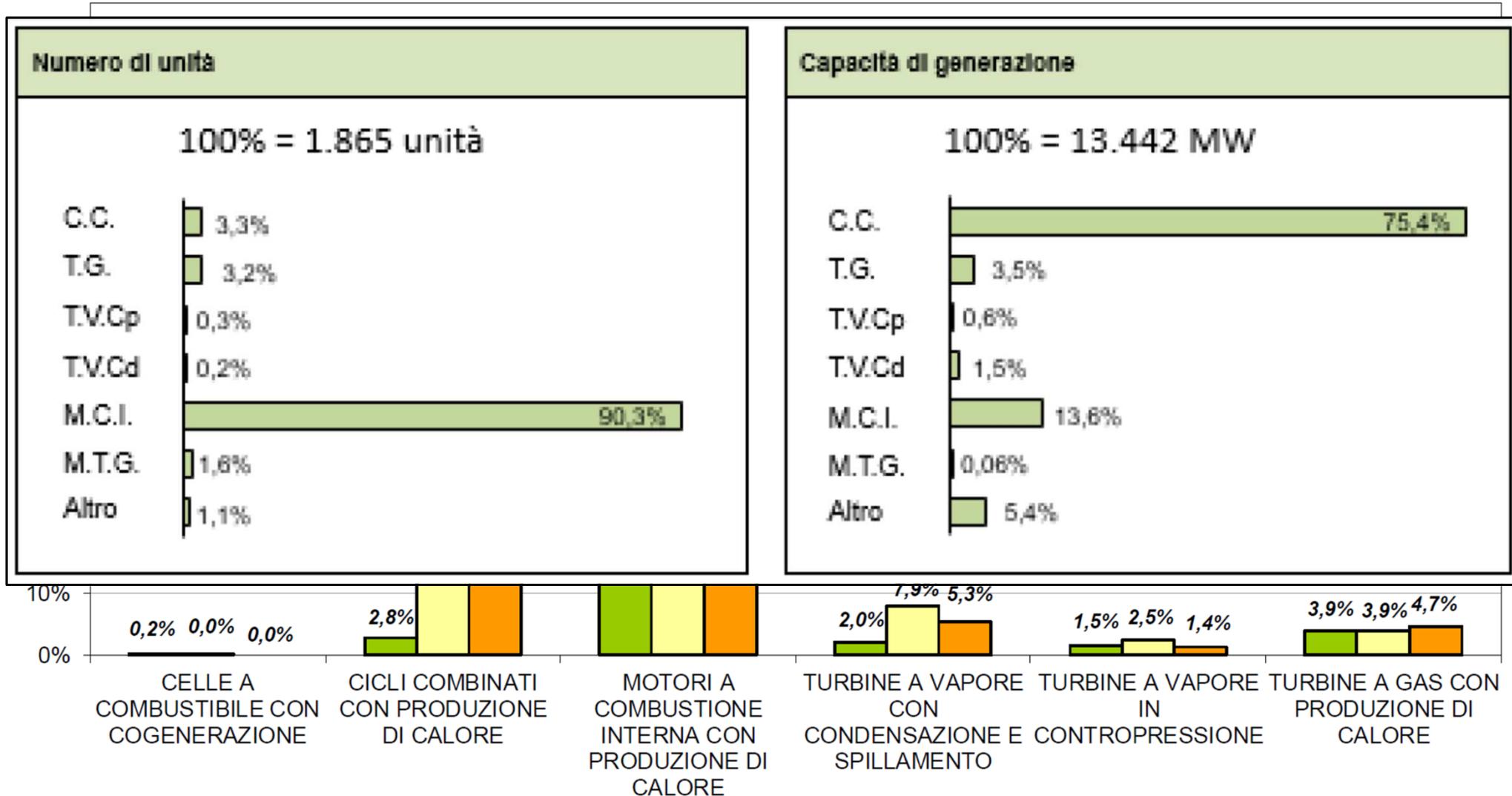
Potenza efficiente lorda: 26.153 MW

Produzione lorda: 104,9 TWh

■ Numero sezioni

■ Potenza efficiente lorda

■ Produzione lorda



# Sezioni e potenza CAR nel 2018 (MSE, aprile 2020)

Numero totale sezioni: 5.411

Potenza efficiente lorda: 26.153 MW

Produzione lorda: 104,9 TWh

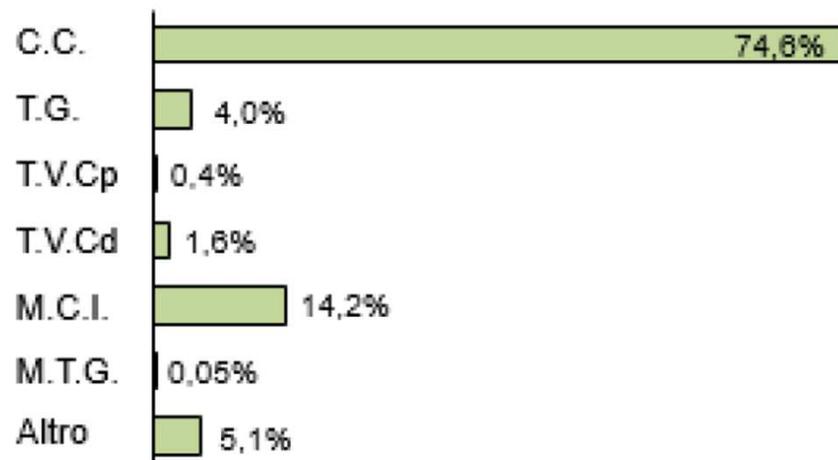
■ Numero sezioni

■ Potenza efficiente lorda

■ Produzione lorda

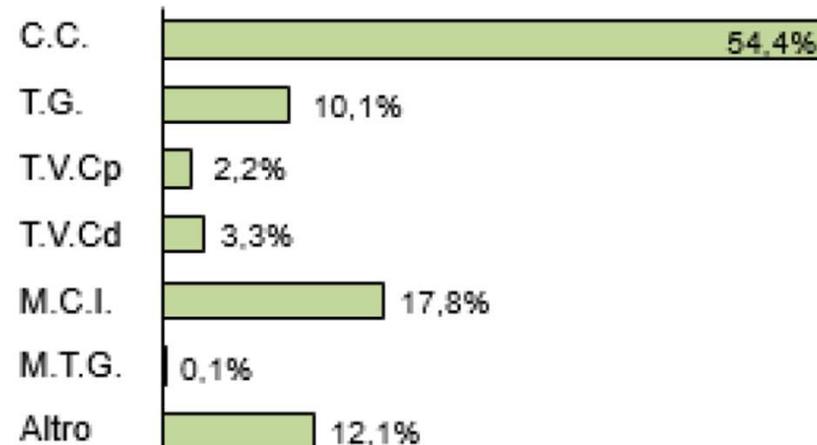
## Produzione di energia elettrica "Lorda"

100% = 57.752 GWh

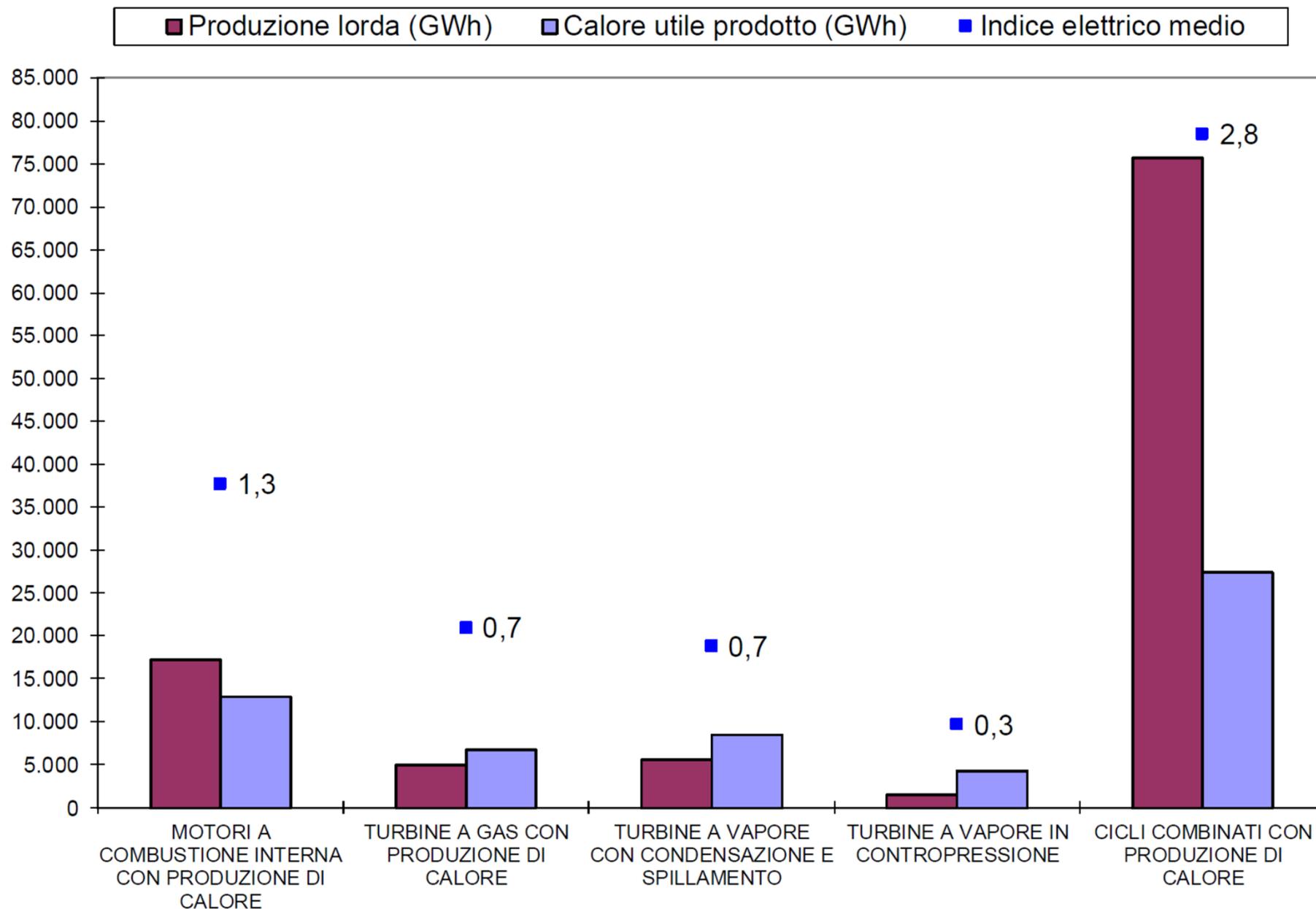


## Produzione di calore utile

100% = 35.570 GWh

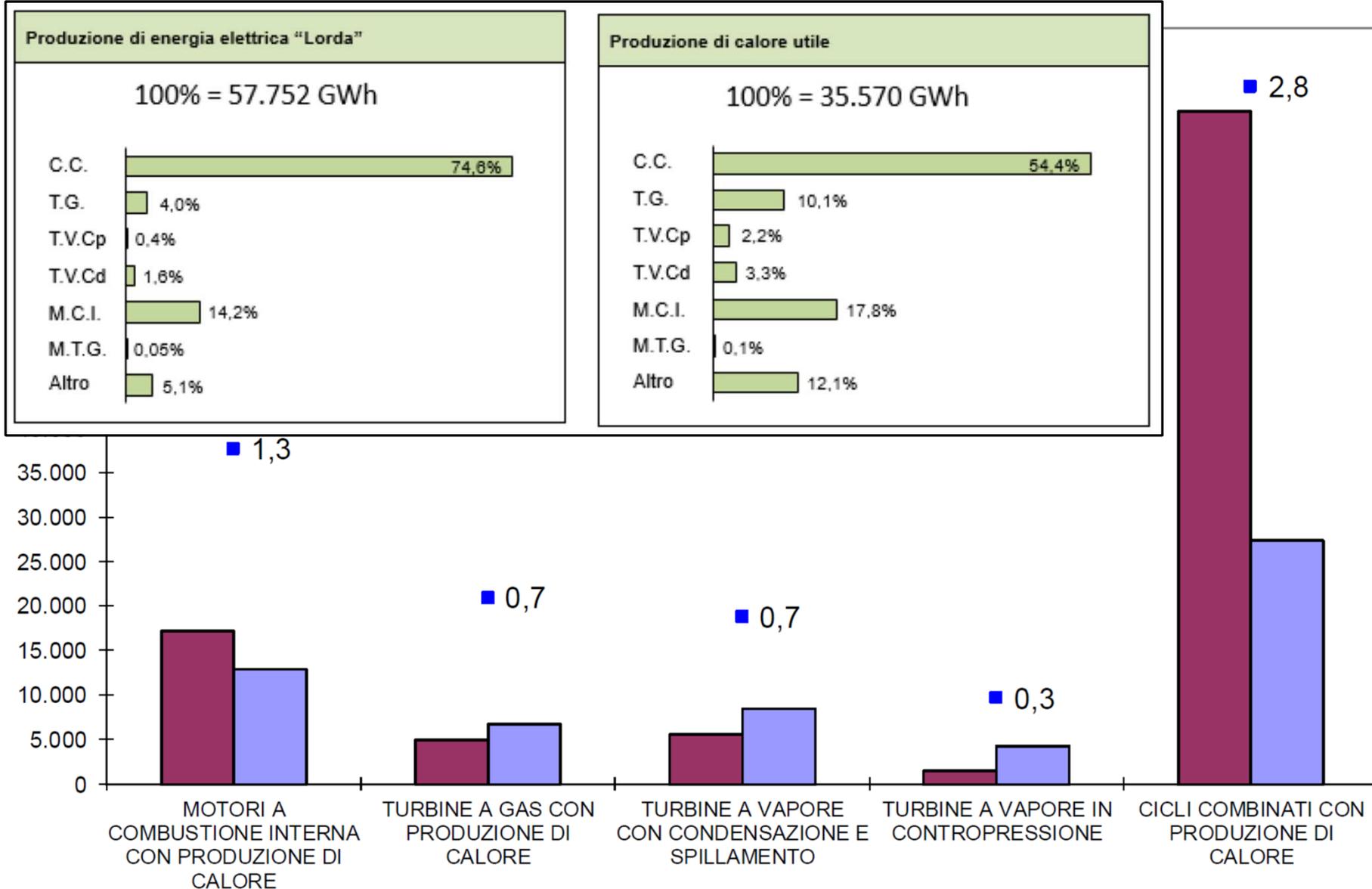


# Produzione elettrica e termica e indice elettrico ( $C = E_e/E_t$ ) degli impianti di cogenerazione in funzione della tecnologia utilizzata (Anno 2018 - Delibera ARERA 320/2020/I/EEL)

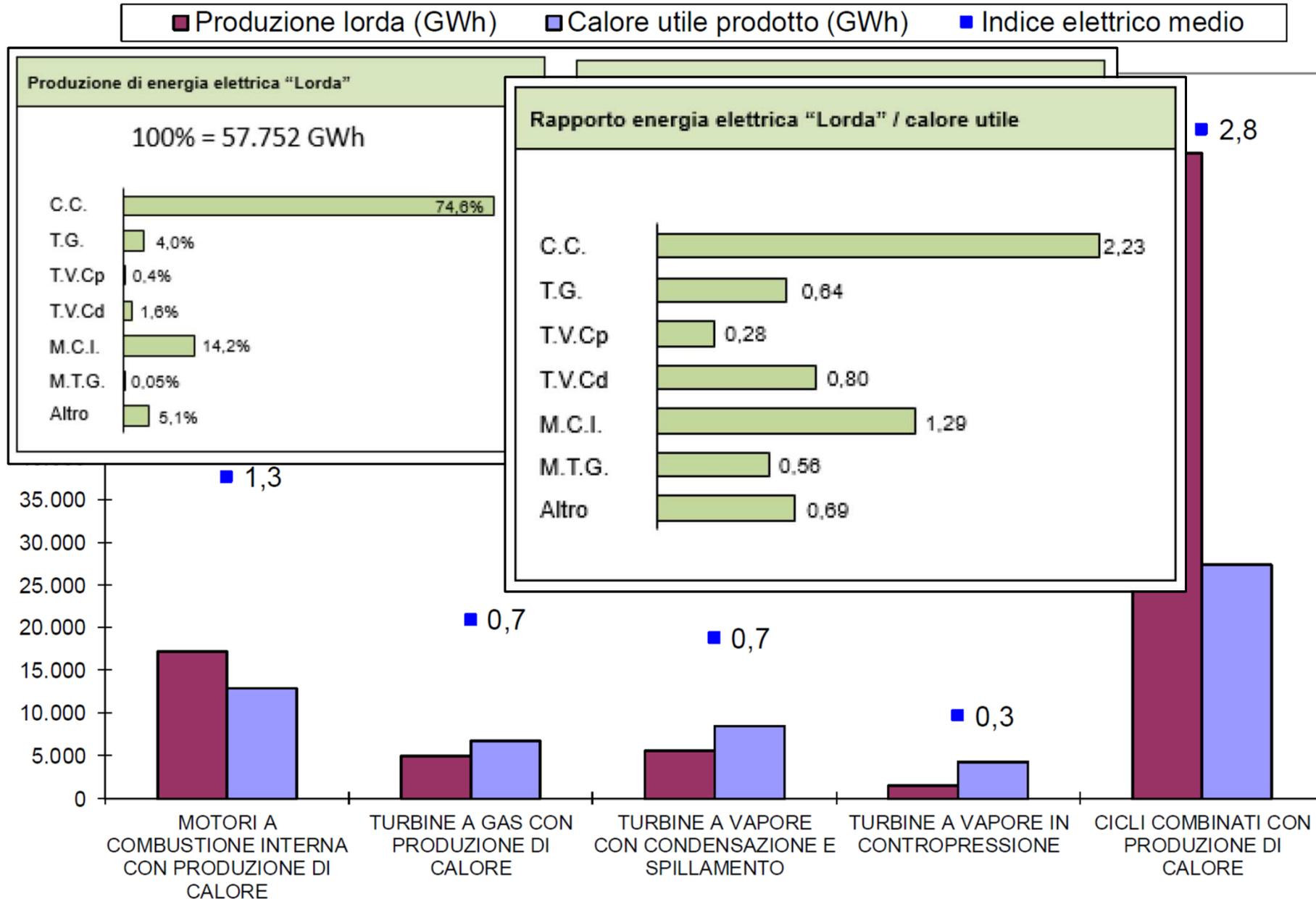


# Produzione elettrica e termica e indice elettrico ( $C = E_e/E_t$ ) degli impianti CAR nel 2018 (MSE, aprile 2020)

■ Produzione lorda (GWh)   ■ Calore utile prodotto (GWh)   ■ Indice elettrico medio



# Produzione elettrica e termica e indice elettrico ( $C = E_e/E_t$ ) degli impianti CAR nel 2018 (MSE, aprile 2020)



## Efficienza media della produzione CAR nel 2018 (MSE, aprile 2020)

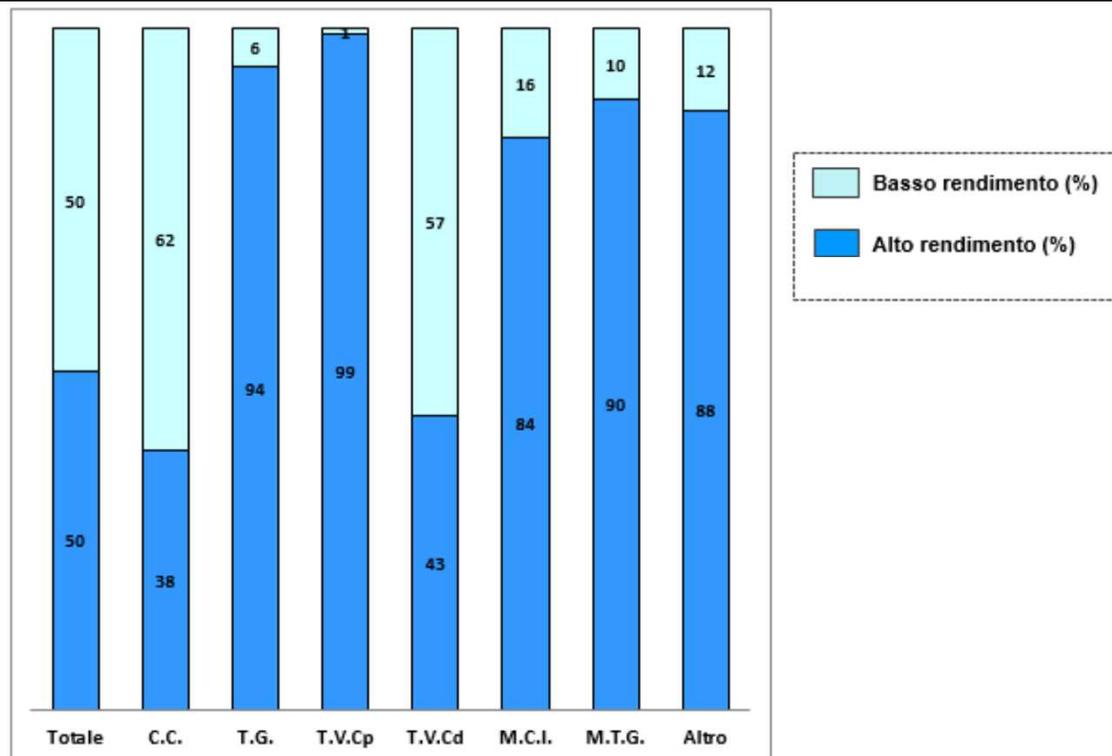
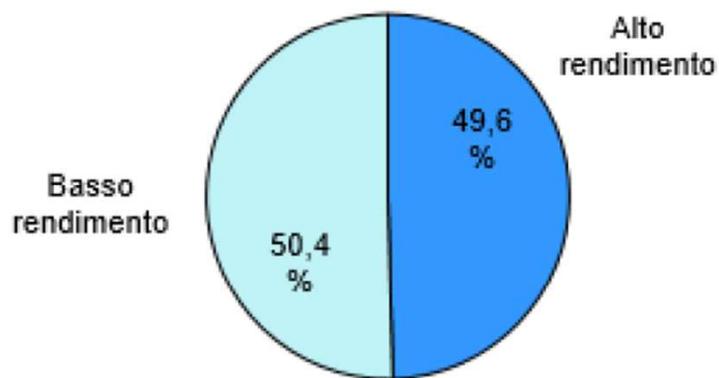
Pier Ruggero Spina  
Dip. di Ingegneria  
Università di Ferrara

	Rendimento elettrico medio	Rendimento termico medio	Perdite medie di conversione	$\eta$ principio (%)
TOTALE	40,3%	24,8%	34,9%	65,1
C.C.	42,7%	19,2%	38,2%	61,9
T.G.	31,3%	48,6%	20,1%	79,9
T.V.Cp	18,6%	66,0%	15,4%	84,6
T.V.Cd	25,0%	31,2%	43,8%	56,2
M.C.I.	40,2%	31,1%	28,6%	71,3
M.T.G.	26,6%	47,3%	26,1%	73,9
Altro	31,2%	45,5%	23,3%	76,7

# Efficienza media della produzione CAR nel 2018 (MSE, aprile 2020)

Ripartizione dell'energia elettrica "Lorda" in "Alto rendimento" e "Basso rendimento" (%)

100 % = 57.752 GWh



M.C.I.

40,2%

31,1%

28,6%

71,3

M.T.G.

26,6%

47,3%

26,1%

73,9

Altro

31,2%

45,5%

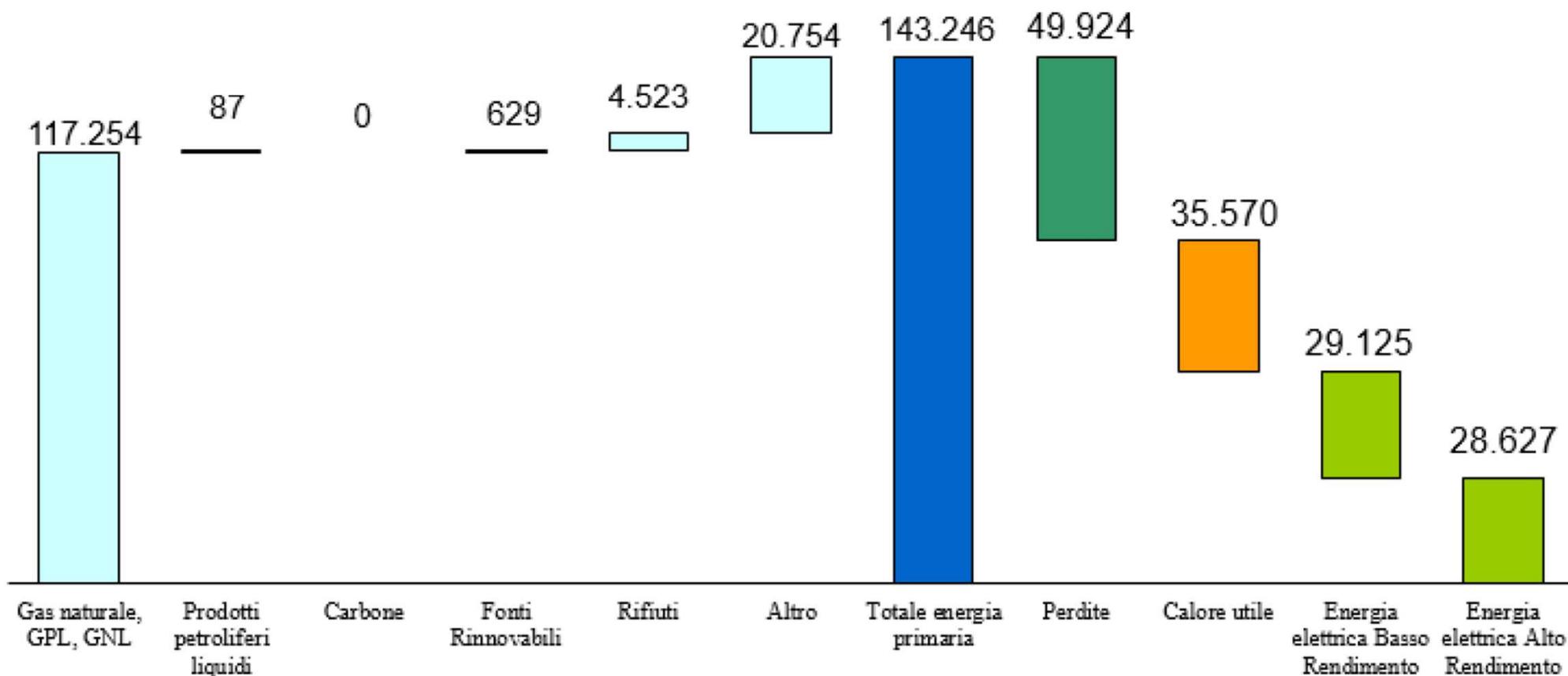
23,3%

76,7

# Bilancio energetico complessivo delle unità CAR per il 2018 (MSE, aprile 2020)

Pier Ruggero Spina  
Dip. di Ingegneria  
Università di Ferrara

Bilancio energetico complessivo (GWh)



# Risparmio di energia primaria nel 2018 dovuto agli impianti CAR (MSE, aprile 2020)

