

**ARTICOLO 14**

**(L'attestato di prestazione energetica degli edifici)**

1. L'attestato di prestazione energetica contiene le informazioni tecniche relative al sistema edificio-impianto e fornisce all'utente le informazioni sulla qualità energetica dell'edificio nel suo complesso e nei singoli componenti;
2. Il modello dell'attestato è di seguito riportato:

A) FRONTESPIZIO

**ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA n.**  
 rilasciato il .....  
 scadenza il .....

**Informazioni generali dell'edificio**

- Ubicazione: .....
- Proprietà:.....
- Anno di costruzione:.....
- Zona Climatica: .....
- Superficie utile  $A_u$  [m<sup>2</sup>]: .....
- Volume lordo  $V$  [m<sup>3</sup>]: .....
- Rapporto di forma  $S/V$  [m<sup>-1</sup>]: .....
- Identificativi catastali:  
 Comune:..... Sezione:..... Foglio: .....
- Mappale: ..... Sub: .....

**Prestazione energetica globale**

? kWh/m<sup>2</sup>anno  
 ? kWh/m<sup>3</sup>anno

A+									
A									
B									
C									
D									
E									
F									
G									

← **raggiungibile**

Rif. Legislativo = .....

← **attuale**

**Benefici Ambientali**

Emissioni di CO<sub>2</sub> attribuibili all'edificio allo stato attuale: ..... t/anno

Potenziale di riduzione CO<sub>2</sub> ottenibile con interventi migliorativi: ..... t/anno

B) RETRO

ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA		n.																																
<b>Prestazioni energetiche parziali</b>																																		
<p><b>Involucro</b></p> <p>□ kWh/m<sup>2</sup> anno □ kWh/m<sup>3</sup> anno</p> <p>A+ </p> <p>A </p> <p>B </p> <p>C </p> <p>D </p> <p>E </p> <p>F </p> <p>G </p> <p>Valore attuale:..... Valore raggiungibile: ..</p>	<p><b>Impianto per la climatizzazione invernale</b></p> <p>A &lt; 1,03 </p> <p>B 1,03 - 1,11 </p> <p>C 1,11 - 1,19 </p> <p>D 1,19 - 1,49 </p> <p>E 1,49 - 1,80 </p> <p>F 1,80 - 2,10 </p> <p>G &gt; 2,10 </p> <p>Valore attuale:..... Valore raggiungibile: ..</p>																																	
<p><b>Produzione di acqua calda sanitaria</b></p> <p>G  F  E  D  C  B  A </p> <p>Valore attuale:..... Valore raggiungibile: ..</p> <p>□ kWh/m<sup>2</sup> anno □ kWh/m<sup>3</sup> anno</p>																																		
<p><b>Interventi Consigliati</b></p> <p>(*) □ kWh/m<sup>2</sup> anno<sup>2</sup> □ ± kWh/m<sup>3</sup> anno</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>INTERVENTI SULL'INVOLUCRO</th> <th>Energia primaria annua risparmiata (*)</th> <th>Sovraccosto/ Costo intervento</th> <th>Tempo di ritorno (anni)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>INTERVENTI</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>ENERGIE RINNOVABILI</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>CONFIGURAZIONE A CUI SI RIFERISCE IL POTENZIALE MIGLIORAMENTO DEL FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>			INTERVENTI SULL'INVOLUCRO	Energia primaria annua risparmiata (*)	Sovraccosto/ Costo intervento	Tempo di ritorno (anni)					INTERVENTI								ENERGIE RINNOVABILI								CONFIGURAZIONE A CUI SI RIFERISCE IL POTENZIALE MIGLIORAMENTO DEL FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA							
INTERVENTI SULL'INVOLUCRO	Energia primaria annua risparmiata (*)	Sovraccosto/ Costo intervento	Tempo di ritorno (anni)																															
INTERVENTI																																		
ENERGIE RINNOVABILI																																		
CONFIGURAZIONE A CUI SI RIFERISCE IL POTENZIALE MIGLIORAMENTO DEL FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA																																		
<p>Firma, numero e timbro del certificatore:</p>																																		

**ARTICOLO 15**

**(Descrizione del frontespizio)**

1. Il frontespizio contiene le seguenti informazioni:
  - a) Numero, data di rilascio e di scadenza dell'attestato:
  - b) Informazioni generali relative all'edificio:
    - ubicazione;
    - proprietà;
    - anno di costruzione;
    - zona climatica;
    - superficie utile A<sub>u</sub> (definita come superficie netta calpestabile della zona riscaldata);

**ALLEGATO C****Valori limite dell'indice di prestazione energetica****EDIFICI RESIDENZIALI DELLA CLASSE E1, ESCLUSI COLLEGI, CONVENTI, CASE DI PENA E CASERME****Tabella C.1**

Valori limite $EP_{Li}$ dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale espresso in [(kWh/m <sup>2</sup> )/anno]										
Rapporto di forma dell'edificio S/V	Zona climatica									
	A	B		C		D		E		F
	Fino a 600 GG	da 601 GG	a 900 GG	da 901 GG	a 1400 GG	da 1401 GG	a 2100 GG	da 2101 GG	a 3000 GG	oltre 3000 GG
≤ 0.2	8.5	8.5	12.8	12.8	21.3	21.3	34	34	46.8	46.8
≥ 0.9	36	36	48	48	68	68	88	88	116	116

**TUTTI GLI ALTRI EDIFICI****Tabella C.2**

Valori limite $EP_{Li}$ dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale espresso in [(kWh/m <sup>3</sup> )/anno]										
Rapporto di forma dell'edificio S/V	Zona climatica									
	A	B		C		D		E		F
	Fino a 600 GG	da 601 GG	a 900 GG	da 901 GG	a 1400 GG	da 1401 GG	a 2100 GG	da 2101 GG	a 3000 GG	oltre 3000 GG
≤ 0.2	2.0	2.0	3.6	3.6	6	6	9.6	9.6	12.7	12.7
≥ 0.9	8.2	8.2	12.8	12.8	17.3	17.3	22.5	22.5	31	31

I valori limite  $EP_{Li}$  riportati nelle tabelle C.1 e C.2 sono espressi in funzione della zona climatica, e del rapporto di forma dell'edificio S/V dove:

- S [m<sup>2</sup>]: superficie che delimita verso l'esterno (ovvero verso ambienti non dotati di impianto di riscaldamento) il volume riscaldato V;
- V [m<sup>3</sup>]: volume lordo delle parti di edificio riscaldate, definito dalle superfici che lo delimitano.

Per valori di S/V compresi nell'intervallo 0,2 - 0,9 e, analogamente, per numero dei gradi giorno (GG) intermedi ai limiti delle zone climatiche riportati nelle tabelle si procede mediante interpolazione lineare.

Per le località caratterizzate da un numero di GG superiori ai 3001 i valori limite sono determinati per estrapolazione lineare, sulla base dei valori fissati per la zona climatica E, con riferimento al numero di GG propri della località in esame.

## ALLEGATO D

### Rendimenti

#### D.1

##### **Rendimento globale medio stagionale limite dell'impianto termico**

Il rendimento globale medio stagionale dell'impianto termico deve essere superiore al valore fornito dalla seguente espressione:

$$\eta_g = (75 + 3 \cdot \log P_n) \%$$

Dove  $\log(P_n)$  è il logaritmo in base 10 della potenza utile nominale del generatore o dei generatori di calore al servizio del singolo impianto termico, espressa in kW.

Per valori di  $P_n$  superiori a 1000 kW la formula precedente non si applica, e la soglia minima per il rendimento globale medio stagionale è pari a 84%.

#### D.2

##### **Regolazione**

Deve essere prevista almeno una centralina di termoregolazione programmabile per ogni generatore di calore e dispositivi modulanti per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali e nelle singole zone che, per loro caratteristiche di uso ed esposizione possano godere, a differenza degli altri ambienti riscaldati, di apporti di calore solari o comunque gratuiti. Detta centralina di termoregolazione si differenzia in relazione alla tipologia impiantistica e deve possedere almeno i requisiti già previsti all'art. 7 del D.P.R. 412/1993, nei casi di nuova installazione o ristrutturazione di impianti termici.

In ogni caso detta centralina deve:

- essere pilotata da sonde di rilevamento della temperatura interna, supportate eventualmente da una analoga centralina per la temperatura esterna, con programmatore che consenta la regolazione della temperatura ambiente su due livelli di temperatura nell'arco delle 24 ore, nel caso di impianti termici centralizzati;
- consentire la programmazione e la regolazione della temperatura ambiente su due livelli di temperatura nell'arco delle 24 ore, nel caso di impianti termici per singole unità immobiliari.

#### D.3

##### **Rendimento globale medio stagionale limite dell'impianto termico per edifici pubblici o ad uso pubblico**

Il rendimento globale medio stagionale dell'impianto termico deve essere superiore al valore fornito dalla seguente espressione:

$$\eta_g = (75 + 4 \cdot \log P_n) \%$$

Dove  $\log(P_n)$  è il logaritmo in base 10 della potenza utile nominale del generatore o dei generatori di calore al servizio del singolo impianto termico, espressa in kW.

Per valori di  $P_n$  superiori a 1000 kW la formula precedente non si applica, e la soglia minima per il rendimento globale medio stagionale è pari a 87%.

## ALLEGATO E

### Sostituzione del generatore di calore o della pompa di calore

#### E.1

##### Rendimento termico utile per nuovi generatori di calore

I nuovi generatori di calore a combustione devono presentare un valore del rendimento termico utile, in corrispondenza di un carico pari al 100% della potenza termica utile nominale, maggiore o uguale al valore limite calcolato con la seguente espressione:

$$\eta_u = (90 + 2 \cdot \log P_n) \%$$

Dove  $\log(P_n)$  è il logaritmo in base 10 della potenza utile nominale del generatore o dei generatori di calore al servizio del singolo impianto termico, espressa in kW.

Per valori di  $P_n$  superiori a 400 kW si applica il limite massimo corrispondente a 400 kW.

#### E.2

##### Rendimento termico utile per nuove pompe di calore elettriche

Le nuove pompe di calore elettriche devono presentare un valore del rendimento termico utile, in condizioni nominali riferito all'energia primaria, maggiore o uguale al valore limite calcolato con la seguente espressione:

$$\eta_u = (90 + 3 \cdot \log P_n) \%$$

Dove  $\log(P_n)$  è il logaritmo in base 10 della potenza utile nominale del generatore o dei generatori di calore al servizio del singolo impianto termico, espressa in kW.

Per il fattore di conversione tra energia elettrica ed energia primaria si fa riferimento al D.Lgs 115/2008. Per gli aggiornamenti di tali valori si fa riferimento agli aggiornamenti del già citato D.Lgs 115/2008 o alle delibere dell'Autorità per l'energia.

#### E.3

##### Regolazione

Nella sostituzione dei generatori di calore o pompe di calore devono essere previste almeno una centralina di termoregolazione programmabile per ogni sistema di generazione di calore. Detta centralina di termoregolazione si differenzia in relazione alla tipologia impiantistica e deve possedere almeno i requisiti già previsti all'art. 7 del D.P.R. 412/1993.

Devono essere inoltre previsti dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali o nelle zone aventi caratteristiche di uso ed esposizioni uniformi, al fine di non determinare sovrariscaldamento per effetto degli apporti solari e degli apporti gratuiti interni.

#### E.4

##### Potenza massima

Nel caso di installazioni di generatori con potenza al focolare maggiore del valore preesistente o di pompe di calore di potenza elettrica superiori al valore preesistente, l'aumento di potenza deve

essere motivato con la verifica dimensionale dell'impianto di riscaldamento.

#### **E.5**

#### **Rendimento termico utile per nuovi generatori di calore (problematiche connesse alla sicurezza)**

I nuovi generatori di calore a combustione devono presentare un valore del rendimento termico utile, in corrispondenza di un carico pari al 30% della potenza termica utile nominale, maggiore o uguale al valore limite calcolato con la seguente espressione:

$$\eta_u = (85 + 2 \cdot \log P_n) \%$$

Dove  $\log(P_n)$  è il logaritmo in base 10 della potenza utile nominale del generatore o dei generatori di calore al servizio del singolo impianto termico, espressa in kW.

Per valori di  $P_n$  superiori a 400 kW si applica il limite massimo corrispondente a 400 kW.

**ALLEGATO F**  
**Guida alla raccolta dei dati**

**F.1****DATI RELATIVI ALLE STRUTTURE**

Documentazione da richiedere	
Piante:	
Prospetti:	
Sezioni:	
Altro:	

Generalità	
Referente:	Nome:
	Telefono:
	e-mail:
Indirizzo:	Località:
	Comune:
	Provincia:
	CAP:
Zona climatica:	
Gradi giorno:	
Ulteriori informazioni:	

Dati sull'edificio	
Uso:	
Tipologia edificio (es: torre, schiera, edificio isolato, etc.):	
Anno di costruzione:	
N° piani:	
Altezza interpiano:	Piano terra: Piano 1: Piano 2: .....
Presenza di locali (semi)interrati:	
Presenza di locali non riscaldati:	
Presenza di locali ammezzati:	
Altro:	

<b>Tipologia delle strutture opache</b>	
<b>STRUTTURE VERTICALI</b>	
Strutture esterne:	Tipologia 1: Tipologia 2: Tipologia 3: .....
Strutture su locali non riscaldati:	Tipologia 1: Tipologia 2: Tipologia 3: .....
Ulteriori informazioni:	

<b>Tipologia delle strutture opache</b>	
<b>STRUTTURE ORIZZONTALI</b>	
Solaio piano terra:	Tipologia 1: Tipologia 2: Tipologia 3: .....
Solaio su locali non riscaldati:	Tipologia 1: Tipologia 2: Tipologia 3: .....
Solaio di copertura:	Tipologia 1: Tipologia 2: Tipologia 3: .....



**F.2****RILIEVO DATI CENTRALE TERMICA****Indirizzo**

Via

Int.

Comune

**Sistema di riscaldamento:**

AUTONOMO

CENTRALIZZATO

**Alimentazione centrale termica:**

GAS METANO

GASOLIO

OLIO FLUIDO

**Gestione di calore:**

	Marca	Modello	Matr.	Pot. Focolare	Pot. Utile	Anno*
1						
2						
3						
4						

**Bruciatori:**

	Marca	Modello	Matr.	Tensione e sistema di alimentazione	Pot. Elettrica assorbita	Anno*
1						
2						
3						
4						

**Termoregolazioni**

	Marca centralina	Modello	Numero vie valvole	Descrizione circuito idraulico
1				
2				
3				
4				

**Circolatori**

	Tipo	Marca	Modello	Tensione e sistema di alimentazione	Pot. Elettrica assorbita	Descrizione circuito idraulico
1						
2						
3						
4						

(\*) L'anno richiesto si riferisce alla sostituzione o alla più recente manutenzione dell'elemento considerato

**Note:**

--

**F.3****RILIEVO DATI IMPIANTO DI PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA****Sistema di produzione:**
 indipendente

 con caldaia riscaldamento
**Alimentazione centrale:**
 GAS METANO

 GASOLIO

 OLIO FLUIDO

 ELETTRICITA
**Tipologia di apparecchio:**


Generatore istantaneo:

Tipo B con pilota permanente

Tipologia B senza pilota

Tipo C

Note:

Generatore ad accumulo:

Tipo B con pilota permanente

Tipologia B senza pilota

Tipo C

Note:

Accumulatore a riscaldamento indiretto:

A serpentino

A camicia

Note:

**Tipo di distribuzione**
 con ricircolo

 senza ricircolo

Anno installazione

Temperatura di mandata

**F.4****DATI RELATIVI ALL'IMPIANTO DI RISCALDAMENTO****Regolazione**

Tipo di conduzione:

- Continua con attenuazione notturna
- Ore attenuazione notturne
  - Ore attenuazione diurne
  - Temperature di attenuazione
  -
- Intermittente
- Ore spegnimento notturne
  - Ore spegnimento diurne
- Centralina climatica in centrale termica (per impianti centralizzati)
- Tipo
  - Marca
  - Numero dei livelli di programmazione
  - Organi di attuazione
- Regolatori climatici di zona o di unità immobiliari
- Tipo
  - Marca
  - Numero regolatori
  - Numero dei livelli di programmazione
- Regolatori di temperatura ambiente nei singoli locali
- Tipo
  - Marca
  - Numero regolatori
- Dispositivi per la contabilizzazione del calore nelle unità immobiliari (impianti centralizzati)
- Tipo
  - Marca
  - Descrizione

**Distribuzione**

- Colonne montanti e raccordi con i terminali di impianto situati all'interno degli ambienti riscaldati Distribuzione orizzontale da centrale a montanti posta nel piano cantinato
- Colonne montanti e raccordi con i terminali di impianto non isolati termicamente, inseriti in traccia nel paramento interno dei tamponamenti esterni  
Distribuzione orizzontale da centrale a montanti posta nel piano cantinato
- Colonne montanti e raccordi con i terminali inseriti in traccia o intercapedine all'interno dell'isolamento termico dell'edificio e isolati a norma di legge  
Distribuzione orizzontale da centrale a montanti posta nel piano cantinato

**Terminali di impianto**

- Tipologia terminali = ...
- Temperatura = ...

**Condotti per l'espulsione dei prodotti della combustione** Altezza = ... Sezione = ... Posizionamento dell'edificio = ...

## ALLEGATO G

### Metodologie di calcolo

#### G.1

#### FABBISOGNO GLOBALE DI ENERGIA PRIMARIA

Il calcolo per la valutazione del fabbisogno globale di energia primaria per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda per usi igienici e sanitari ( $Q_{p,H,W}$ ) è svolto secondo la norma UNI/TS 11300-2 alla quale si rimanda per una completa trattazione.

Di seguito si riporta la relazione finale:

$$(1) \quad Q_{p,H,W} = \sum Q_{H,c,i} \cdot f_{p,i} + \sum Q_{W,c,j} \cdot f_{p,j} + (Q_{H,aux} + Q_{W,aux} + Q_{INT,aux} - Q_{el,exp}) \cdot f_{p,el} \quad [\text{kWh}]$$

Ove:

- $Q_{H,c,i}$  [kWh]: fabbisogno di energia per il solo riscaldamento ottenuto da ciascun vettore energetico  $i$  (combustibili, energia elettrica, ecc.). Tale termine è calcolato secondo la UNI/TS 11300-1, incrementato delle perdite dovute all'emissione dei corpi scaldanti, alla regolazione, alla distribuzione, all'eventuale accumulo e alla generazione secondo la UNI/TS 11300-2;
- $f_{p,i}$ : fattore di conversione in energia primaria del vettore energetico  $i$ . In prima applicazione si assume il valore unitario per i combustibili fossili;
- $Q_{W,c,j}$  [kWh]: fabbisogno di energia per acqua calda sanitaria ottenuto da ciascun vettore energetico  $j$  (combustibili, energia elettrica, ecc.), valutato facendo riferimento alla UNI/TS 11300-2;
- $f_{p,j}$ : fattore di conversione in energia primaria del vettore energetico  $j$ . In prima applicazione si assume il valore unitario per i combustibili fossili;
- $Q_{H,aux}$  [kWh]: fabbisogno di energia elettrica per gli ausiliari degli impianti di riscaldamento, valutato facendo riferimento alla UNI/TS 11300-2;
- $Q_{W,aux}$  [kWh]: fabbisogno di energia elettrica per gli ausiliari degli impianti di produzione acqua calda sanitaria, valutato facendo riferimento alla UNI/TS 11300-2;
- $Q_{INT,aux}$  [kWh]: fabbisogno di energia elettrica per gli ausiliari di eventuali sistemi che utilizzano energie rinnovabili e/o di cogenerazione. Tale termine, nel caso di impianti di nuova progettazione può essere ottenuto sulla base dei dati di progetto e delle caratteristiche degli ausiliari dichiarate dal costruttore. Per impianti esistenti si devono reperire i dati di targa oppure si deve ricorrere a misure in campo qualora necessiti un ristretto margine di errore. Qualora, quanto prima esposto non possa essere attuato, si può ricorrere a stime basate sulle portate, prevalenze e rendimenti delle pompe e dei ventilatori come suggerito nella UNI/TS 11300-2;
- $Q_{el,exp}$  [kWh]: energia elettrica esportata dal sistema (solare fotovoltaico, cogenerazione) per un ammontare non superiore a quella impegnata da tutti gli ausiliari dei vari impianti per il riscaldamento e la produzione di acqua calda;
- $f_{p,el}$ : fattore di conversione in energia primaria dell'energia ausiliaria elettrica, il cui valore è precisato nel D.Lgs 30 maggio 2008 n. 115 e ss.mm.ii o al provvedimento dell'Autorità per

l'energia ed il gas e ss.mm.ii.

L'equazione (1) consente inoltre di valutare il fabbisogno di energia primaria separatamente per il solo riscaldamento e per la produzione di acqua calda sanitaria.

Per il solo riscaldamento si ottiene:

$$(2) \quad Q_{p,H} = \sum Q_{H,c,i} \cdot f_{p,i} + (Q_{H,aux} + Q_{INT,aux} - Q_{el,exp}) \cdot f_{p,el} \quad [\text{kWh}]$$

Analogamente, per la produzione di acqua sanitaria:

$$(3) \quad Q_{p,W} = \sum Q_{W,c,j} \cdot f_{p,j} + (Q_{W,aux} + Q_{INT,aux} - Q_{el,exp}) \cdot f_{p,el} \quad [\text{kWh}]$$

Il significato dei simboli è quello sopra precisato.

## G.2

### SOLARE FOTOVOLTAICO

La metodologia di calcolo è ripresa dalla norma UNI EN 15316-4-6 e ss.mm.ii.

Il contributo energetico dovuto all'impianto fotovoltaico  $Q_{el,exp}$  è espresso da:

$$Q_{el,exp} = \frac{E_{sol} \cdot P_{pk} \cdot f_{perf}}{I_{ref}} \quad [\text{kWh/anno}]$$

Ove:

- $E_{sol}$  [(kWh/m<sup>2</sup>)/anno]: irradiazione totale annua incidente sulla superficie dell'impianto. Il valore di tale grandezza si ottiene da quello incidente annualmente su una superficie orizzontale ( $E_{sol,or}$ ) corretto con un fattore di conversione per inclinazione ( $F_c$ ):

$$E_{sol} = E_{sol,or} \cdot F_c$$

Nelle tabelle G.2.1 e G.2.2 si riportano rispettivamente l'irradiazione totale annua incidente su una superficie orizzontale (norma UNI 10349) ed il fattore  $F_c$ .

Tabella G.2.1 - Irradiazione totale annuale incidente su una superficie orizzontale.

		Genova	Imperia	Savona	La Spezia
Totale	[(kWh/m <sup>2</sup> )/anno]	1425	1544	1384	1452

Tabella G.2.2 - Fattore di conversione in funzione dell'angolo di inclinazione e dell'azimut: irradiazione annuale compresa tra 1350 [(kWh/m<sup>2</sup>)/anno] e 1450 [(kWh/m<sup>2</sup>)/anno].

Angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale	Orientamento		
	Ovest/Est	Sud - Ovest/Sud - Est	Sud
0	1.00	1.00	1.00
15	0.99	1.06	1.08
30	0.97	1.07	1.10
45	0.92	1.05	1.08
60	0.86	0.98	1.00
90	0.68	0.75	0.72

- $P_{pk}$  [kW]: potenza di picco. Rappresenta la potenza elettrica fornita dall'impianto fotovoltaico in corrispondenza ad un'irradianza  $I_{ref} = 1$  [kW/m<sup>2</sup>] incidente sulla sua superficie con temperatura di 25°C. Questa grandezza è così valutabile:

$$P_{pk} = K_{pk} \cdot A \quad [\text{kW}]$$

Ove:

- $A$  [m<sup>2</sup>]: totale superficie dei moduli fotovoltaici (al netto del telaio);
- $K_{pk}$  [kWh/m<sup>2</sup>]: coefficiente della potenza di picco, dipendente dal tipo di moduli fotovoltaici integrati nell'edificio. In assenza di valori forniti dalla casa costruttrice, i valori numerici di  $K_{pk}$  sono reperibili nella già citata norma UNI EN 15316-4-6 e sono comunque riportati in tabella G.2.3.

Tabella G.2.3 - Coefficienti della potenza di picco per differenti moduli fotovoltaici.

Tipo del modulo fotovoltaico	$K_{pk}$ [kW/m <sup>2</sup> ]
Silicio monocristallino <sup>(a)</sup>	0.12 - 0.18
Silicio policristallino <sup>(a)</sup>	0.10 - 0.16
Film sottile di silicio amorfo	0.04 - 0.08
Altri strati di film sottile	0.035
Film sottile di rame - indio - gallio - diselenide	0.105
Film sottile di cadmio - telloride	0.095
(a) con una densità minima del pacco pari all'80%	

- $f_{perf}$ : fattore di efficienza dell'impianto che tiene conto della conversione della corrente da continua in alternata, della temperatura effettiva del modulo e dell'integrazione dei moduli nell'edificio. I valori numerici di tale grandezza, reperibili sempre nella già citata norma UNI EN 15316-4-6, sono comunque riportati in tabella G.2.4:

Tabella G.2.4 - Fattori di efficienza dell'impianto.

Tipo di integrazione dei moduli fotovoltaici nell'edificio	$f_{perf}$
Moduli non ventilati	0.70
Moduli moderatamente ventilati	0.75
Moduli fortemente ventilati o sottoposti a ventilazione forzata	0.80

In presenza di un generatore di calore diverso dalla pompa di calore elettrica o da altri sistemi elettrici, si sottrae al fabbisogno di energia primaria il contributo energetico dovuto all'impianto

fotovoltaico solo per quanto riguarda l'energia elettrica richiesta dagli ausiliari.

Nel caso in cui il generatore sia costituito da una pompa di calore elettrica o altro sistema elettrico, il contributo energetico dovuto all'impianto fotovoltaico può essere al massimo uguale alla totale energia primaria.

### G.3

#### SOLARE TERMICO

La valutazione dell'energia termica fornita dai collettori solari è svolta sulla base della norma UNI EN 15316 - 4-3 e ss.mm.ii.

In tale norma si utilizza il metodo, noto come f-Chart, che prevede il calcolo su base mensile della frazione del fabbisogno soddisfatto dall'impianto solare termico sul totale necessario, mediante l'utilizzo di due parametri adimensionali X e Y. Questi sono correlati rispettivamente al rapporto tra le perdite di calore dei collettori solari con il fabbisogno di calore richiesto e ai guadagni di calore sempre con il fabbisogno di calore richiesto dall'utente.

La relazione che consente di ottenere l'energia termica fornita mensilmente dall'impianto solare ( $Q_{sol,out,m}$ ) è:

$$Q_{sol,out,m} = (aY + bX + cY^2 + dX^2 + eY^3 + fX^3) Q_{sol,us,m} \text{ [kW]}$$

Ove:

- $Q_{sol,us,m}$  [kWh]: fabbisogno mensile per il riscaldamento, per l'acqua calda sanitaria o per entrambi;
- a, b, c, d, e: fattori di correlazione che dipendono dal tipo di impianto;
- f: fattore di correlazione relativo alla radiazione solare diretta;
- X: fattore adimensionale che dipende da numerose variabili quali ad esempio dal volume dell'accumulo, ecc.;
- Y: fattore adimensionale che dipende dalle caratteristiche di efficienza del collettore solare e dall'irradianza sul piano del collettore.

Dell'energia termica prodotta dall'impianto solare  $Q_{sol,us,m}$ , la quota parte finalizzata al riscaldamento degli ambienti è sottratta al termine  $Q_{H,c,i}$  (equazione (2), paragrafo G.2 del presente allegato), mentre la quota parte di finalizzata alla produzione di acqua calda sanitaria è sottratta al termine  $Q_{W,c,j}$  (equazione (3), paragrafo G.2 del presente allegato).

Per lo sviluppo completo del calcolo si rimanda alla sopra citata norma UNI EN 15316-4-3. In tabella G.3.1 si riportano i valori dell'irradiazione media mensile per le province della Regione Liguria.

Tabella G.3.1 - Irradiazione totale  $E_m$  incidente su una superficie inclinata di 45° a Sud

		Genova	Imperia	Savona	La Spezia
Gennaio	[(kWh/m <sup>2</sup> )/mese]	82	96	86	80
Febbraio	[(kWh/m <sup>2</sup> )/mese]	96	108	98	100
Marzo	[(kWh/m <sup>2</sup> )/mese]	133	142	133	138
Aprile	[(kWh/m <sup>2</sup> )/mese]	147	162	144	149
Maggio	[(kWh/m <sup>2</sup> )/mese]	165	177	157	162

Giugno	[(kWh/m <sup>2</sup> )/mese]	167	181	156	172
Luglio	[(kWh/m <sup>2</sup> )/mese]	193	204	184	200
Agosto	[(kWh/m <sup>2</sup> )/mese]	177	187	166	184
Settembre	[(kWh/m <sup>2</sup> )/mese]	151	163	147	156
Ottobre	[(kWh/m <sup>2</sup> )/mese]	135	150	129	129
Novembre	[(kWh/m <sup>2</sup> )/mese]	81	102	89	80
Dicembre	[(kWh/m <sup>2</sup> )/mese]	83	98	85	78

Si possono distinguere i seguenti casi:

- collettori orientati tra SE - SO con inclinazione rispetto all'orizzontale compresa tra: (latitudine - 20°) e (latitudine + 5°), non ombreggiati da alcun ostacolo. I valori di  $E_m$  sono quelli riportati in tabella G.3.1;
- collettori orientati tra E - SE e O - SO, altezza media di un ostacolo sull'orizzonte inferiore a 20°, angolo di inclinazione arbitrario. I valori di  $E_m$  sono quelli riportati in tabella G.3.1 corretti con il termine 0.8;
- per tutti gli altri casi i valori di sono sempre quelli riportati in tabella G.3.1, moltiplicati per un fattore correttivo uguale a 0.8, purché l'orientazione dei collettori sia compresa in un campo di valori di  $\pm 90^\circ$  (tra est e ovest) e l'altezza media di un ostacolo sull'orizzonte sia inferiore a 20° (angolo di inclinazione arbitrario);
- per tutte le altre orientazioni, non si considera alcun contributo di  $E_m$ .

#### G.4

##### MICROCOGENERAZIONE

Quando il sistema cogenerativo è costituito da un'unità dedicata all'edificio al quale fornisce calore, si usa il termine di "micro cogenerazione".

Per la valutazione del consumo di energia primaria ci si riferisce alla norma UNI EN 15316-4-4 e ss.mm.ii.

Nel presente Regolamento ci si riferisce in particolare al caso in cui il sistema cogenerativo fornisce una parte della domanda di energia termica ( $Q_{chp,gen,out}$ ). In tali ipotesi, riprendendo la simbologia della sopra citata normativa, l'energia primaria richiesta ( $E_{chp,gen,in}$ ) è:

$$E_{chp,gen,in} = \frac{Q_{chp,gen,out}}{\eta_{T,ch,an}} \quad [\text{kWh/anno}]$$

Ove:

- $Q_{chp,gen,out}$  [kWh/anno]: calore fornito dalla micro cogenerazione;
- $\eta_{T,ch,an}$ : efficienza termica annuale del microcogeneratore.

Le perdite risultano:

$$Q_{chp,gen,ls} = Q_{chp,gen,out} \left( \frac{1}{\eta_{T,ch,an}} - 1 \right) \quad [\text{kWh/anno}]$$

L'energia elettrica prodotta è ricavabile dalla seguente relazione:

$$Q_{el,chp,out} = E_{chp,gen,in} \cdot \eta_{el,ch,an} \quad [\text{kWh/anno}]$$

Ove

- $\eta_{el,ch,an}$ : efficienza elettrica annuale del microgeneratore.

In assenza di attestati di certificazione rilasciati dai costruttori della macchina, si possono utilizzare in tabella G.4.1, in prima approssimazione, i valori ripresi dalla normativa sopra citata alla quale si rimanda per maggiori dettagli.

Tabella G.4.1 - Efficienza termica ed elettrica per diversi tipi di motori per micro cogenerazione.

	UNITA'	M.C.I. gas	M.C.I. diesel	Microturbin a	Motore Stirling
$\eta_{T,chp,an}$	%	da 45 a 61	da 50 a 60	da 52 a 66	da 61 a 95
$\eta_{el,ch,an}$	%	da 21 a 38	da 30 a 40	da 13 a 32	da 10 a 25
<b>Efficienza totale</b>	%	da 73 a 95	da 78 a 95	da 70 a 90	da 83 a 105

L'energia elettrica prodotta dal gruppo di microcogenerazione contribuisce ad una diminuzione dell'energia primaria dell'edificio per la sola parte di energia elettrica richiesta dagli ausiliari dell'impianto.

## G.5

### POMPE DI CALORE

L'energia elettrica richiesta ( $E_{H,gen,in}$ ) per il funzionamento di una pompa di calore durante il periodo di riscaldamento è valutabile mediante la seguente equazione riferita ad ogni mese di funzionamento:

$$E_{H,gen,in} = \sum_j \frac{Q_{H,gen,out,j} + Q_{H,gen,ls,j}}{COP_{H,HP,j}} + Q_{aux,HP,j} \quad [\text{kWh/anno}]$$

Ove:

- $Q_{H,gen,out,j}$  [kWh/mese]: energia termica richiesta dal sistema di distribuzione;
- $Q_{H,gen,ls,j}$  [kWh/mese]: energia termica dispersa;
- $Q_{aux,HP,j}$  [kWh/mese]: energia elettrica degli ausiliari;
- $COP_{H,HP,j}$ : coefficiente di prestazione della pompa di calore.

La variazione di COP con la temperatura della sorgente interna ed esterna è solitamente fornita dal produttore della pompa di calore. Nel caso in cui le condizioni di funzionamento fossero differenti da quelle previste dal costruttore si può applicare la seguente relazione ripresa dalla norma prEN 15316-4-2 "Method for calculations of system energy requirement and system efficiencies – Part 4-2: Space heating generation systems, heat pump":

$$COP_{H,HP,j} = COP_{std} f_{t,j}$$

Ove:

- $COP_{H,HP,j}$ : coefficiente di prestazione medio mensile in condizioni di effettivo funzionamento;
- $COP_{std}$ : coefficiente di prestazione in condizioni standard di prova;

- $f_{t,j}$ : fattore di correzione mensile, funzione del tipo di pompa di calore. In particolare per:
  - pompe di calore aria – acqua o acqua - acqua:

$$f_{t,j} = \frac{T_{sk,out,opr} \cdot (\theta_{sk,out,std} - \theta_{sc,in,std})}{T_{sk,out,std} \cdot (\theta_{sk,out,opr} - \theta_{sc,in,opr,j})}$$

- pompe di calore aria – aria

$$f_{t,j} = \frac{T_{sk,in,opr} \cdot (\theta_{sk,in,std} - \theta_{sc,in,std})}{T_{sk,in,std} \cdot (\theta_{sk,in,opr} - \theta_{sc,in,opr,j})}$$

ove:

- $T_{sk,out,opr}$  [K]: temperatura superiore del fluido in uscita in condizioni di effettivo funzionamento;
- $T_{sk,out,std}$  [K]: temperatura superiore del fluido in uscita in condizioni standard di prova;
- $T_{sk,in,opr}$  [K]: temperatura superiore del fluido in ingresso in condizioni di effettivo funzionamento;
- $T_{sk,in,std}$  [K]: temperatura superiore del fluido in ingresso in condizioni standard di prova;
- $\theta_{sk,out,opr}$  [°C]: temperatura superiore del fluido in uscita in condizioni di effettivo funzionamento;
- $\theta_{sk,out,std}$  [°C]: temperatura superiore del fluido in uscita in condizioni standard di prova;
- $\theta_{sk,in,opr}$  [°C]: temperatura superiore del fluido in ingresso in condizioni di effettivo funzionamento;
- $\theta_{sk,in,std}$  [°C]: temperatura superiore del fluido in ingresso in condizioni standard di prova;
- $\theta_{sc,in,opr,j}$  [°C]: temperatura inferiore media mensile del fluido in ingresso in condizioni di effettivo funzionamento;
- $\theta_{sc,in,std}$  [°C]: temperatura inferiore del fluido in ingresso in condizioni standard di prova.

Il fabbisogno di energia primaria è ottenuto dalla seguente relazione:

$$Q_{p,H} = E_{H,gen,in} f_{p,el} \quad [\text{kWh/anno}]$$

Ove:

- $f_{p,el}$ : fattore di conversione in energia primaria dell'energia elettrica il cui valore è precisato del D.Lgs 30 maggio 2008, n. 115. Per gli aggiornamenti di tali valori si fa riferimento a quelli del già citato D.Lgs 30 maggio 2008, n. 115 o alle delibere dell'Autorità per l'energia.

Lo stesso procedimento si utilizza per il calcolo del fabbisogno di energia primaria per la produzione di acqua calda sanitaria.

## ALLEGATO H Indici di prestazione energetica

### H.1

#### Indice di prestazione energetica globale

L'indice di prestazione energetica globale per la climatizzazione invernale è definito dal seguente rapporto:

- a) edifici residenziali della classe E1, esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme:

$$EP_{gl} = \frac{Q_{p,H} + Q_{p,W}}{A_u} = EPI + EP_{acs} \quad [(kWh/m^2)/anno]$$

- b) per tutti gli altri edifici:

$$EP_{gl} = \frac{Q_{p,H} + Q_{p,W}}{V} = EPI + EP_{acs} \quad [(kWh/m^3)/anno]$$

Ove:

- $Q_{p,H}$  [kWh]: fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento calcolato secondo l'equazione (2) dell'allegato G, paragrafo G.1;
- $Q_{p,W}$  [kWh]: fabbisogno di energia termica per la produzione di acqua calda sanitaria, calcolato secondo l'equazione (3) dell'allegato G, paragrafo G.1;
- EPI [(kWh/m<sup>2</sup>)/anno], [(kWh/m<sup>3</sup>)/anno]: indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale;
- EP<sub>acs</sub> [(kWh/m<sup>2</sup>)/anno], [(kWh/m<sup>3</sup>)/anno]: indice di prestazione energetica per la produzione di acqua calda sanitaria;
- $A_u$  [m<sup>2</sup>]: superficie utile (definita come superficie netta calpestabile della zona riscaldata);
- $V$  [m<sup>3</sup>]: volume lordo delle parti di edificio riscaldate, definito dalle superfici che lo delimitano.

### H.2

#### Indice di prestazione energetica dell'involucro

L'indice di prestazione energetica dell'involucro è definito dal seguente rapporto:

- a) edifici residenziali della classe E1, esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme:

$$EPI_{inv} = \frac{Q_{H,nd}}{A_u} \quad [(kWh/m^2)/anno]$$

- b) per tutti gli altri edifici:

$$EPI_{inv} = \frac{Q_{H,nd}}{V} \quad [(kWh/m^3)/anno]$$

Ove:

- $Q_{H,nd}$  [kWh]: fabbisogno ideale di energia termica dell'edificio, che tiene conto dei contributi dovuti ai disperdimenti termici per trasmissione, ventilazione e degli apporti gratuiti interni e solari, da valutarsi secondo la norma UNI/TS 11300 -1;

- $A_u$  [m<sup>2</sup>]: superficie utile (definita come superficie netta calpestabile della zona riscaldata);
- $V$  [m<sup>3</sup>]: è il volume lordo delle parti di edificio riscaldate, definito dalle superfici che lo delimitano.

### H.3

#### Indice di prestazione energetica dell'impianto per la produzione di acqua calda sanitaria

L'indice di prestazione energetica dell'impianto per la climatizzazione invernale è definito dal seguente rapporto:

- a) edifici residenziali della classe E1, esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme:

$$EP_{acs} = \frac{Q_{p,W}}{A_u} \quad [(kWh/m^2)/anno]$$

- b) per tutti gli altri edifici:

$$EP_{acs} = \frac{Q_{p,W}}{V} \quad [(kWh/m^3)/anno]$$

Ove:

- $Q_{p,W}$  [kWh]: fabbisogno di energia termica per la produzione di acqua calda sanitaria, secondo l'equazione (3) dell'allegato G, paragrafo G.1;
- $A_u$  [m<sup>2</sup>]: superficie utile (definita come superficie netta calpestabile della zona riscaldata);
- $V$  [m<sup>3</sup>]: volume lordo delle parti di edificio riscaldate, definito dalle superfici che lo delimitano.

### H.4

#### Indice di prestazione energetica dell'impianto per la climatizzazione invernale

L'indice di prestazione energetica dell'impianto per la climatizzazione invernale è definito dal seguente rapporto:

$$\Omega = \frac{Q_{p,H}}{Q_{H,nd}}$$

Ove:

- $Q_{p,H}$  [kWh]: fabbisogno di energia primaria calcolato secondo l'equazione (2) dell'allegato G, paragrafo G.1;
- $Q_{H,nd}$  [kWh]: fabbisogno di energia termica dell'edificio, che tiene conto dei contributi dovuti ai disperdimenti termici per trasmissione, ventilazione e degli apporti gratuiti interni e solari, da valutarsi secondo la norma UNI/TS 11300 -1.

## **ALLEGATO I**

### **Analisi costi - benefici**

#### **I.1**

##### **Finalità**

Lo scopo dell'analisi costi-benefici consiste nel contribuire al raggiungimento dell'efficienza economica, assicurando che le risorse disponibili al conseguimento di un prefissato obiettivo siano investite nel modo più efficiente e siano in grado di produrre il miglior risultato atteso. Tale analisi, applicata alla diagnosi e certificazione energetica consente di effettuare la scelta tra più alternative progettuali a parità di prestazioni energetico-ambientali secondo regole decisionali oggettive.

L'analisi comparata e combinata dei possibili interventi consente inoltre di verificare ed ottimizzare la loro sinergia, rispettando e valorizzando le reciproche interferenze. Tali interventi possono consistere in:

- incremento dell'isolamento termico degli elementi opachi delle chiusure verticali e orizzontali;
- incremento dell'isolamento termico degli elementi trasparenti di involucro;
- incremento delle prestazioni del generatore (sostituzione del generatore di calore);
- miglioramento dei sottosistemi di emissione, distribuzione e regolazione
- approvvigionamento da fonti rinnovabili: integrazione di solare-termico, o pannelli fotovoltaici.

##### **Diagnosi economica**

Per poter condurre efficacemente un'analisi costi – benefici è necessario:

- individuare tutti i costi derivanti ed i benefici generati dalla realizzazione di uno specifico intervento di riqualificazione energetica ipotizzato;
- esplicitare i costi e i benefici sopra individuati in termini monetari;
- scegliere le possibili regole decisionali caratteristiche di una un'analisi costi – benefici

La prima fase di individuazione di tutti i costi e benefici coinvolti nell'analisi è un'operazione fondamentale poiché i progetti di intervento tendono a generare sia costi che benefici non immediatamente evidenti ma di altrettanta importanza, affinché l'analisi condotta sia efficace nel tempo.

Tra i differenti strumenti di valutazione messi a disposizione dall'analisi costi-benefici ne vengono di seguito presentati due:

- tempo di ritorno semplice (SP);
- valore attuale netto (VAN).

Affinché un intervento di riqualificazione energetica risulti economicamente fattibile, è necessario che, rispetto agli indicatori economici scelti, siano verificate le seguenti condizioni:

- $SP < \text{vita utile prevista dell'intervento}$ ;
- $VAN > 0$ .

Di seguito si riportano le relazioni per la valutazione di SP e VAN.

Nella compilazione dell'attestato di prestazione energetica deve essere utilizzato il metodo del tempo di ritorno semplice (SP).

Tempo di Ritorno Semplice (SP)

Il Tempo di Ritorno Semplice (o simple pay-back time) viene definito come il numero di anni necessari affinché i flussi di cassa (escluso il pagamento del debito) eguaglino l'investimento totale, e viene calcolato secondo la seguente equazione di calcolo:

$$SP = \frac{C - IG}{(C_{ener} + C_{capa} + C_{RE} + C_{GHC}) - (C_{O\&M} + C_{fuel})}$$

Ove:

- C: costo iniziale del progetto;
- IG: incentivi e le sovvenzioni;
- $C_{ener}$ : risparmio annuo dovuto alla riduzione del consumo di energia;
- $C_{capa}$ : risparmio annuo dovuto alla riduzione della potenza rispetto ai sistemi di produzione esistenti (minore potenza installata può implicare minori spese di manutenzione o tipologie di contratti coi fornitori diverse);
- $C_{RE}$ : entrate annue legate alla produzione di energia rinnovabile;
- $C_{GHC}$ : entrate annue legate alla riduzione di gas serra;
- $C_{O\&M}$ : costi annui di manutenzione e di utilizzo;
- $C_{fuel}$ : costo annuo del combustibile.

Gli indici sopra elencati devono essere inseriti dal valutatore e contestualizzate allo specifico intervento ricordando che, affinché la soluzione risulti economicamente fattibile, è necessario che SP sia inferiore alla vita utile dell'intervento.

SP fornisce un indicatore finanziario molto semplice che permette di determinare il tempo necessario per recuperare il capitale investito mediante l'analisi dei flussi annui derivanti dallo specifico intervento, tuttavia esso, non valutando i flussi di cassa successivi al tempo di recupero del capitale e non considerando le possibili variazioni della moneta nel tempo, fornisce indicazioni non sempre precise.

Valore Attuale Netto (VAN)

Il VAN costituisce una metodologia di valutazione economico-finanziaria tramite cui si definisce il valore attuale di una serie attesa di flussi di cassa, non solo sommandoli algebricamente ma attualizzandoli sulla base del tasso di rendimento, secondo la seguente relazione:

$$VAN = \sum_{n=0}^N \frac{\bar{C}_n}{(1+r)^n}$$

Ove:

- $\bar{C}_n$ : flusso di cassa al netto delle imposte;
- r: tasso di sconto;
- n: numero di anni di vita del progetto.

Il flusso di cassa al netto delle imposte viene calcolato come:

$$\bar{C}_n = C_n - R_n$$

Ove:

- $C_n$ : flusso di cassa al lordo delle imposte;
- $R_n$ : imposte annuali.

A sua volta, il flusso di cassa al lordo delle imposte,  $C_n$ , viene esplicitato come:

$$C_n = C_{in,n} - C_{out,n}$$

in cui:

- $C_{in,n}$ : flusso di cassa in entrata;
- $C_{out,n}$ : flusso di cassa in uscita.

Per il calcolo dei flussi di cassa, su base annuale si deve dunque tenere conto di tutti i costi (flussi in uscita,  $C_{out,n}$ ) e tutti i ricavi (flussi in entrata,  $C_{in,n}$ ) generati dal progetto.

Per quanto attiene il calcolo dei  $C_{out,n}$ , il flusso di cassa in uscita all'anno 0,  $C_{out,0}$ , è dato da:

$$C_{out,0} = C \cdot (1 - f_d)$$

Ove:

- $C$ : costo iniziale del progetto;
- $f_d$  è il rapporto di indebitamento;

mentre per gli anni seguenti il flusso di cassa in uscita,  $C_{out,n}$ , è calcolato come:

$$C_{out,n} = C_{O\&M} \cdot (1 + r_i)^n + C_{fuel} \cdot (1 + r_e)^n + C_{per} \cdot (1 + r_i)^n$$

in cui:

- $C_{O\&M}$ : costi di manutenzione e di utilizzo;
- $C_{fuel}$ : costo del combustibile;
- $C_{per}$ : costi periodici;
- $R_i$ : tasso di inflazione;
- $R_e$ : tasso di aumento del costo dell'energia.

Per quanto riguarda invece i flussi di cassa in entrata, nell'anno 0,  $C_{in,0}$ , è dato da:

$$C_{in,0} = IG$$

in cui:

- $IG$ : incentivi e le sovvenzioni;

mentre per gli anni seguenti il flusso di cassa in entrata,  $C_{in,n}$ , è:

$$C_{in,n} = C_{ener} \cdot (1 + r_e)^n + C_{capa} \cdot (1 + r_i)^n + C_{RE} \cdot (1 + r_{RE})^n + C_{GHG} \cdot (1 + r_{GHG})^n$$

in cui:

- $C_{ener}$ : risparmio di energia;
- $C_{capa}$ : risparmio dovuto alla riduzione della potenza rispetto ai sistemi di produzione esistenti;
- $C_{RE}$ : entrate legate alla produzione di energia rinnovabile;

- $C_{\text{GHC}}$ : entrate legate alla riduzione di gas serra;
- $r_e$ : tasso di aumento del costo dell'energia;
- $r_i$ : tasso di inflazione;
- $r_{\text{RE}}$ : tasso di aumento di credito legato alle energie rinnovabili;
- $r_{\text{GHG}}$ : tasso di aumento di credito legato alla riduzione di gas serra.

Per poter effettuare un'analisi economica dell'intervento ipotizzato, oltre i costi legati all'intervento stesso, è necessario quindi conoscere alcuni dati macro-economici quali:

- tasso di inflazione,  $r_i$ ;
- tasso di aumento del costo dell'energia,  $r_e$ ;
- l'aliquota sulle imposte,  $t$ .

Anche questi dati devono essere inseriti dal certificatore.

Per il calcolo delle imposte annuali,  $R_n$ , è necessario introdurre il concetto di ammortamento a rate costanti ove si prevede che le rate siano posticipate e la somma ricevuta dal debitore all'inizio ( $t = 0$ ) sia il valore di una rendita a rate costanti. Ciascuna rata è composta dalla somma di una quota capitale,  $Q_{c,n}$ , e di una quota interessi,  $Q_{i,n}$ ; sul capitale residuo si assume che la quota capitale sia progressivamente crescente con il pagamento delle rate.

La quota capitale,  $Q_{c,n}$ , viene calcolata come:

$$Q_{c,n} = \frac{R_n}{(1+i)^{(n-k+1)}}$$

mentre la quota interesse,  $Q_{i,n}$ , viene calcolata come:

$$Q_{i,n} = R_n \cdot \left[ 1 - \frac{1}{(1+i)^{(n-k+1)}} \right]$$

Le imposte annuali,  $R_n$ , che rappresentano il secondo termine di calcolo del flusso di cassa al netto delle imposte, vengono calcolate come:

$$R_n = \left( 1 + \frac{1}{(1+i)^n - 1} \right) \cdot i \cdot C_n$$

in cui:

- $i$ : tasso di interesse periodico;
- $n$ : numero totale delle rate;
- $C_n$ : flusso di cassa al lordo delle imposte.

Il debito residuo nell'anno  $n$  viene calcolato all'ultimo debito la quota di capitale corrispondente.

$$I_n = C_n - Q_{c,n} = \frac{R_n}{i} \cdot \left[ 1 - \frac{1}{(1+i)^{(n-k)}} \right]$$

in cui:

- $C_n$ : flusso di cassa al lordo delle imposte;
- $Q_{c,n}$ : quota capitale;
- $R_n$ : imposte annuali;

- I: tasso di interesse periodico;
- n: numero totale delle rate;
- k: indica la rata k-esima.

Poichè un investimento economico-finanziario risulta conveniente se la ricchezza finale, derivante dall'aver effettuato l'investimento, è superiore alla ricchezza finale che si sarebbe prodotta in assenza dell'investimento, ne segue che un generico investimento è considerato positivo se il suo VAN >0 che significa un valore generato.

Si ricorda infine come l'impiego del VAN applicato al confronto tra soluzioni d'intervento differenti, sia efficacemente percorribile nel caso in cui il periodo di attualizzazione sia lo stesso per tutte le opzioni considerate.

## **ALLEGATO L**

### **Procedura per lo svolgimento delle verifiche a campione sulla conformità dell'attestato di prestazione energetica**

#### **L.1**

##### **OGGETTO DELLE VERIFICHE A CAMPIONE**

Le verifiche a campione sono effettuate, a partire dalla data di entrata in vigore del presente regolamento, sugli attestati trasmessi nel corso dell'anno precedente, alla banca dati della prestazione energetica degli edifici della Regione Liguria.

#### **L.2**

##### **MODALITÀ DI INDIVIDUAZIONE DEL CAMPIONE SOGGETTO A CONTROLLO**

###### ***Attribuzione del punteggio parziale di rischio***

La selezione degli attestati di prestazione energetica da sottoporre a verifica è organizzata in modo da coinvolgere tutti gli attestati trasmessi alla banca dati della prestazione energetica degli edifici della Regione Liguria, prevedendo maggiori probabilità di controllo in base ai seguenti fattori parziali di rischio:

1. numero di certificazioni energetiche trasmesse dal tecnico abilitato ;
2. salto di classe all'interno di un definito intervallo;
3. valori dell'indice di prestazione energetica globale EPgl elevati o molto contenuti.

Ogni attestato è caratterizzato da un "punteggio di rischio totale", ottenuto come somma dei "punteggi di rischio parziali".

Di seguito sono definiti i criteri per l'attribuzione dei punteggi parziali:

###### ***1. Numero di certificazioni energetiche trasmesse dal tecnico abilitato***

Il numero di attestati trasmessi dal tecnico abilitato è calcolato in riferimento all'anno oggetto della verifica.

Ad ogni attestato è assegnato il seguente punteggio parziale:

- Punti 3 se il numero degli attestati trasmessi nell'anno oggetto di verifica è inferiore o uguale a 5 o superiore a 200;
- Punti 2 se il numero degli attestati trasmessi nell'anno oggetto di verifica è superiore a 100 e

inferiore o uguale a 200;

- Punti 1 se il numero degli attestati trasmessi nell'anno oggetto di verifica è superiore a 25 e inferiore o uguale a 100;
- Punti 0 se il numero degli attestati trasmessi nell'anno oggetto di verifica è superiore a 5 e inferiore o uguale a 25.

## 2. Salto di classe all'interno di un definito intervallo

Ad ogni attestato è assegnato il seguente ulteriore punteggio parziale:

- Punti 3 se la differenza tra l'indice di prestazione energetica globale riportata sull'attestato (EPgl) e il valore del medesimo indice che delimita la soglia inferiore della classe energetica di appartenenza è inferiore o uguale a 3%;
- Punti 2 se la differenza tra EPgl e il valore del medesimo indice che delimita la soglia inferiore della classe energetica di appartenenza è maggiore del 3% e inferiore o uguale a 5%;
- Punti 1 se la differenza tra EPgl e il valore del medesimo indice che delimita la soglia inferiore della classe energetica di appartenenza è maggiore del 5% e inferiore o uguale a 10%;
- Punti 0 se la differenza tra EPgl e il valore del medesimo indice che delimita la soglia inferiore della classe energetica di appartenenza è superiore a 10%.

## 3. Valori di EPgl elevati o molto contenuti

Ad ogni attestato è assegnato il seguente ulteriore punteggio parziale:

### Per valori di EPgl elevati:

- Punti 2 se il valore dell'indice di prestazione energetica globale riportata sull'attestato (EPgl) è superiore o uguale a 400 kWh/m<sup>2</sup>anno o 200 kWh/m<sup>3</sup>anno, a seconda della destinazione d'uso;
- Punti 1 se EPgl è compreso tra 300 e 400 kWh/m<sup>2</sup>anno o 150 e 200 kWh/m<sup>3</sup>anno, a seconda della destinazione d'uso;
- Punti 0 se EPgl è inferiore o uguale a 300 kWh/m<sup>2</sup>anno o 150 kWh/m<sup>3</sup>anno, a seconda della destinazione d'uso.

### Per valori di EPgl molto contenuti:

- Punti 3 se la classe energetica individuata nell'attestato è la A+ ovvero la A;
- Punti 2 se la classe energetica individuata nell'attestato è la B;
- Punti 1 se la classe energetica individuata nell'attestato è la C;
- Punti 0 in tutti gli altri casi.

## Attribuzione del punteggio totale di rischio e selezione degli attestati

La selezione degli attestati che sarà sottoposta a verifica avverrà su tutti gli attestati trasmessi alla banca dati in base ad una procedura informatica nella quale ogni attestato trasmesso è conteggiato n+1 volte, dove n è il "punteggio totale di rischio" proprio di ogni attestato calcolato come somma dei punteggi parziali sopra definiti.

**L.3****MODALITA' DI ESECUZIONE DELLE VERIFICHE*****Comunicazione dell'avvio del procedimento***

Il Soggetto incaricato delle verifiche invia la comunicazione di avvio di procedimento finalizzato alla verifica al tecnico abilitato che ha redatto l'attestato in oggetto, all'attuale proprietario dell'immobile a cui l'attestato è riferito e al proprietario indicato nell'attestato (se diverso da quello attuale).

Nel caso di edifici di nuova costruzione il Soggetto verificatore richiede al Comune di pertinenza copia della relazione di conformità all'allegato E del D.Lgs 311/06.

***Definizione della data del sopralluogo***

Il proprietario concorda con il verificatore la data e l'orario del sopralluogo, entro e non oltre 15 giorni dal ricevimento della comunicazione di avvio del procedimento.

Decorsi inutilmente il termine di cui sopra, il Soggetto verificatore diffida il proprietario a fissare la data per il sopralluogo.

Decorsi inutilmente gli ulteriori quindici giorni fissati nella diffida per stabilire la data del sopralluogo, la Regione dispone la revoca dell'attestato, informandone il tecnico abilitato.

***Svolgimento del sopralluogo e verifica degli aspetti tecnici***

La verifica è effettuata da un verificatore dotato di tesserino di riconoscimento, che ne riporta la fotografia, oltre al timbro e alla firma del Dirigente regionale competente.

***Valutazione dei singoli dati rilevati durante il sopralluogo***

Per ogni grandezza oggetto di controllo viene effettuata una valutazione che può comportare un esito positivo o negativo della stessa. La modalità di definizione dell'esito dipende dalla tipologia del dato rilevato:

- ***Valutazione dei parametri definiti da un valore numerico***

Per i parametri definiti da un valore numerico sono state previste due differenti tolleranze: una applicata alla misura effettuata dai verificatori e l'altra applicata al valore dichiarato dal tecnico abilitato.

L'esito della valutazione di queste grandezze si ritiene positivo qualora la differenza tra il valore dichiarato dal tecnico abilitato e quello rilevato dai verificatori rientri nella tolleranza prevista, in caso contrario l'esito è ritenuto negativo.

Il dato dichiarato dal tecnico abilitato risulta essere positivo qualora si verifichino contemporaneamente le due condizioni seguenti:

$$X_{\text{rilevata}} (1+t_i) \geq X_{\text{dichiarata}}(1-t_c)$$

e

$$X_{\text{rilevata}} (1-t_i) \leq X_{\text{dichiarata}}(1+t_c)$$

dove:

- $X_{\text{rilevata}}$  è il valore del parametro rilevato dai verificatori durante il sopralluogo;

- $X_{\text{dichiarata}}$  è il valore del parametro dichiarato dal tecnico abilitato;
- $t_i$  è la tolleranza applicata al valore rilevato dai verificatori (Tab. 1);
- $t_c$  è la tolleranza applicata al valore dichiarato dal tecnico abilitato (Tab. 1).

Tabella 1: Tolleranze ammesse

	Grandezza	U.M.	Tolleranza Verificatori e $[t_i]$	Tolleranza Soggetto certificatore $[t_c]$
<b>Involucro</b>				
	Superficie utile riscaldata	$[m^2]$	3%	5%
	Volume lordo riscaldato	$[m^3]$	3%	5%
	Superficie lorda disperdente	$[m^2]$	3%	5%
	Totale superficie disperdente opaca	$[m^2]$	3%	5%
	Totale superficie disperdente trasparente	$[m^2]$	3%	5%
<b>Impianto</b>				
Sottosistema di generazione <sup>(1)</sup>				
Generatore tradizionale: tipo B, C, aria soffiata, condensazione, aria calda	Potenza termica nominale	kW	0%	
Pompa di calore	Potenza termica nominale	kW	0%	
	COP di riferimento		0%	
	Temperatura pozzo caldo in condizioni di riferimento	$[^{\circ}C]$	0%	
	Temperatura sorgente fredda in condizioni di riferimento	$[^{\circ}C]$	0%	
Cogenerazione	Potenza nominale	$[kW]$	0%	
	Rendimento elettrico	$[%]$	0%	
	Rendimento termico	$[%]$	0%	
Sottosistema di distribuzione				
	Potenza elettrica	$[kW]$	0%	
Sottosistema di accumulo ACS				
	Superficie dell'accumulatore	$[l]$	5%	10%
	Spessore dell'isolante	$[kW]$	5%	10%
Recuperatore di calore				
	Efficienza	$[%]$	0%	
<b>Fonti rinnovabili</b>				
Solare termico				
	Superficie captante	$[m^2]$	3%	5%
	Potenza ausiliari	$[kW]$	0%	
	Volume nominale dell'accumulo	$[l]$	10%	10%
Solare fotovoltaico				
	Superficie captante	$[m^2]$	3%	5%

- Valutazione dei dati derivanti da parametri tabulati

Nel software di calcolo, alcuni valori sono predefiniti in funzione di specifiche soluzioni impiantistiche per le quali il tecnico abilitato è chiamato a selezionare una voce da un elenco

<sup>(1)</sup> Il valore della potenza termica nominale del generatore è desumibile dai dati riportati sulla targa del generatore stesso, dalle schede tecniche fornite dalla casa costruttrice, o dal libretto di centrale (ove obbligatorio).

precostituito.

Per questi casi l'esito del controllo si intende positivo se la soluzione individuata dal tecnico abilitato e quella accertata dal verificatore coincidono, negativo in caso contrario.

Le grandezze accertate in fase di sopralluogo dal verificatore sono le seguenti:

*Tabella 2: Grandezze derivanti da parametri tabulati*

<b>Involucro</b>	
	Ventilazione
	Ricambi orari
<b>Impianto</b>	
Sottosistema di generazione	
	Posizione del generatore di calore
	Tipologia del generatore di calore
	Tipologia di boiler
	Tipo di bruciatore (ove richiesto)
	Combustibile
Sottosistema emissione	
	Tipologia dei terminali di emissione
Sottosistema di regolazione	
	Tipo regolazione
Sottosistema di distribuzione	
	Tipologia del sistema di distribuzione
	Tipo di funzionamento dell'elettropompa
Sottosistema di accumulo ACS	
	Ubicazione
<b>Fonti rinnovabili</b>	
Solare termico	
	Utilizzo
	Tipologia collettore
	Esposizione
Solare fotovoltaico	
	Tipo di modulo
	Esposizione

- Valutazione di parametri coerenti

Per alcuni parametri, è prevista l'indicazione della coerenza del dato dichiarato dal tecnico abilitato rispetto a quanto accertato dai verificatori. Per questi casi l'esito si intende positivo se il valore dichiarato dal tecnico abilitato è coerente con lo stato di fatto, in caso contrario l'esito è negativo.

Questo criterio viene applicato ai seguenti parametri:

*Tabella 3: Parametri coerenti*

<b>Involucro</b>	
	Volume netto
	Trasmittanza termica della superficie disperdente dell'elemento rilevato
	Orientamento dell'elemento rilevato
<b>Impianto</b>	
	Temperatura media dell'acqua nel generatore

	Temperatura di ritorno in caldaia (ove richiesta)
<b>Edificio</b>	
	Interventi migliorativi

**Definizione dei risultati sulla verifica degli aspetti tecnici**

Per ogni attestato controllato, si definisce la seguente funzione penalità:

$$FP = \sum e_i * p_i$$

dove:

- $e_i$  : esito del controllo sull'i-esima grandezza;
- $p_i$ : peso relativo all'errore riferito all'i-esima grandezza.

L'esito del controllo sulla grandezza i-esima,  $e_i$ , è definito sulla base delle modalità sopra riportate.

In particolare, in riferimento alla valutazione sulla grandezza i-esima,  $e_i$  assume valore 0 nel caso di verifica positiva e 1 nel caso di verifica negativa.

Il peso attribuito all'errore riferito all'i-esima grandezza,  $p_i$ , è definito nelle Tabelle 4, 5 e 6.

*Tabella 4: Peso attribuito all'errore sui parametri definiti da valori numerici*

	Grandezza errata	Peso dell'errore $p_i$
<b>Involucro</b>		
	Superficie utile riscaldata	5
	Volume lordo riscaldato	5
	Superficie lorda disperdente	3
	Totale superficie opaca disperdente	3
	Totale superficie trasparente disperdente	3
<b>Impianto</b>		
Sottosistema di generazione		
Generatore tradizionale: tipo B, C, aria soffiata, condensazione, aria calda	Potenza termica nominale	5
Pompa di calore	Potenza termica nominale	2
	COP	5
	Temperatura pozzo caldo in condizioni di riferimento	5
	Temperatura sorgente fredda in condizioni di riferimento	5
Cogenerazione	Potenza nominale	2
	Rendimento elettrico	5
	Rendimento termico	5
Sottosistema di distribuzione		
	Potenza elettrica	2
Sottosistema di accumulo ACS		
	Superficie dell'accumulatore	2
	Spessore dell'isolante	3
Recuperatore di calore		
	Efficienza recuperatore di calore	4
<b>Fonti rinnovabili</b>		

Solare termico		
	Superficie captante	4
	Potenza ausiliari	2
	Volume nominale accumulo	2
Solare fotovoltaico		
	Superficie captante	4

Tabella 5: Peso attribuito all'errore sui parametri tabulati

	Grandezza errata	Peso dell'errore $p_i$
<b>Involucro</b>		
	Ventilazione	6
	Ricambi orari	6
<b>Impianto</b>		
Sottosistema di generazione		
	Ubicazione del generatore di calore	6
	Tipologia del generatore di calore	4
	Tipologia di funzionamento dell'impianto di acqua calda sanitaria	4
	Tipo di bruciatore (ove richiesto)	4
	Combustibile	6
Sottosistema emissione		
	Tipologia dei terminali di emissione	6
Sottosistema di regolazione		
	Tipo regolazione	4
Sottosistema di distribuzione		
	Tipologia del sistema di distribuzione	2
	Tipo di funzionamento elettropompa	4
Sottosistema di accumulo ACS		
	Ubicazione	4
<b>Fonti rinnovabili</b>		
Solare termico		
	Utilizzo	6
	Tipologia collettore	4
	Esposizione	4
Solare fotovoltaico		
	Tipo di modulo	4
	Esposizione	4

Tabella 6: Peso attribuito all'errore sul singolo parametro coerente

	Grandezza errata	Peso dell'errore $p_i$
<b>Involucro</b>		
	Volume netto	4
	Trasmittanza termica della superficie disperdente dell'elemento rilevato	6
	Orientamento dell'elemento rilevato	2
<b>Impianto</b>		
	Temperatura media dell'acqua nel generatore	4

	Temperatura di ritorno in caldaia (ove richiesta)	4
<b>Edificio</b>		
	Interventi migliorativi	2

Affinché l'esito tecnico del controllo sia **positivo** occorre siano verificate contemporaneamente le seguenti condizioni:

- Funzione penalità  $FP \leq 20$ ;
- Superficie utile<sub>dichiarata</sub>  $\leq (1+0,15)$  Superficie utile<sub>rilevata</sub>;
- Volume lordo<sub>dichiarato</sub>  $\geq (1-0,20)$  Volume lordo<sub>rilevato</sub>;
- Potenza termica nominale<sub>dichiarata</sub>  $\geq (1-0,40)$  Potenza termica nominale<sub>rilevata</sub>;
- $COP_{dichiarato} \leq (1+0,50) COP_{rilevato}$ ;
- Superficie solare termico<sub>dichiarata</sub>  $\leq (1+0,30)$  Superficie solare termico<sub>rilevata</sub>;
- Superficie solare fotovoltaico<sub>dichiarata</sub>  $\leq (1+0,30)$  Superficie solare fotovoltaico<sub>rilevata</sub>.

Oltre al mancato rispetto delle condizioni di cui sopra, l'esito tecnico si intende in ogni caso **negativo** qualora il tecnico abilitato, in assenza di documentazione tecnica che ne giustifichi il cambiamento, abbia modificato qualsivoglia dato numerico predefinito proposto dalla procedura di calcolo e ciò abbia comportato il raggiungimento di una classe energetica migliore rispetto a quella di effettiva appartenenza.

#### L.4

##### Accertamento della violazione e processo verbale

Qualora a seguito della verifica effettuata, ARE accerti la violazione di norme che prevedono l'irrogazione delle sanzioni amministrative previste dalla legge regionale n. 22/2007 e ss.mm.ii, redige apposito processo verbale. Il processo verbale di accertamento viene notificato da ARE agli interessati e viene altresì trasmesso alla Regione Liguria, autorità competente ad irrogare la sanzione.

Per l'accertamento e l'applicazione delle sanzioni amministrative di competenza regionale si applica quanto previsto dalla L.R. 2 dicembre 1982, n. 45 e dalla L.R. 25 novembre 2009, n. 56.