

**AGGIORNAMENTO DEI PARAMETRI DI RIFERIMENTO PER IL
RICONOSCIMENTO DELLA PRODUZIONE COMBINATA DI ENERGIA
ELETTRICA E CALORE COME COGENERAZIONE
AI SENSI DELL'ARTICOLO 3, COMMA 3.1, DELLA DELIBERAZIONE
DELL'AUTORITÀ PER L'ENERGIA ELETTRICA E IL GAS
19 MARZO 2002, N. 42/02**

*Documento per la consultazione per la formazione di provvedimenti
ai sensi dell'articolo 3, comma 3.1, della deliberazione
dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 19 marzo 2002, n. 42/02*

18 novembre 2005

Premessa

Il presente documento per la consultazione illustra i criteri e le proposte che l'Autorità per l'energia elettrica e il gas (di seguito: l'Autorità) formula per l'aggiornamento dei valori di riferimento dei parametri per il riconoscimento della produzione combinata di energia elettrica e calore come cogenerazione. Infatti, come previsto dall'articolo 3, comma 3.1, della deliberazione dell'Autorità 19 marzo 2002, n. 42/02, i valori dei parametri η_{es} , $\eta_{ts,civ}$, $\eta_{ts,ind}$, LT_{min} e IRE_{min} definiti dalla medesima deliberazione sono in vigore fino al 31 dicembre 2005 e vengono aggiornati dall'Autorità.

I criteri e le proposte vengono presentate al fine dell'emanazione di provvedimenti dell'Autorità.

Il documento per la consultazione viene diffuso per offrire l'opportunità a tutti i soggetti interessati di formulare osservazioni e suggerimenti prima che l'Autorità proceda alla definizione dei provvedimenti in materia.

Osservazioni e suggerimenti devono pervenire all'Autorità, per iscritto, entro il 17 dicembre 2005.

Indirizzo a cui far pervenire osservazioni e suggerimenti:

Direzione energia elettrica
Autorità per l'energia elettrica e il gas
Piazza Cavour 5 – 20121 Milano
tel. (02) 655.65.336 (Segreteria Direzione energia elettrica)
fax (02) 655.65.222
e-mail: [**energiaelettrica@autorita.energia.it**](mailto:energiaelettrica@autorita.energia.it)
sito internet: [**www.autorita.energia.it**](http://www.autorita.energia.it)

1. Il quadro di riferimento

L'articolo 2, comma 8, del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79, e l'articolo 2, comma 1, lettera g), del decreto legislativo 23 maggio 2000, n. 164, prevedono che l'Autorità per l'energia elettrica e il gas (di seguito: l'Autorità) definisca le condizioni alle quali la produzione combinata di energia elettrica e di calore è riconosciuta come cogenerazione, e che tali condizioni debbano garantire un significativo risparmio di energia rispetto alle produzioni separate.

L'Autorità, con la deliberazione 19 marzo 2002, n. 42/02, e successive modifiche e integrazioni (di seguito: deliberazione n. 42/02), ha definito le suddette condizioni, prevedendo che per cogenerazione si intende un processo integrato di produzione combinata di energia elettrica o meccanica, e di energia termica, entrambe intese come energie utili, realizzato dalla sezione di un impianto di produzione combinata di energia elettrica e calore, che, a partire da una qualsivoglia combinazione di fonti primarie di energia e con riferimento a ciascun anno solare, soddisfa entrambe le condizioni concernenti il risparmio di energia primaria e il limite termico:

$$1) \text{ IRE} = 1 - \frac{Ec}{\frac{Ee}{\eta_{es} \cdot p} + \frac{Et_{civ}}{\eta_{ts,civ}} + \frac{Et_{ind}}{\eta_{ts,ind}}} \geq \text{IRE}_{\min};$$
$$2) \text{ LT} = \frac{Et}{Ee + Et} \geq \text{LT}_{\min},$$

dove i simboli introdotti sono definiti nella deliberazione n. 42/02.

Il primo indice ha l'obiettivo di verificare che la sezione di produzione combinata di energia elettrica e calore garantisca un significativo risparmio di energia primaria rispetto agli impianti separati che producono gli stessi effetti utili.

Il secondo indice ha l'obiettivo di garantire un effettivo recupero termico degli impianti di cogenerazione, evitando soluzioni prive di una effettiva produzione combinata di energia elettrica e calore o troppo sbilanciate sulla produzione di energia elettrica, come già sperimentato in passato. La deliberazione n. 42/02 ha pertanto individuato un limite inferiore LT_{\min} al parametro LT, definito come rapporto tra l'energia termica utile Et e l'effetto utile complessivamente generato pari alla somma dell'energia elettrica netta e dell'energia termica utile (Ee + Et).

La significatività del risparmio energetico conseguito da un impianto di cogenerazione rispetto alla produzione delle stesse quantità di energia elettrica e calore con impianti separati pone l'esigenza di una scelta coerente del valore dei rendimenti netti di riferimento scelti per gli impianti separati che producono solo energia elettrica (η_{es}) e solo energia termica (η_{ts} , distinto tra $\eta_{ts,civ}$ ed $\eta_{ts,ind}$), con riferimento alle migliori tecnologie disponibili ed industrialmente provate per la produzione di energia elettrica e di calore. Mentre il rendimento per la produzione di calore η_{ts} è compreso tra 0,8 e 0,9 e non è suscettibile di significativi miglioramenti, il rendimento elettrico di riferimento per la produzione di energia elettrica η_{es} è legato all'innovazione tecnologica che, a partire dall'inizio degli anni '90, ha registrato rilevanti miglioramenti nelle tecnologie disponibili ed industrialmente provate per la produzione di energia elettrica.

La deliberazione n. 42/02, sulla base dei presupposti riportati nella relativa relazione tecnica, ha fissato opportuni valori per i parametri di riferimento η_{es} , $\eta_{ts,civ}$, $\eta_{ts,ind}$, e per i valori minimi di LT_{\min} e IRE_{\min} .

L'articolo 3, comma 3.1, della deliberazione n. 42/02 prevede che i valori di tali parametri sono in vigore fino al 31 dicembre 2005 e verranno successivamente aggiornati dall'Autorità per tenere conto dell'evoluzione tecnologica del settore.

Con il presente documento per la consultazione l'Autorità avvia il procedimento finalizzato all'aggiornamento dei parametri di riferimento per il riconoscimento della produzione combinata di

energia elettrica e calore come cogenerazione ai sensi dell'articolo 3, comma 3.1, della deliberazione n. 42/02.

Si ricorda che, ai sensi dell'articolo 3, commi 3.2, 3.3 e 3.4, della deliberazione n. 42/02, i valori dei parametri η_{es} , $\eta_{ts,civ}$, $\eta_{ts,ind}$, LT_{min} e IRE_{min} rimangono fissi, ai fini del riconoscimento della condizione tecnica di cogenerazione:

- per un periodo di dieci anni (quindici anni per le sezioni dotate di rete di distribuzione del calore utile prodotto) a partire dalla data di entrata in vigore della deliberazione n. 42/02 per ciascuna sezione esistente;
- per un periodo di quindici anni (venti anni per le sezioni dotate di rete di distribuzione del calore utile prodotto) dalla data di entrata in esercizio di ciascuna sezione, a seguito di nuova realizzazione o rifacimento.

Pertanto i valori aggiornati dei suddetti parametri di riferimento per il riconoscimento della produzione combinata di energia elettrica e calore come cogenerazione non si applicano alle sezioni già in esercizio, né a quelle per le quali, alla data del 31 dicembre 2005, sono già state assunte obbligazioni contrattuali relativamente alla maggior parte, in valore, dei costi di costruzione¹, alle quali si continuano ad applicare i valori di riferimento attualmente previsti dalla deliberazione n. 42/02.

Infine, i valori aggiornati dei parametri η_{es} , $\eta_{ts,civ}$, $\eta_{ts,ind}$, LT_{min} e IRE_{min} saranno in vigore dall'1 gennaio 2006 fino al 31 dicembre 2007 e verranno ulteriormente aggiornati dall'Autorità per tenere conto dello sviluppo tecnologico oltre che del recepimento della direttiva 2004/8/CE in materia di cogenerazione.

2. Proposte per l'aggiornamento dei valori del parametro η_{es} ai sensi dell'articolo 3, comma 3.1, della deliberazione n. 42/02

2.1. I criteri introdotti dalla deliberazione n. 42/02 per la determinazione dei valori del parametro η_{es} al variare della taglia di riferimento e del combustibile utilizzato

Come precisato nella relazione tecnica alla deliberazione n. 42/02, i valori del parametro η_{es} sono stati individuati, per le diverse taglie di riferimento e tipologie di combustibili, facendo riferimento al rendimento elettrico netto medio annuo delle migliori tecnologie in esercizio commerciale, utilizzate per la sola produzione di energia elettrica, tenendo altresì conto della specifica situazione del sistema elettrico italiano che, riconoscendo l'obbligo di ritiro dell'energia elettrica prodotta dagli impianti che utilizzano fonti rinnovabili e assimilate, pone vincoli all'esercizio dei restanti impianti termoelettrici: poiché gli impianti riconosciuti come cogenerativi usufruiscono della priorità di dispacciamento, l'energia elettrica da questi prodotta si aggiunge a quella prodotta dagli impianti che utilizzano fonti rinnovabili e assimilate, ponendo vincoli di compatibilità con la rete elettrica, in particolare per gli impianti di grande taglia.

In particolare:

- a) nel caso di utilizzo del gas naturale e di taglie di riferimento inferiori a 25 MWe, esistendo diverse tecnologie commercialmente disponibili per la produzione di energia elettrica con caratteristiche di efficienza differenziate, i valori del parametro η_{es} sono stati individuati considerando come soglia minima accettabile per la taglia minore di 1 MWe il rendimento medio del parco termoelettrico nazionale (pari a 0,38 nel 2002) e quella del rendimento elettrico medio annuo delle migliori tecnologie disponibili ed industrialmente provate dei cicli combinati per le taglie di riferimento comprese tra 1 e 25 MWe;

¹ Si veda al riguardo l'articolo 3, comma 3.6, della deliberazione n. 42/02.

- b) nel caso di utilizzo del gas naturale e di taglie di riferimento maggiori di 25 MWe, i valori del parametro η_{es} sono stati individuati facendo riferimento al rendimento elettrico medio annuo delle migliori tecnologie disponibili ed industrialmente provate dei cicli combinati;
- c) nel caso di utilizzo di olio combustibile e nafta, i valori del parametro η_{es} sono stati individuati facendo riferimento al rendimento elettrico medio annuo degli impianti termoelettrici a vapore (ciclo Rankine), tenendo conto, per taglie superiori a 100 MWe, dell'utilizzo di desolficatori e denitrificatori, e, per taglie superiori ai 300 MWe, facendo riferimento al rendimento elettrico medio annuo degli impianti di tipo supercritico e ultrasupercritico;
- d) nel caso di utilizzo dei combustibili solidi fossili, coke di petrolio e di orimulsion, i valori del parametro η_{es} sono stati individuati facendo riferimento al rendimento elettrico medio annuo degli impianti termoelettrici a vapore (ciclo Rankine), tenendo conto del maggior consumo dei sistemi ausiliari che, a parità di taglia, comporta una riduzione media di due punti percentuali rispetto all'utilizzo dell'olio combustibile;
- e) nel caso di utilizzo di rifiuti solidi organici, inorganici e biomasse, i valori del parametro η_{es} sono stati individuati, per le taglie maggiori di 10 MWe, facendo riferimento alla miglior tecnologia di cui al decreto del Ministro dell'ambiente 5 febbraio 1998, e, per le taglie inferiori a 10 MWe, facendo riferimento ai valori medi annui conseguibili con le tecnologie commercialmente disponibili;
- f) nel caso di utilizzo di combustibili di processo e residui, biogas, gas naturale da giacimenti minori isolati il valore del parametro η_{es} è stato individuato pari a 0,35 per tutte le taglie.

2.2. Aggiornamento dei valori del parametro η_{es} al variare della taglia di riferimento e del combustibile utilizzato: criteri e valori

Si ritiene opportuno aggiornare il valore del parametro η_{es} seguendo i criteri sopra richiamati e già adottati nella deliberazione n. 42/02. Pertanto, per le diverse taglie di riferimento e tipologie di combustibili, si propone che il valore del parametro η_{es} venga aggiornato facendo riferimento al rendimento elettrico netto medio annuo delle migliori tecnologie disponibili in esercizio commerciale ed industrialmente provate utilizzate per la sola produzione di energia elettrica, calcolato come di seguito descritto.

Per ogni combustibile e per ogni intervallo della taglia di riferimento, come individuati dalla deliberazione n. 42/02, sono state considerate le principali tipologie impiantistiche attualmente in esercizio commerciale, associate alla introduzione di modelli di turbine a gas innovativi ed in esercizio commerciale da alcuni anni. Il valore del rendimento nominale della tipologia impiantistica di riferimento è stato verificato e ricondotto a valori del rendimento medio annuo di esercizio anche sulla base di simulazione delle condizioni reali di esercizio tramite l'utilizzo di opportuni software di simulazione, validati dalla società Cesi Spa, assumendo per ogni impianto ipotesi comuni di esercizio e di assetto impiantistico, al fine di ottenere risultati omogenei e confrontabili². Per ogni tipologia impiantistica di riferimento, sono stati quindi applicati dalla società Cesi Spa modelli di simulazione in grado di tener conto delle variazioni che il rendimento nominale, come opportunamente verificato e modificato, subisce per effetto delle riduzioni di carico, delle variazioni delle condizioni atmosferiche dell'ambiente esterno e del sistema di raffreddamento. Il valore così ottenuto e opportunamente valutato è il rendimento elettrico medio

² In particolare:

- sono state ipotizzate le condizioni ambientali ISO;
- relativamente al sistema di raffreddamento, laddove disponibili, sono state seguite le specifiche di progetto relative ai singoli impianti. Altrimenti, in particolare per tutti gli impianti a ciclo combinato analizzati, è stata assunta l'ipotesi di utilizzo del condensatore ad aria, con pressione di condensazione pari a 70 mbar.

annuo utilizzato ai fini della proposta del valore del parametro η_{es} per ogni combustibile e per ogni intervallo delle taglie di riferimento individuati dalla deliberazione n. 42/02.

Nel seguito, per ogni tipologia di combustibile e per ogni intervallo delle taglie di riferimento, vengono definiti gli aggiornamenti del valore del parametro η_{es} , secondo i criteri descritti.

2.2.1 Impianti alimentati a gas naturale

Nelle seguenti tabelle 1 e 2 sono elencati i principali modelli di cicli combinati attualmente disponibili sul mercato, raggruppati per taglie coerenti con quelle definite dalla deliberazione n. 42/02.

Cicli combinati alimentati a gas naturale (1)

| Taglia di riferimento | Costruttore | Modello TG | n° TG | Potenza TG [MW] | Potenza totale TG [MW] | Potenza TV [MW] | Taglia di riferimento [MW] | Rendimento nominale netto [%] |
|-----------------------|---------------------------------|---------------------|----------|-----------------|------------------------|-----------------|----------------------------|-------------------------------|
| <=1 MWe | | | | | | | | |
| 1 - 10 MWe | Solar Turbines | Taurus 70 | 1 | 7,5 | 7,5 | 2,0 | 9,5 | 41,7 |
| | GE Aeroderivative | GE5 | 1 | 5,3 | 5,3 | 2,5 | 7,8 | 44,0 |
| 10 - 25 MWe | GE Aeroderivative | GE10 | 1 | 11,0 | 11,0 | 4,9 | 15,9 | 44,0 |
| | GE Aeroderivative | LM1600 | 1 | 13,7 | 13,7 | 5,0 | 18,7 | 47,0 |
| | GE Aeroderivative | LM2000 | 1 | 17,5 | 17,5 | 6,2 | 23,7 | 48,0 |
| 25 - 50 MWe | GE Aeroderivative | LM2500 PE | 1 | 22,8 | 22,8 | 8,3 | 31,1 | 50,0 |
| | GHH Borsig | FT8 | 1 | 25,6 | 25,6 | 9,2 | 34,8 | 52,0 |
| | GHH Borsig | FT8 | 2 | 25,8 | 51,2 | 18,5 | 34,9 | 52,0 |
| | Ge - Nuovo Pignone | MS5001 | 2 | 28,4 | 51,6 | 30,4 | 41,0 | 44,2 |
| | GE Energy Aeroderivative | LM2500 +6Stg | 1 | 30,3 | 30,3 | 10,3 | 40,6 | 51,0 |
| | Alstom Power | GT10C | 1 | 29,4 | 29,4 | 12,9 | 41,3 | 51,1 |
| | Rolls -Royce | RB211-6762 | 1 | 29,4 | 29,4 | 12,1 | 41,5 | 53,3 |
| | Rolls -Royce | RB211-6762 | 2 | 29,4 | 58,9 | 24,2 | 41,6 | 53,3 |
| | Rolls -Royce | RB211-6761 | 1 | 31,7 | 31,7 | 12,4 | 44,1 | 52,8 |
| Rolls -Royce | RB211-6761 | 2 | 31,7 | 63,5 | 24,9 | 44,2 | 52,8 | |
| 50 - 100 MWe | GE Aeroderivative | LM6000 PC | 1 | 43,4 | 43,4 | 13,0 | 56,4 | 53,0 |
| | Alstom Power | GT 100 | 1 | 41,5 | 41,5 | 20,5 | 62,0 | 54,0 |
| | GE | MS6001B | 1 | 41,6 | 41,6 | 23,8 | 65,4 | 49,0 |
| | GE | MS6001B | 2 | 41,6 | 83,2 | 49,4 | 66,3 | 49,8 |
| | GE | MS6001B | 4 | 41,6 | 166,4 | 99,0 | 66,4 | 49,8 |
| | GE | 6591c | 1 | 42,2 | 42,2 | 21,3 | 63,5 | 54,0 |
| | GE | 6591c | 2 | 42,2 | 84,4 | 43,7 | 64,1 | 54,4 |
| | Siemens - Westinghouse | W251B11/12 | 1 | 48,0 | 48,0 | 25,0 | 73,0 | 47,8 |
| | Siemens - Westinghouse | W251B11/12 | 2 | 48,0 | 96,0 | 50,5 | 73,3 | 48,0 |
| | Rolls -Royce | Trent 60 | 1 | 50,2 | 50,2 | 15,8 | 66,0 | 53,1 |
| | Rolls -Royce | Trent 60 | 2 | 50,2 | 100,4 | 31,7 | 66,1 | 53,1 |
| | Alstom Power | GT 10C | 1 | 56,8 | 56,8 | 26,8 | 83,6 | 51,8 |

| Legenda | |
|---------|--|
| | Impianti già in esercizio nell'anno 2000 |
| | Nuovi impianti entrati in esercizio nel periodo 2001-2004 |
| | Impianto di riferimento per ogni intervallo di fascia di riferimento |

Fonti
Gas Turbine World Handbook 2004-05
Thermoflow Internal Library

Tabella 1 – Cicli Combinati: elenco degli impianti in esercizio commerciale (1)

Cicli combinati alimentati a gas naturale (2)

| Taglia di riferimento | Costruttore | Modello TG | n° TG | Potenza TG [MW] | Potenza totale TG [MW] | Potenza TV [MW] | Taglia di riferimento [MW] | Rendimento nominale netto [%] |
|------------------------|-------------------------------|-----------------|----------|-----------------|------------------------|-----------------|----------------------------|-------------------------------|
| 100 - 200 MWe | Siemens - Westinghouse | V64.3A | 2 | 65,0 | 130,0 | 76,0 | 103,0 | 52,8 |
| | Ansaldo | V64.3A | 1 | 66,5 | 66,5 | 37,5 | 104,0 | 53,6 |
| | Ansaldo | V64.3A | 2 | 66,5 | 133,0 | 76,0 | 104,5 | 53,9 |
| | GE | MS6001FA | 1 | 75,1 | 75,1 | 44,4 | 119,5 | 54,7 |
| | GE | MS6111FA | 2 | 75,1 | 150,2 | 91,2 | 120,7 | 55,3 |
| | Alstom Power | GT 100 | 1 | 83,0 | 83,0 | 41,5 | 124,5 | 54,3 |
| | Alstom Power | GT 11N2 | 1 | 112,0 | 112,0 | 56,0 | 168,0 | 49,7 |
| | GE | MS9001EC | 1 | 124,3 | 124,3 | 71,8 | 196,1 | 52,0 |
| | GE | MS9001EC | 2 | 124,3 | 248,6 | 148,5 | 198,6 | 52,7 |
| | GE | MS9001EC | 1 | 121,6 | 121,6 | 70,4 | 192,0 | 52,0 |
| 200 - 300 MWe | MHI | M701 | 1 | 142,1 | 142,1 | 70,4 | 212,5 | 51,4 |
| | MHI | M701 | 2 | 142,1 | 284,2 | 142,4 | 213,3 | 51,6 |
| | MHI | M701 | 3 | 142,1 | 423,6 | 218,7 | 214,1 | 51,8 |
| | Siemens - Westinghouse | V94.2 | 1 | 152,0 | 152,0 | 85,5 | 237,5 | 51,5 |
| | Siemens - Westinghouse | V94.2 | 2 | 152,0 | 304,0 | 173,0 | 238,5 | 51,7 |
| | Ansaldo | V94.2 | 1 | 152,0 | 152,0 | 88,5 | 240,5 | 52,3 |
| | Ansaldo | V94.2 | 2 | 154,5 | 309,0 | 177,0 | 243,0 | 52,6 |
| | Ansaldo | V94.2 | 3 | 153,0 | 459,0 | 265,5 | 241,5 | 52,6 |
| | Alstom Power | GT13E2 | 3 | 159,3 | 477,9 | 249,6 | 242,5 | 52,9 |
| | Alstom Power | GT13E2 | 2 | 159,3 | 318,6 | 167,0 | 242,8 | 52,9 |
| | GE | MS9001EC | 1 | 166,6 | 166,6 | 96,6 | 263,2 | 54,0 |
| | GE | MS9001EC | 2 | 166,6 | 333,2 | 197,6 | 265,4 | 54,4 |
| | Siemens - Westinghouse | V94.2A | 1 | 183,5 | 178,0 | 108,0 | 286,0 | 54,9 |
| Siemens - Westinghouse | V94.2A | 2 | 183,5 | 356,0 | 218,9 | 287,5 | 55,0 | |
| 300 - 500 MWe | Siemens - Westinghouse | V94.3A | 1 | 256,5 | 256,5 | 141,1 | 397,6 | 57,5 |
| | Siemens - Westinghouse | V94.3A | 2 | 256,5 | 525,6 | 281,5 | 403,6 | 57,5 |
| | Ansaldo | V94.3A | 2 | 255,0 | 255,0 | 135,0 | 195,0 | 57,5 |
| | Ansaldo | V94.3A | 1 | 255,0 | 510,0 | 270,0 | 780,0 | 57,5 |
| | GE - Nuovo Pignone | MS9001FA | 2 | 223,0 | 223,0 | 127,0 | 175,0 | 54,5 |
| | GE | MS9001FA | 2 | 254,1 | 254,1 | 141,8 | 198,0 | 56,7 |
| | GE | MS9001FA | 2 | 254,1 | 508,2 | 289,2 | 398,7 | 57,1 |
| | GE | MS9001FB | 1 | 266,7 | 266,7 | 151,7 | 418,4 | 58,0 |
| | GE | MS9001FB | 2 | 266,7 | 533,4 | 303,7 | 418,5 | 58,0 |
| | GE (Prototipo) | MS9001H | 1 | | | | 480,0 | 60,0 |
| | MHI | GT 11N2 | 1 | 266,1 | 266,1 | 131,6 | 397,7 | 57,0 |
| | MHI | M701F | 2 | 266,1 | 532,2 | 267,4 | 399,8 | 57,3 |
| | MHI | M701G | 1 | 328,9 | 328,9 | 155,5 | 484,4 | 58,7 |
| MHI | M701G | 2 | 328,9 | 657,8 | 314,3 | 486,1 | 58,9 | |
| >500 MWe | - | | | | | | | |

| Legenda | | Fonti |
|---------|--|---|
| | Impianti già in esercizio nell'anno 2000 | <i>Gas Turbine World Handbook 2004-05</i> <i>Thermoflow Internal Library</i> |
| | Nuovi impianti entrati in esercizio nel periodo 2001-2004 | |
| | Impianto di riferimento per ogni intervallo di fascia di riferimento | |

Tabella 2 – Cicli Combinati: elenco degli impianti in esercizio commerciale (2)

Analizzando le tabelle presentate, si possono fare le seguenti considerazioni, relative alle varie fasce di taglia di riferimento:

1. impianti con taglia di riferimento inferiore a 1 MW: poiché le caratteristiche e le prestazioni degli impianti di microgenerazione sono tra loro altamente eterogenei e fortemente dipendenti da fattori non direttamente legati al rendimento (emissioni, autorizzazioni ecc.), non viene

individuato nessun impianto di riferimento. Si ritiene opportuno proporre, per gli impianti con taglia di riferimento inferiore a 1 MW, un valore del rendimento elettrico di riferimento almeno pari al **40%**, anche tenendo conto dell'evoluzione, negli ultimi anni, del rendimento elettrico netto medio del parco termoelettrico nazionale;

2. impianti con taglia di riferimento compresa tra 1 e 10 MW: per la fascia in esame si ritiene opportuno scegliere, come riferimento, il ciclo combinato basato sulla turbina Solar Taurus, caratterizzato da una potenza di 7,5 MW in ciclo semplice e da una potenza di 9,5 MW in ciclo combinato, con un rendimento nominale netto del **41,7%**. Anche i dati relativi agli ordini/installazioni per l'anno 2003 confermano che la turbina a gas Solar, il cui ultimo aggiornamento risale alla fine del 2004, ha riscontrato un significativo successo commerciale, specialmente in Europa e a livello di piccoli impianti cogenerativi;
3. impianti con taglia di riferimento compresa tra 10 e 25 MW: si ritiene opportuno fare riferimento ad un impianto di prestazioni meno marcate del turbogas GE LM2000 ma con una maggiore esperienza commerciale, basato sul turbogas GE LM1600 che, in assetto 1+1, è caratterizzato da una potenza di 18,7 MW e da un rendimento nominale netto del **47%**;
4. impianti con taglia di riferimento compresa tra 25 e 50 MW: all'aumentare della taglia di impianto, aumenta il numero dei modelli dei vari costruttori commercialmente provati. Anche in questo caso, per la scelta dell'impianto di riferimento, si preferisce non adottare il modello più recente commercialmente disponibile, ma impianti dall'esperienza più consolidata, in particolare il turbogas di tipo aeroderivativo modello GE LM2500 PE che, in assetto 1+1, genera 31,1 MW con rendimento nominale netto pari al **50%**;
5. impianti con taglia di riferimento compresa tra 50 e 100 MW: per la fascia in esame si ritiene che il turbogas GE LM6000 PC, dal rendimento nominale netto in ciclo combinato pari al **53%**, rappresenti il miglior compromesso tra miglior rendimento di conversione ed esperienza di esercizio, per cui viene proposto come impianto di riferimento;
6. impianti con taglia di riferimento compresa tra 100 e 200 MW: all'interno di questa fascia non si rilevano modelli di turbine a gas di introduzione recente. Quello che rappresenta il miglior compromesso tra rendimento e ore di funzionamento appare essere il ciclo combinato Ansaldo, di derivazione Siemens, basato sul turbogas modello V64.3A, che, in assetto 2+1, è caratterizzato da un rendimento nominale netto del **53,9%**;
7. impianti con taglia di riferimento compresa tra 200 e 300 MW: anche in questa fascia non si rilevano modelli di turbine a gas di recente introduzione e commercialmente provati. Tra quelli provati, l'impianto a maggiore efficienza è rappresentato dal Siemens Westinghouse con turbine a gas modello V94.2A, caratterizzato da un rendimento nominale netto del **54,9%** e del 55% rispettivamente nel caso di utilizzo, in ciclo combinato, della configurazione 1+1 o 2+1. Si ritiene che detto impianto possa essere ragionevolmente assunto come riferimento per la propria fascia, in ragione dell'esperienza consolidata di tale modello;
8. impianti con taglia di riferimento compresa tra 300 e 500 MW: in tale gamma di taglie si registrano continui e significativi sviluppi rispetto a quanto già conseguito alla fine degli anni '90. Tra i nuovi impianti di derivazione General Electric si elencano quelli che utilizzano la recente turbina MS9001FB, caratterizzati da un'efficienza netta nominale del 58%. All'interno di questa fascia si segnala anche il primo impianto GE con tecnologia H, caratterizzato da una taglia di riferimento di 480 MW: il ciclo in questione è in grado teoricamente di raggiungere la soglia del 60% di efficienza netta. Di fatto tale impianto non è ancora in esercizio commerciale, per cui al momento non può essere assunto come riferimento per la fascia in oggetto. Sebbene si prevede che tali tecnologie possano rappresentare nel prossimo futuro il riferimento per la grande generazione di potenza, al momento appare opportuno assumere come riferimento un modello più consolidato, come il turbogas GE modello MS9001FA, caratterizzato, in assetto a ciclo combinato 2+1, da un rendimento nominale netto del **56,7%**;

9. impianti con taglia di riferimento superiore ai 500 MW: al momento non si rilevano impianti con una taglia di riferimento superiore ai 500 MW.

L'analisi critica delle simulazioni eseguite dalla società Cesi Spa per ciascuno degli impianti scelti come riferimento, effettuate al fine di ricondurre i rendimenti netti nominali dichiarati dai costruttori a valori del rendimento medio annuo di esercizio sulla base di simulazioni delle condizioni reali di esercizio tramite l'utilizzo di opportuni software di simulazione, validati dalla società Cesi Spa assumendo, per ogni impianto, ipotesi comuni di esercizio e di assetto impiantistico, conduce a proporre i seguenti valori del parametro η_{es} , relativi alle diverse taglie di riferimento degli impianti alimentati a gas naturale:

- a) impianti con taglia di riferimento compresa tra 1 e 10 MW: **41%** (a fronte del 41,7% nominale);
- b) impianti con taglia di riferimento compresa tra 10 e 25 MW: **44%** (a fronte del 47,0% nominale);
- c) impianti con taglia di riferimento compresa tra 25 e 50 MW: **48%** (a fronte del 50,0% nominale);
- d) impianti con taglia di riferimento compresa tra 50 e 100 MW: **50%** (a fronte del 53,0% nominale);
- e) impianti con taglia di riferimento compresa tra 100 e 200 MW: **51%** (a fronte del 53,9% nominale);
- f) impianti con taglia di riferimento compresa tra 200 e 300 MW: **53%** (a fronte del 54,9% nominale);
- g) impianti con taglia di riferimento compresa tra 300 e 500 MW: **55%** (a fronte del 56,7% nominale).

Per gli impianti con taglia di riferimento fino a 1 MW, per quanto detto, si propone un valore del rendimento elettrico di riferimento pari al **40%**, mentre per gli impianti di taglia superiore a 500 MW si propone di mantenere lo stesso valore proposto per le taglie comprese tra 300 e 500 MW (**55%**).

2.2.2 Impianti alimentati a olio combustibile

Per quanto riguarda gli impianti alimentati ad olio combustibile, non si ritiene opportuno aggiornare il valore del rendimento elettrico di riferimento per nessuna delle taglie, in quanto l'evoluzione tecnologica relativa è sostanzialmente immutata rispetto al quadro di riferimento della deliberazione n. 42/02.

2.2.3 Impianti alimentati a carbone

Per quanto riguarda gli impianti alimentati a carbone, vale quanto detto per gli impianti a olio combustibile per tutte le fasce di potenza, ad eccezione della fascia di potenza superiore a 500 MW, per la quale, a livello internazionale, esistono al momento in esercizio commerciale impianti ultrasupercritici (USC) per i quali si ritiene opportuno aggiornare i valori di riferimento. Come impianto di riferimento per la fascia di impianti di taglia superiore a 500 MW, è stato preso in esame un impianto del parco italiano per il quale è in corso la conversione da una alimentazione ad olio con caldaie supercritiche ad un'alimentazione a carbone con caldaie ultrasupercritiche. L'incremento di rendimento nominale è notevole, dal 40,6% al 44,7%, e si ritiene quindi ragionevole assumere questo impianto come riferimento per la fascia in esame.

Le simulazioni eseguite dalla società Cesi Spa per l'impianto scelto come riferimento per le taglie superiori a 500 MWe conducono a proporre un nuovo valore del rendimento medio annuo, almeno pari a quello previsto, a parità di taglia di riferimento, per gli impianti alimentati a olio combustibile. Pertanto si propone un valore pari al **43%** per il parametro η_{es} relativo alle taglie superiori a 500 MWe degli impianti alimentati a carbone. Va da sé che la configurazione cogenerativa, con il rispetto del limite termico LT_{min} , per tali dimensioni di impianto appare comunque circoscritta, in relazione alla difficoltà a reperire adeguate utenze termiche.

Si propone altresì, per quanto sopra detto, di mantenere invariati i valori del parametro η_{es} per le altre taglie di riferimento.

2.2.4 Impianti alimentati a rifiuti solidi organici, inorganici e biomasse

Tenendo conto dell'estrema variabilità dei valori di rendimento degli impianti alimentati da rifiuti solidi organici, inorganici o biomasse già installati, nell'ottica di definire le caratteristiche degli impianti di riferimento per le diverse fasce di potenza, si è proceduto nel seguente modo.

Sono stati presi in esame gli impianti che, al momento, rappresentano lo stato dell'arte dal punto di vista del rendimento elettrico di generazione. A tal riguardo sono stati analizzati due impianti in esercizio che, seppur con configurazioni impiantistiche leggermente diverse, sono caratterizzati da valori di rendimento elettrico nominale decisamente simili e superiori al 28%. Tali impianti vengono quindi assunti come riferimento per la fascia compresa tra i 25 e i 50 MW.

Per le taglie di riferimento inferiori alla fascia 25-50 MW, data l'ampia variabilità dei dati reperibili e le difficoltà a delineare gli impianti a maggiore rendimento per le varie fasce, è stato ipotizzato che, per le varie fasce, la tipologia impiantistica di riferimento sia sempre la stessa, facendo variare, al diminuire della potenza, mediante simulazioni svolte dalla società Cesi Spa, alcune particolari specifiche, al fine di tenere conto del fattore scala da cui, al diminuire della taglia, conseguono valori di rendimento nominali decrescenti.

Per le taglie di riferimento superiori alla fascia 25-50 MW, non si riscontra la presenza di impianti attualmente installati. Non si prevede quindi l'esame di alcun impianto di riferimento e si ipotizza di estendere, per tutte le fasce superiori, i risultati ad essa relativi.

Le simulazioni eseguite dalla società Cesi Spa sugli impianti alimentati da rifiuti solidi organici, inorganici o da biomasse, scelti come riferimento, conducono alla proposta di un valore del parametro η_{es} pari al **28%** per le taglie superiori a 25 MWe, mantenendo inalterati i valori del parametro η_{es} definiti dalla deliberazione n. 42/02 per le taglie fino a 25 MWe.

2.2.5 Impianti alimentati da residui di processi industriali (in particolare tar di raffineria)

Per gli impianti alimentati da combustibili di processo e residui, biogas, gas naturale da giacimenti minori isolati il valore del parametro η_{es} definito dalla deliberazione n. 42/02 era pari a 0,35 per tutte le taglie.

Tra di essi, gli impianti, tipicamente di grande taglia, alimentati da residui di processi industriali, con particolare riferimento al tar di raffineria, sono attualmente significativi e rappresentativi dell'effettivo stato dell'arte per lo sfruttamento dei residui petrolchimici. È stato analizzato, come riferimento, l'impianto che al momento, all'interno del parco italiano, presenta il maggiore rendimento netto di conversione: per esso, con taglia di riferimento compresa tra 200 e 300 MW, sono state sviluppate simulazioni dalla società Cesi Spa, che conducono a proporre un valore del parametro η_{es} pari al **40%** per le taglie superiori ai 200 MW.

Si propone pertanto di mantenere inalterato il valore del parametro η_{es} , pari a 0,35, per gli impianti di taglia inferiore a 200 MWe alimentati da combustibili di processo e residui, biogas, gas

naturale da giacimenti minori isolati, e si propone di aggiornare tale valore a 0,40 per gli impianti alimentati da tar di raffineria di taglia superiore a 200 MWe.

3. Proposte per l'aggiornamento dei valori dei parametri $\eta_{ts,civ}$, $\eta_{ts,ind}$, LT_{min} e IRE_{min} ai sensi dell'articolo 3, comma 3.1, della deliberazione n. 42/02

3.1. Valori di riferimento dei parametri $\eta_{ts,civ}$ ed $\eta_{ts,ind}$

Il valore del parametro $\eta_{ts,civ}$ è attualmente pari a 0,80, valore rappresentativo del rendimento termico medio annuo delle caldaie di piccole dimensioni per usi civili, mentre il valore del parametro $\eta_{ts,ind}$ è attualmente pari a 0,90, valore rappresentativo del rendimento termico medio annuo per le caldaie di tipo industriale e di dimensioni medio-grandi. Poiché il rendimento per la produzione di calore η_{ts} non è passibile di significativi miglioramenti, si ritiene opportuno non modificare i valori previsti per i parametri $\eta_{ts,civ}$ ed $\eta_{ts,ind}$ dalla deliberazione n. 42/02.

3.2. Valori di riferimento del parametro IRE_{min}

Il valore di IRE_{min} previsto dalla deliberazione n. 42/02 è pari a 0,100 (10,0%) per le sezioni di nuova realizzazione, a 0,050 (5,0%) per le sezioni esistenti, e a 0,080 (8,0%) per i rifacimenti di sezioni. I valori di IRE_{min} sono stati scelti sulla base delle considerazioni svolte nel paragrafo 3.10 della relazione tecnica alla deliberazione n. 42/02, secondo cui IRE_{min} definisce una soglia da individuare tra i seguenti due estremi:

- il valore minimo deve essere superiore al margine di errore dovuto alla misura delle grandezze E_e , E_t , e E_c , ad esempio 0,05 (5%);
- il valore massimo deve tener conto dei vincoli fisici connessi ai rendimenti termico e elettrico che non possono superare l'unità. L'analisi svolta nel paragrafo 3.10 della relazione tecnica alla deliberazione n. 42/02 dimostra che il suddetto valore massimo di IRE_{min} , nel caso di $\eta_{ts} = 0,9$, non può risultare superiore a 0,10 (10%) se si vuole evitare di imporre ad alcuni impianti, in particolare quelli con basso indice elettrico $K = E_e/E_t$, condizioni di esercizio oltre i limiti tecnici.

Pertanto, poiché tali considerazioni sono di carattere generale e poiché non sono stati modificati i valori del parametro η_{ts} , si ritiene opportuno mantenere invariati anche i valori del parametro IRE_{min} .

3.3. Valori di riferimento del parametro LT_{min}

Il valore di LT_{min} previsto dalla deliberazione n. 42/02 è pari a 0,150 (15,0%) per le sezioni esistenti e di nuova realizzazione. Tale valore è stato scelto sulla base delle considerazioni svolte nel paragrafo 5.4 della relazione tecnica alla deliberazione n. 42/02, a cui si rimanda.

Con riferimento agli impianti alimentati a gas naturale, GPL e gasolio, si propone di prevedere che vengano ammessi ai benefici attualmente previsti per la cogenerazione solo impianti con rendimento di primo principio complessivo almeno pari al 55%, coincidente con il massimo valore del rendimento elettrico di riferimento, modificando il valore del parametro LT_{min} , tenuto conto dei valori del parametro η_{es} proposti nel paragrafo 2.2.1.

In particolare si propone che, per i soli impianti alimentati a gas naturale, GPL e gasolio, il valore del parametro LT_{min} sia pari a:

- 33,0% (0,330) per gli impianti con taglia di riferimento fino a 10 MWe;
- 22,0% (0,220) per gli impianti con taglia di riferimento superiore a 10 MWe fino a 25 MWe;

- 15,0% (0,150) per gli impianti con taglia di riferimento superiore a 25 MWe.

4. Conclusioni

Viste le considerazioni sopra esposte, per gli impianti che entreranno in esercizio nel biennio 2006-2007, ad eccezione di quelli per cui al 31 dicembre 2005 sono già state assunte obbligazioni contrattuali relativamente alla maggior parte, in valore, dei costi di costruzione, si ritiene opportuno:

- mantenere invariati i valori dei parametri $\eta_{ts,civ}$, $\eta_{ts,ind}$ e IRE_{min} già previsti dalla deliberazione n. 42/02;
- aggiornare il valore del parametro LT_{min} per i soli impianti alimentati a gas naturale, GPL, e gasolio, come proposto nel precedente paragrafo 3.3, mantenendo invariato il valore del parametro LT_{min} già previsto dalla deliberazione n. 42/02 per gli altri impianti oltre che il valore attualmente già previsto per tutti gli impianti durante il periodo di avviamento;
- aggiornare i valori del parametro η_{es} , secondo la tabella 3 di seguito riportata, nella quale sono evidenziati in rosso i valori aggiornati rispetto a quelli precedentemente previsti dalla deliberazione n. 42/02.

| AGGIORNAMENTO DEI VALORI DEL RENDIMENTO ELETTRICO DI RIFERIMENTO PER IL BIENNIO 2006-2007 | | | | | | | | | | |
|--|----------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|--|-----------------------|--|-----------------------|-------------------|-----------------------|
| Taglia di riferimento | Gas naturale, GPL, gasolio | | Olio combustibile, nafta | | Combustibili solidi fossili, petrocoke, orimulsion | | Rifiuti solidi organici, inorganici e biomasse | | TAR di Raffineria | |
| | Valore del. 42/02 | Nuovo valore proposto | Valore del. 42/02 | Nuovo valore proposto | Valore del. 42/02 | Nuovo valore proposto | Valore del. 42/02 | Nuovo valore proposto | Valore del. 42/02 | Nuovo valore proposto |
| | [%] | [%] | [%] | [%] | [%] | [%] | [%] | [%] | [%] | [%] |
| fino a 1 MWe | 38 | 40 | 35 | 35 | 33 | 33 | 23 | 23 | 35 | 35 |
| > 1 fino a 10 MWe | 40 | 41 | 36 | 36 | 34 | 34 | 25 | 25 | 35 | 35 |
| > 10 fino a 25 MWe | 43 | 44 | 38 | 38 | 36 | 36 | 27 | 27 | 35 | 35 |
| > 25 fino a 50 MWe | 46 | 48 | 39 | 39 | 37 | 37 | 27 | 28 | 35 | 35 |
| > 50 fino a 100 MWe | 49 | 50 | 39 | 39 | 37 | 37 | 27 | 28 | 35 | 35 |
| > 100 fino a 200 MWe | 51 | 51 | 39 | 39 | 37 | 37 | 27 | 28 | 35 | 35 |
| > 200 fino a 300 MWe | 53 | 53 | 39 | 39 | 37 | 37 | 27 | 28 | 35 | 40 |
| > 300 fino a 500 MWe | 55 | 55 | 41 | 41 | 39 | 39 | 27 | 28 | 35 | 40 |
| > 500 MWe | 55 | 55 | 43 | 43 | 41 | 43 | 27 | 28 | 35 | 40 |

Tabella 3 – Valori del parametro η_{es} proposti per il biennio 2006-2007

Sulla base delle proposte presentate nella tabella 3, si possono trarre le seguenti considerazioni riassuntive:

- la tipologia impiantistica per la quale si propongono i principali aggiornamenti è quella degli impianti alimentati a gas naturale, per i quali la miglior tecnologia è rappresentata dai cicli combinati. La necessità di aggiornare tale valore deriva dalla rapida crescita ed evoluzione della tecnologia, in particolare per le taglie medio-piccole;
- si evidenzia una certa stasi nell'innovazione tecnologica relativa agli impianti basati sul ciclo a vapore. Non si rileva infatti la necessità di aggiornare il valore del rendimento elettrico di riferimento per tutte le taglie di impianti alimentati ad olio e a carbone, ad eccezione delle fasce

maggiori di 500 MWe, nelle quali trovano applicazione i moderni impianti USC. Per questa tecnologia negli ultimi anni si è assistito ad una progressiva evoluzione, che rende necessario l'aggiornamento del valore del rendimento elettrico di riferimento di alcuni punti percentuali;

- per quanto riguarda gli impianti alimentati da RSU o da biomasse, vengono di fatto confermati i valori del parametro η_{es} già presenti nella deliberazione n. 42/02, aggiornando di un punto percentuale il valore del rendimento elettrico di riferimento solo per gli impianti di taglia maggiore di 25 MWe, per i quali è possibile realizzare condizioni operative migliori da un punto di vista termodinamico;
- per gli impianti alimentati da residui di processi industriali (con particolare riferimento al tar di raffineria), per i quali la deliberazione n. 42/02 ha definito un valore del rendimento elettrico di riferimento pari a 0,35 per ogni taglia, si propone, data la crescente importanza di tali applicazioni nel contesto italiano, un aggiornamento di 5 punti percentuali sul valore del parametro η_{es} per gli impianti con una taglia di riferimento superiore a 200 MWe.

Spunto per la consultazione: si ritengono opportuni i criteri presentati per l'aggiornamento del valore del parametro η_{es} e del parametro LT_{min} oltre che i conseguenti valori proposti? Quali altri criteri ritenete opportuno utilizzare?