

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI BRESCIA

COMMISSIONE ENERGIA

CORSO: TEE – CASE STUDY

DATA: 08 LUGLIO 2015

**DOCENTI: ING. BELOTTI GIORGIO
ING. BERARDI MARA
ING. GAGLIOTTI GIOVANNA**

TEE - Titoli di Efficienza Energetica

CASE STUDY: esempi pratici con applicazione di procedure standard per la rendicontazione dei risparmi energetici conseguiti durante l'anno di rendicontazione

- ➔ **EFFICIENZA ENERGETICA PER L'ILLUMINAZIONE PUBBLICA**
- ➔ **EFFICIENZA ENERGETICA PER L'ISOLAMENTO DEGLI EDIFICI**
- ➔ **EFFICIENZA ENERGETICA PER LA COGENERAZIONE**

CASE STUDY: Scheda 29Ta – Realizzazione di nuovi sistemi di illuminazione ad alta efficienza per strade destinate al traffico motorizzato

1.2 Calcolo del risparmio di energia primaria

Metodo di valutazione ³ :	Valutazione standardizzata
Unità fisica di riferimento (UFR) ² :	m ² di superficie stradale illuminata
Risparmio Specifico Lordo (RSL) di energia primaria conseguibile per singola unità fisica di riferimento: $RSL = f_E \cdot h \cdot [P_B \cdot (1 + 0,2 \cdot A_C/A_T) - PT_E/A_T] \quad [10^{-3} \text{ tep/m}^2/\text{anno}]$	
dove:	
$f_E = 0,187 \cdot 10^{-3} \text{ tep/kWh}$ (ai sensi della deliberazione 28 marzo 2008, EEN 03/08);	
h numero di ore annue di funzionamento, pari a: <ul style="list-style-type: none"> - 4200 [ore/anno] nel caso a) sempre e nei casi b) e c) solo laddove l'impianto preesistente fosse sprovvisto di regolatori di flusso luminoso; - 3540 [ore/anno] nei casi b) e c) solo laddove l'impianto preesistente fosse dotato di regolatori di flusso luminoso; 	
P_B potenza specifica desumibile dalla seguente Tabella 3 per le diverse strade e i tipi di lampade [W/m ²];	
PT_E potenza complessivamente assorbita (lampade e ausiliari) dall'impianto in esercizio ordinario rilevata in sede di collaudo, compreso l'eventuale assorbimento dei centri luminosi dedicati all'illuminazione di aree di conflitto (intersezioni, attraversamenti pedonali, rotonde) [W];	
A_T superficie stradale complessivamente illuminata, inclusiva delle eventuali zone di conflitto [m ²];	
A_C superficie di tutte le zone di conflitto [m ²], determinata come segue, con riferimento alle parti campite in grigio nella Figura 1: <ul style="list-style-type: none"> - nel caso di attraversamenti pedonali l'area è pari a 3 volte quella degli attraversamenti presenti; - nel caso di rotonde l'area interessata è quella della corona circolare percorsa dai veicoli; - nel caso di incroci l'area interessata è quella dell'incrocio stesso. 	
Altri casi di zone di conflitto, quali i dispositivi rallentatori e le zone a pericolo di aggressione, sono esclusi dal presente calcolo.	

Vita utile: $U = 5$ anni

Vita tecnica: $T = 15$ anni

Settore di intervento:
illuminazione pubblica

Tipo di utilizzo:
illuminazione stradale

CASE STUDY: Scheda 29Ta – Realizzazione di nuovi sistemi di illuminazione ad alta efficienza per strade destinate al traffico motorizzato

Tabella 3: Valori di potenze specifiche P_B [W/m²] per diverse categorie di strada (DM 6792/2001)

	Nel caso b)	Nei casi a) e c)
Categoria D, strade urbane di scorrimento		
Soluzione base a 2+2 corsie di marcia	1,139	0,703
Soluzione a 3+3 corsie di marcia	0,996	0,568
Soluzione base a 2+2 corsie di marcia con corsia percorsa da autobus	0,971	0,554
Soluzione a 2+2 corsie di marcia con strade di servizio ad 1 o 2 corsie di marcia di cui 1 percorsa da autobus	0,947	0,564
Categoria E, strade urbane di quartiere		
Soluzione base a 1+1 corsie di marcia	1,171	0,782
Soluzione a 2+2 corsie di marcia di cui 1+1 percorsa da autobus	1,155	0,612
Soluzione a 2+2 corsie di marcia con fascia di sosta laterale	0,813	0,458
Categoria F, strade locali ambito extraurbano		
Soluzione base a 2 corsie di marcia (F1)	1,338	0,732
Soluzione base a 2 corsie di marcia (F2)	1,317	0,737
Categoria F, strade locali ambito urbano		
Soluzione base a 2 corsie di marcia (F1)	1,245	0,74
Soluzione base a 2 corsie di marcia (F2)	1,034	0,806

fE	0,000187	tep/kWh		
h	4200	ore/anno		
PB	0,74	W/m ²	Tab. 3	
AC	337,5	m ²		
AT	14650	m ²		
PTE	7490	W		
RSL RISPARMIO SPECIFICO LORDO	0,000182	tep/m ² /anno		
RNC RISPARMIO NETTO CONTESTUALE	2,67	tep/anno	14,4	MWh
RNA	4,41			
RNI	7,08	< 20 tep soglia minima		

Coefficiente di additionalità ² :	$a = 100 \%$
Coefficiente di durabilità ² :	$\tau = 2,65$
Quote annue dei risparmi di energia primaria [tep/a] ² :	
Risparmio netto contestuale (RNC)	$RNC = a \cdot RSL \cdot A_T$
Risparmio netto anticipato (RNA)	$RNA = (\tau - 1) \cdot RNC$
Risparmio netto integrale (RNI)	$RNI = RNC + RNA = \tau \cdot a \cdot RSL \cdot A_T$

TEE - Titoli di Efficienza Energetica

Come posso ottenere i requisiti minimi per poter accedere al meccanismo dei certificati bianchi se con un solo progetto non raggiungo i valori minimi di soglia?

- ➔ **PLURARITA' DI PROGETTI RENDICONTABILI TRAMITE LA MEDESIMA SCHEDA TECNICA E PROPOSTI DA UN SOGGETTO UNIVOCO** - la soglia limite è quella di riferimento per la scheda tecnica di rendicontazione

- ➔ **UN UNICO SOGGETTO CLIENTE CON UNA PLURARITA' DI INTERVENTI** - progetti a consuntivo, ovvero soglia minima 60 TEP

CASE STUDY : Scheda 6T – Isolamento delle pareti e delle coperture *

Metodo di valutazione Standardizzato: il risparmio specifico lordo annuo dell'intervento viene quantificato attraverso la determinazione dei risparmi relativi ad una singola **unità fisica di riferimento (UFR)** senza procedere a misure dirette



1 m² di superficie isolata

* Si può considerare inoltre la scheda **20T - Isolamento termico delle pareti e delle coperture per il raffrescamento estivo in ambito domestico e terziario**

Vita utile: $U = 8$ anni

Vita tecnica: $T = 30$ anni

Settore di intervento: domestico, terziario ufficio, terziario commercio, terziario istruzione; terziario ospedaliero

Tipo di utilizzo: solo riscaldamento

Destinazione d'uso edificio: uffici, scuole, commercio

RSL [10^{-3} tep/anno/UFR]	K struttura prima dell'intervento [$W/m^2/K$]					
	0,7÷0,9	0,9÷1,1	1,1÷1,3	1,3÷1,6	1,6÷1,8	>1,8
A, B	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0
C	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0
D	1,1	1,5	1,9	2,4	3,1	3,8
E	1,8	2,5	3,2	3,9	5,1	6,2
F	2,7	3,7	4,8	5,9	7,5	9,3

Coefficiente di addizionalità ² :	$a = 100 \%$
Coefficiente di durabilità ² :	$\tau = 2,91$
Quote annue dei risparmi di energia primaria [tep/a] ² :	
Risparmio netto contestuale (RNc)	$RNc = a \cdot RSL \cdot N_{UFR}$
Risparmio netto anticipato (RNa)	$RNa = (\tau - 1) \cdot RNc$
Risparmio netto integrale (RNI)	$RNI = RNc + RNa = \tau \cdot a \cdot RSL \cdot N_{UFR}$

TEE - Titoli di Efficienza Energetica

Tipo di TEE riconosciuti all'intervento:

- tipo II per risparmi ottenuti con isolamenti effettuati in edifici con impianto di riscaldamento a gas
- tipo III per risparmi ottenuti con isolamenti effettuati in edifici con impianto di riscaldamento a gasolio

Gli interventi di isolamento considerati ammissibili devono essere effettuati con coibente di qualità e spessore aventi resistenza termica superiore ai valori indicati:

Zona climatica	Resistenza minima ammissibile [m ² K/W]
A, B	0,9
C	1,0
D	1,1
E	1,2
F	1,3

Valori di resistenza R dell'isolante devono essere deducibili dalla relativa documentazione tecnica indicante la conducibilità λ e lo spessore d

$$R = d/\lambda \text{ [m}^2\text{K/W]} > R_{\text{tab}}$$

TEE - Titoli di Efficienza Energetica

ESEMPIO: Scuola Materna

Destinazione d'uso edificio: uffici, scuole, commercio

RSL [10^{-3} tep/anno/UFR]	K struttura prima dell'intervento [$W/m^2/K$]					
	0,7÷0,9	0,9÷1,1	1,1÷1,3	1,3÷1,6	1,6÷1,8	>1,8
A, B	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0
C	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0
D	1,1	1,5	1,9	2,4	3,1	3,8
E	1,8	2,5	3,2	3,9	5,1	6,2
F	2,7	3,7	4,8	5,9	7,5	9,3



\	Trasmittanza ante intervento [$W/(m^2K)$]	Superfici [m^2]	scheda 6T		scheda 20T	
			RSL [10^{-3} tep/anno/UFR]	RNI [tep/anno]	RSL [10^{-3} tep/anno/UFR]	RNI [tep/anno]
parete 1	1,26	41	3,2	0,38	0,4	0,05
parete 2	0,50	85				
parete 3	1,76	10	5,1	0,15	0,6	0,02
parete 4	1,04	149	2,5	1,08	0,3	0,13
parete 5	1,04	156	2,5	1,13	0,3	0,14
parete 6	1,76	20	5,1	0,30	0,6	0,04
parete 7	1,26	39	3,2	0,36	0,4	0,05
		500		3,41		0,41

< 20 tep soglia minima

TEE - Titoli di Efficienza Energetica

CONTO TERMICO

D.M: 28/12/12: incentivazione di interventi di piccole dimensioni per **l'incremento dell'efficienza energetica** e per la **produzione di energia termica** da fonti rinnovabili.

Interventi incentivabili:

- Efficientamento dell'involucro di edifici esistenti (coibentazione pareti e coperture, sostituzione serramenti e installazione schermature solari)
- Sostituzione di impianti esistenti per la climatizzazione invernale con impianti a più alta efficienza (caldaie a condensazione)
- sostituzione/installazione di impianti alimentati da fonti rinnovabili (pompe di calore, caldaie, stufe e camini a biomassa, impianti solari termici)

Soggetti ammessi:

- Amministrazioni pubbliche
- Soggetti privati, intesi come persone fisiche, condomini e soggetti titolari di reddito di impresa o di reddito agrario

Incentivo calcolato in base alla tipologia di intervento in funzione dell'incremento di efficienza energetica conseguibile e/o dell'energia producibile da fonti rinnovabili

TEE - Titoli di Efficienza Energetica

Intervento	Durata (anni)	Costo massimo ammissibile C_{max}	Valore massimo incentivo totale I_{max} (€)
Isolamento di superfici opache Tipo 1.A	5	80 - 250 €/m ² *	250.000
Sostituzione di chiusure trasparenti Tipo 1.B	5	zone climatiche A, B, C: 350 €/m ²	45.000
		zone climatiche D, E, F: 450 €/m ²	60.000
Sostituzione di generatori con apparecchi a condensazione Tipo 1.C	5	$P_n \leq 35$ kW: 160 €/kW	2.300
		$P_n > 35$ kW: 130 €/kW	26.000
Installazione di sistemi di schermatura e/o ombreggiamento Tipo 1.D	5	schermature: 150 €/m ²	20.000
		meccanismi di regolazione: 30 €/m ²	3.000

* In funzione del tipo di struttura: copertura, pavimenti o pareti.

TEE - Titoli di Efficienza Energetica

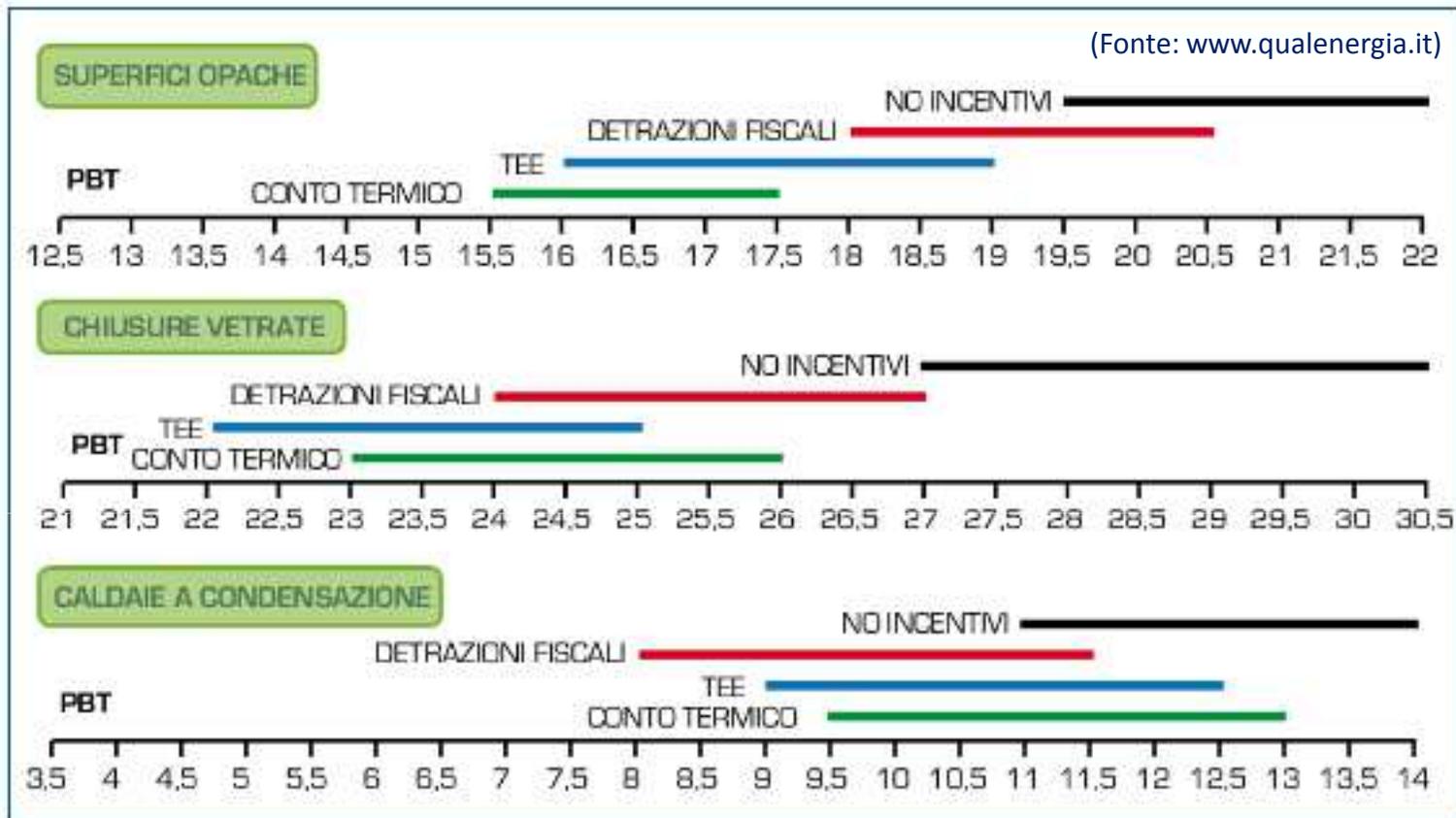
Tabella 9 - Strutture opache: valori necessari per il calcolo dell'incentivo

[Tabella 3 – Allegato I - DM 28.12.12]		
Tipologia di intervento	Costo massimo (C_{max})	Valore massimo dell'incentivo I_{max} [€]
a) Strutture opache orizzontali ²⁰ : isolamento coperture		(a+b+c) ≤ 250.000
Esterno	200 €/m ²	
Interno	100 €/m ²	
Copertura ventilata	250 €/m ²	
b) Strutture opache orizzontali: isolamento pavimenti		
Esterno	120 €/m ²	
Interno	100 €/m ²	
c) Strutture opache verticali: isolamento pareti perimetrali		
Esterno	100 €/m ²	
Interno	80 €/m ²	
Parete ventilata	150 €/m ²	

superficie complessiva [m ²]	500
costo intervento [€]	63.000
costo specifico [€/m ²]	126
C max [€/m²]	100
incentivo corrisposto GSE [€]	20.000
5 rate annuali [€]	4.000



TEE - Titoli di Efficienza Energetica

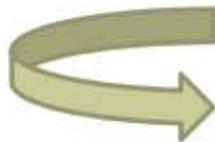


In generale il conto termico premia gli interventi di piccole dimensioni rispetto agli altri sistemi di incentivazione

CASE STUDY : Cogenerazione e Teleriscaldamento

COGENERAZIONE e TEE – Quadro Normativo di riferimento

- DM 20.07.2004 Definisce obiettivi quantitativi di risparmio di energia primaria in capo a distributori di energia elettrica e di gas naturale e introduce il sistema dei TEE
- DM 28.12.2012 Nuovi obiettivi quantitativi di risparmio di energia primaria per il quadriennio 2013-2016



SCHEDE TECNICHE per la quantificazione dei risparmi di energia primaria

anche per la cogenerazione, così come per diverse altre tecnologie atte a promuovere il risparmio energetico, sono state redatte opportune schede tecniche che aiutano a rendicontare il risparmio di energia primaria che viene realmente conseguito

- Scheda 21T Applicazione nel settore civile di piccoli sistemi di cogenerazione per la climatizzazione degli ambienti e la produzione di ACS
- Scheda 22T Applicazione nel settore civile di sistemi di teleriscaldamento per la climatizzazione degli ambienti e la produzione di ACS

TEE - Titoli di Efficienza Energetica

COGENERAZIONE e TEE – Bilancio Energetico come da Scheda 22T

Metodo di valutazione Analitico, ovvero i consumi ed i vettori energetici ivi prodotti devono essere rendicontati anno per anno durante il periodo di incentivazione

DATI TECNICI DEL COGENERATORE

dati di consumo del cogeneratore (mc/h)	150,9
potenza elettrica di targa (kW)	526
recupero termico del cogeneratore (kW)	654
ore di funzionamento in cogenerazione	3.200

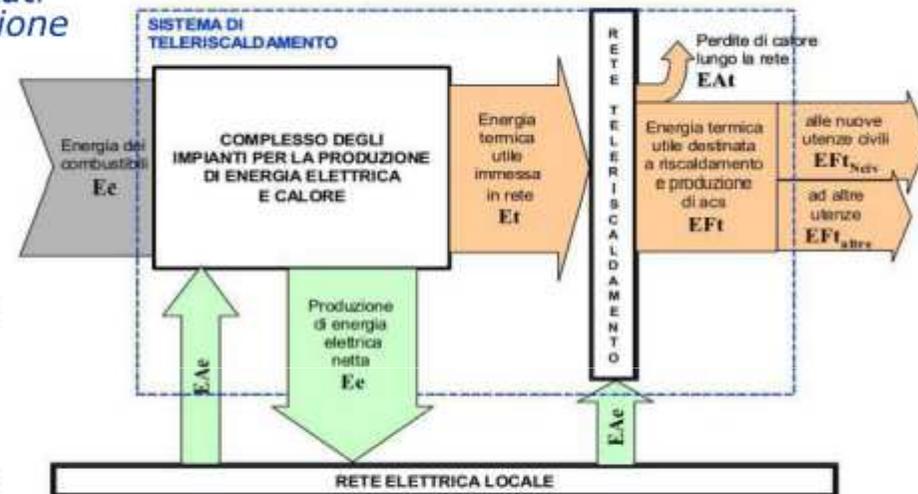
ENERGIA DEL COMBUSTIBILE

equivalente gas metano (MWh)	7.643	Ec
energia primaria equivalente (tep)	657	EPc

ENERGIA TERMICA

potenza termica media delle utenze (kW)	70	Pn
energia termica fornita alle utenze (MWh)	2.893	Eft
perdita di calore lungo la rete TLR (MWh)	1.949	EAt
rendimento minimo di legge	81%	$\eta_{t,R}$
energia primaria equivalente (tep)	308	Ept

energia primaria equivalente prodotta (tep)	562	EP
energia primaria equivalente assorbita (tep)	657	EPtlr
indice di risparmio energetico	-0,17	IREtlr

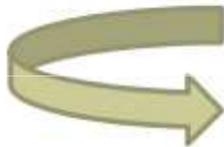


ENERGIA ELETTRICA

fattore di conversione (tep/MWh)	0,187	f_E
energia elettrica netta prodotta (MWh)	1.633	Ee
energia elettrica assorbita dalla rete (MWh)	269	E Ae
energia primaria equivalente (tep)	255	EPe
energia termica risparmiata (tep)	-51,8	RNt
energia elettrica risparmiata (tep)	-43,0	RNe
certificati bianchi accreditabili	0	TEE

TEE - Titoli di Efficienza Energetica

- DLgs 20/2007 Recepisce la Direttiva 2004/8/CE e ridefinisce i criteri sotto cui la cogenerazione si può considerare ad Alto Rendimento
- DM 04.08.2011 Decreto attuativo del DLgs 20/07 con cui si determinano le soglie dei criteri minimi - **PES** - entro cui la cogenerazione può definirsi Cogenerazione ad Alto Rendimento (CAR)
- DM 05.09.2011 Promozione della Cogenerazione ad Alto Rendimento basata sulla domanda di calore utile



Gli impianti CAR hanno diritto ad un'incentivazione conferita per mezzo del sistema dei TEE

CB per impianti CAR, ovvero TEE del II tipo (gas naturale)

Il regime incentivante introdotto dal DM 05.09.2011 si applica alle nuove unità entrate in esercizio dopo il 7 marzo 2007, che già non usufruiscono di altri regimi o agevolazioni e riconosce un periodo di diritto all'emissione di CB pari a 10 anni dalla data di entrata in esercizio dell'impianto di cogenerazione.

Inoltre, se all'impianto è associata una rete di teleriscaldamento, l'incentivo viene riconosciuto per ulteriori 5 anni.

Anche le unità esistenti prima del 7 marzo 2007 possono accedere a tale incentivazione, ma in una forma ridotta del 30% e se contestualmente non hanno goduto di altre agevolazioni.

TEE - Titoli di Efficienza Energetica

COGENERAZIONE e TEE – Indice di Risparmio Energetico (PES)

Quando un impianto può definirsi CAR?



PES - Primary Energy Saving

Valuta la bontà di una sezione di cogenerazione in funzione della produzione combinata di energia elettrica e calore e dove l'energia elettrica è valutata in funzione del calore utile effettivamente impiegato

- l'energia elettrica di una sezione di cogenerazione può essere considerata interamente nel calcolo del PES solo se il rendimento globale del sistema è superiore al 75% per i motori a combustione interna, 80% per le turbine a gas a ciclo combinato

$$\eta_{glob} = \frac{E_{th} + E_{el}}{E_{fuel}}$$

- se tale condizione non si verifica bisogna allora introdurre il concetto di macchina virtuale, ovvero un cogeneratore capace di generare la stessa quantità di calore utile, mentre l'energia elettrica e combustibile sono riproporzionati al valore di soglia del rendimento globale del sistema di cogenerazione

> 1 MW elettrico  **PES** ≥ 10%

≤ 1 MW elettrico  **PES** positivo
piccola e microcogenerazione



$$PES = 1 - \frac{E_{fuel}}{\frac{E_{th}}{\eta_{th}} + \frac{E_{el}}{\eta_{el}}}$$

E_{th} recupero termico

E_{el} energia elettrica

E_{fuel} equivalente energetico del combustibile

TEE - Titoli di Efficienza Energetica

COGENERAZIONE e TEE – Incentivazione per gli impianti CAR

Gli impianti CAR hanno diritto ad un'incentivazione conferita per mezzo del sistema dei TEE così come da DM 05.09.2011



nello stesso decreto si precisa i termini dell'incentivazione attribuendo il valore di risparmio in funzione della produzione combinata di energia elettrica e calore a meno del combustibile introdotto nella sezione di cogenerazione

$$RISP = \frac{E_{th}}{\eta_{th}} + \frac{E_{el}}{\eta_{el}} - E_{fuel} \quad \text{in MWh}$$

ed un conseguente valore di Certificati Bianchi riconosciuti

$$CB = RISP \times 0.086 \times K \quad \text{dove } K \text{ è pari a:}$$

$K=1,4$ fino a 1 MW elettrico

$K=1,3$ da 1 a 10 MW elettrici

$K=1,2$ da 10 a 80 MW elettrici

$K=1,1$ da 80 a 100 MW elettrici

$K=1$ oltre 100 MW elettrici

NOTA

a differenza della Scheda 22T dove il confine entro cui va rendicontato il bilancio energetico di un impianto di cogenerazione comprende anche la rete TLR ad esso associata, nel DM 05.09.2011 l'analisi si limita alla sola sezione di cogenerazione senza considerare le perdite di calore lungo la rete TLR stessa

TEE - Titoli di Efficienza Energetica

COGENERAZIONE e TEE – Bilancio Energetico come da DLgs 20/07

A	gas metano consumato dal cogeneratore	473.737	Smc
B	produzione termica del cogeneratore	1.980.325	kWh
C	produzione elettrica del cogeneratore	1.685.684	kWh
D	en.elettrica ceduta alla Rete ENEL	1.594.738	kWh

E	rendimento termico del cogeneratore = $B/A*PCI$	43,26%
F	rendimento elettrico del cogeneratore = $C/A*PCI$	36,82%

	rendimento globale del cogeneratore = $E+F$	80,09%
--	--	---------------

Il rendimento globale del cogeneratore risulta dunque superiore al limite del 75% imposto dal DM 4 agosto 2011

ovvero

tutta l'energia elettrica prodotta è da considerarsi in regime di cogenerazione per il calcolo del PES

G	rendimento termico di riferimento	90%	allegato V - DM 4 agosto 2011
----------	-----------------------------------	------------	-------------------------------

H	- rendimento elettrico base	52,5%	allegato IV - DM 4 agosto 2011
I	- fattore di correzione per condizioni climatiche	0,369%	allegato VI - DM 4 agosto 2011
L	- correzione per perdite rete elettrica	0,945	allegato VII - DM 4 agosto 2011
M		0,925	allegato VII - DM 4 agosto 2011

N	rendimento elettrico di riferimento	49,90%	$= (H+I)*((L*D/C)+(M*D/C))$
----------	-------------------------------------	---------------	-----------------------------

	PES - Primary Energy Saving	17,94%	$= 1 - (1 / (E/G + F/N))$
--	------------------------------------	---------------	---------------------------

	RISP = $(C/N + B/G - A*PCI)/1000$	1.474	MWh
--	---	--------------	-----

	C.B. = $RISP*0,086*K$ dove $K = 1,4$	177	Certificati Bianchi
--	---	------------	----------------------------