

ALLEGATO A

**Normativa tecnica e giuridica di
riferimento**

UNI

- UNI 8065 - Trattamento dell' acqua negli impianti termici ad uso civile;
- UNI 10339 - Impianti aeraulici ai fini di benessere -Generalità, classificazione e requisiti - Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura;
- UNI 10349 - Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici;
- UNI 10351 - Materiali da costruzione -Conduktività termica e permeabilità al vapore;
- UNI10355 - Murature e solai -Valori della resistenza termica e metodo di calcolo.

UNI/TS

- UNI/TS 11300-1 - Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale;
- UNI/TS 11300-2 - Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria.

UNI EN

- UNI EN 303-1 - Caldaie per riscaldamento - Parte 1: Caldaie con bruciatori ad aria soffiata - Terminologia, requisiti generali, prove e marcatura;
- UNI EN 410 - Vetro per edilizia -Determinazione delle caratteristiche luminose e solari delle vetrate;
- UNI EN 483 - Caldaie di riscaldamento centrale alimentate a combustibili gassosi - Caldaie di tipo C di portata termica nominale non maggiore di 70 kW;
- UNI EN 673 - Vetro per edilizia - Determinazione della trasmittanza termica (valore U) - Metodo di calcolo;
- UNI EN 13465 - Ventilazione degli edifici - Metodi di calcolo per la determinazione delle portate d'aria negli uffici residenziali;
- UNI EN 13779 - Ventilazione degli edifici non residenziali - Requisiti di prestazione per i sistemi di ventilazione e di climatizzazione;
- UNI EN 13836 - Caldaie a gas per riscaldamento centrale - Caldaie di tipo B di portata termica nominale maggiore di 300 kW, ma non maggiore di 1 000 kW;
- UNI EN 15242 - Ventilazione degli edifici - Metodi di calcolo per la determinazione delle portate d'aria negli edifici, comprese le infiltrazioni;
- UNI EN 15316-4-3 - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto - Parte 4-3: Sistemi di generazione del calore, sistemi solari termici;
- UNI EN 15316-4-4 - Impianti di riscaldamento negli edifici -Metodo per il calcolo dei

requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto - Parte 4-4: Sistemi di generazione del calore, sistemi di cogenerazione negli edifici;

- UNI EN 15316-4-6 - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto - Parte 4-6: Sistemi di generazione del calore, sistemi fotovoltaici.

UNI EN ISO

- UNI EN ISO 6946 - Componenti ed elementi per edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodo di calcolo;
- UNI EN ISO 7345 - Isolamento termico - Grandezze fisiche e definizioni;
- UNI EN ISO 10077-1 - Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti - Calcolo della trasmittanza termica - Generalità;
- UNI EN ISO 10077-2 - Prestazione termica di finestre, porte e chiusure - Calcolo della trasmittanza termica - Metodo numerico per i telai;
- UNI EN ISO 10211 - Ponti termici in edilizia - Flussi termici e temperature superficiali - Metodi generali di calcolo;
- UNI EN ISO 10211-1 - Ponti termici in edilizia - Flussi termici e temperature superficiali - Calcoli dettagliati;
- UNI EN ISO 10211-2 - Ponti termici in edilizia - Calcolo dei flussi termici e delle temperature superficiali - Ponti termici lineari;
- UNI EN ISO 13370 - Prestazione termica degli edifici - Trasferimento di calore attraverso il terreno - Metodi di calcolo;
- UNI EN ISO 13786 - Prestazione termica dei componenti per edilizia - Caratteristiche termiche dinamiche - Metodi di calcolo;
- UNI EN ISO 13788 - Prestazione igrometrica dei componenti e degli elementi per l'edilizia - Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e condensa interstiziale - Metodo di calcolo;
- UNI EN ISO 13789 - Prestazione termica degli edifici - Coefficiente di perdita di calore per trasmissione - Metodo di calcolo;
- UNI EN ISO 13790 - Prestazione termica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento;
- UNI EN ISO 14683 - Ponti termici in edilizia - Coefficiente di trasmissione termica lineica - Metodi semplificati e valori di riferimento;

CEN

- CEN/TR 14788 - Ventilation for buildings - Design and dimensioning of residential ventilation systems.

LEGISLAZIONE

- D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412 - Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n. 10;
- D.Lgs 19 agosto 2005, n. 192 - Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia;
- D.Lgs 29 dicembre 2006, n. 311 - Disposizioni correttive ed integrative al D.Lgs 19 agosto 2005 n. 192 recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetici in edilizia;
- D.Lgs 30 maggio 2008, n. 115 - Attuazione della direttiva 2006/32/CEE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE.

ALLEGATO B

Valori limite della trasmittanza termica

B.1**Trasmittanza termica delle strutture opache verticali**

Tabella B.1 - Valori limite della trasmittanza termica U delle strutture opache verticali		
Zona climatica	Dal 1° Gennaio 2008 U [W/(m ² K)]	Dal 1° Gennaio 2010 U [W/(m ² K)]
C	0.46	0.40
D	0.40	0.36
E	0.37	0.34
F	0.35	0.33

B.2**Trasmittanza termica delle strutture opache orizzontali o inclinate**

Tabella B.2 - Valori limite della trasmittanza termica U delle strutture opache orizzontali o inclinate di copertura		
Zona climatica	Dal 1° Gennaio 2008 U [W/(m ² K)]	Dal 1° Gennaio 2010 U [W/(m ² K)]
C	0.42	0.38
D	0.35	0.32
E	0.32	0.30
F	0.31	0.29

B.3**Trasmittanza termica dei pavimenti verso locali non riscaldati o verso l'esterno**

Tabella B.3 - Valori limite della trasmittanza termica U delle strutture opache orizzontali di pavimento		
Zona climatica	Dal 1° Gennaio 2008 U [W/(m ² K)]	Dal 1° Gennaio 2010 U [W/(m ² K)]
C	0.49	0.42
D	0.41	0.36
E	0.38	0.33
F	0.36	0.32

B.4**Trasmittanza termica delle strutture edilizie di separazione tra edifici o unità immobiliari**

Per tutte le categorie di edifici ad eccezione della categoria E.8, da realizzarsi in zona climatica C, D, E e F, il valore della trasmittanza (U) delle strutture edilizie di separazione tra edifici o unità immobiliari confinanti (fatto salvo il rispetto del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 5 dicembre 1997 - Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici), deve essere inferiore o uguale a 0,8 [W/(m²K)] nel caso di pareti divisorie verticali e orizzontali. Il medesimo limite deve essere rispettato per tutte le strutture opache, verticali, orizzontali e inclinate, che delimitano verso l'ambiente esterno gli ambienti non dotati di impianto di riscaldamento.

B.5**Trasmittanza termica delle chiusure trasparenti (superficie vetrata dell'immobile inferiore al 25% della superficie perimetrale verticale)**

Zona climatica	Dal 1° Gennaio 2008 U [W/(m ² K)]	Dal 1° Gennaio 2010 U [W/(m ² K)]
C	3.0	2.6
D	2.8	2.4
E	2.4	2.2
F	2.2	2.0

B.6**Trasmittanza termica centrale dei vetri (superficie vetrata dell'immobile inferiore al 25% della superficie perimetrale verticale)**

Zona climatica	Dal 1° Gennaio 2008 U [W/(m ² K)]	Dal 1° Gennaio 2010 U [W/(m ² K)]
C	2.3	2.1
D	2.1	1.9
E	1.9	1.7
F	1.7	1.3

B.7**Trasmittanza termica delle chiusure trasparenti (superficie vetrata dell'immobile superiore al 25% della superficie perimetrale verticale)**

Tabella B.7 - Valore limite della trasmittanza termica U delle chiusure trasparenti comprensive degli infissi		
Zona climatica	Dal 1° Gennaio 2008 U [W/(m ² K)]	Dal 1° Gennaio 2010 U [W/(m ² K)]
C	2.4	2.1
D	2.2	1.9
E	2.0	1.7
F	1.8	1.5

B.8**Trasmittanza termica centrale dei vetri (superficie vetrata dell'immobile superiore al 25% della superficie perimetrale verticale)**

Tabella B.8 - Valore limite della trasmittanza termica centrale U dei vetri		
Zona climatica	Dal 1° Gennaio 2008 U [W/(m ² K)]	Dal 1° Gennaio 2010 U [W/(m ² K)]
C	1.7	1.5
D	1.6	1.4
E	1.5	1.3
F	1.4	1.1

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} , da applicarsi dal 1° gennaio 2008, dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale espresso in [(kWh/m ²)/anno]										
Rapporto di forma dell'edifici o 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	9.5	9.5	14	14	23	23	37	37	52	52
≥ 0.9	41	41	55	55	78	78	100	100	133	133

Tabella C.2

Valori limite EP _{Li} , da applicarsi dal 1° gennaio 2010, dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale espresso in [(kWh/m ²)/anno]										
Rapporto di forma dell'edifici o 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.3

Valori limite EP _{Li} , da applicarsi dal 1° gennaio 2008, dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale espresso in [(kWh/m ³)/anno]										
Rapporto di forma dell'edifici o 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	2.5	2.5	4.5	4.5	6.5	6.5	10.5	10.5	14.5	14.5
≥ 0.9	9	9	14	14	20	20	26	26	36	36

Tabella C.4

Valori limite EP _{Li} , da applicarsi dal 1° gennaio 2010, dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale espresso in [(kWh/m ³)/anno]										
Rapporto di forma dell'edifici o 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, C.2, C.3, C.4 sono espressi in funzione della zona climatica, e del rapporto di forma dell'edificio S/V dove:

- $S [m^2]$: superficie che delimita verso l'esterno (ovvero verso ambienti non dotati di impianto di riscaldamento) il volume riscaldato V ;
- $V [m^3]$: 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 mera 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

GUIDA ALLA RACCOLTA DEI 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:	

Tipologia delle strutture opache	
STRUTTURE VERTICALI	
Strutture esterne:	Tipologia 1: Tipologia 2: Tipologia 3:
Strutture interne:	Tipologia 1: Tipologia 2: Tipologia 3:
Divisori interni:	Tipologia 1: Tipologia 2: Tipologia 3:

Tipologia delle porte			
PORTE SUL PERIMETRO ESTERNO DELL'EDIFICIO			
Piano	Tipo 1	N° porte: Altro:	Materiale:
	Tipo 2	N° porte: Altro:	Materiale:
PORTE SUL PERIMETRO INTERNO DELL'EDIFICIO			
Piano ...	Tipo 1	N° porte: Altro:	Materiale:
	Tipo 2	N° porte: Altro:	Materiale:

F.2

RILIEVO DATI CENTRALE TERMICA

Indirizzo:

Via _____ int. _____ Comune _____

Sistema di riscaldamento: Autonomo Centralizzato**Alimentazione centrale termica:** Gas metano Gasolio Olio fluido**Generatori di calore:**

	Marca	Modello	Matr.	Pot. focolare	Pot. utile	Anno *
1						
2						
3						
4						

Bruclatori:

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

Termoregolazioni:

	Marca centralina	Modello	Numero vie valvola	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

 Elettricità

Tipologia di apparecchio :

Generatore istantaneo:

Tipo B con pilota permanente

Tipo B senza pilota

Tipo C

Note:

Generatore ad accumulo:

Tipo B con pilota permanente

Tipo B senza pilota

Tipo C

Note:

Accumulatore a riscaldamento indiretto:

A serpentino

A camicia

Note:

Tipo distribuzione:

 Con ricircolo

 Senza ricircolo

Anno di installazione:

Temperatura di mandata:

F.4

RILIEVO DATI IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

Regolazione

Tipo di conduzione:

- Continua con attenuazione notturna
 - Ore di attenuazione notturne
 - Ore di attenuazione diurne
- Intermittente
 - Temperatura di attenuazione
 - Ore di spegnimento notturne
 - Ore di spegnimento diurne
- Centralina climatica in centrale termica (per impianti centralizzati)
 - Tipo
 - Marca
 - Numero dei livelli di programmazione
 - Organi di attuazione
- Regolatori climatica di zona o di unità immobiliari
 - Tipo
 - Marca
 - Numeri 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 ed isolati a norma di legge
Distribuzione orizzontale da centrale a montanti posti nel piano cantinato

Terminali di impianto

- Tipologia terminali =

Temperatura =

Condotti per l'espulsione dei prodotti della combustione

Altezza =

Sezione =

Posizionamento nell'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:

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

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:

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

(2)

Analogamente, per la produzione di acqua sanitaria:

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

(3)

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/m²)/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 annua incidente su una superficie orizzontale.

		Genova	Imperia	Savona	La Spezia
Totale	[(kWh/m ²)/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/m²)/anno] e 1450 [(kWh/m²)/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/m²] incidente sulla sua superficie con temperatura di 25°C. Questa grandezza è così valutabile:

$$P_{pk} = K_{pk} \cdot A$$

[kW]

Ove:

- A [m²]: totale superficie dei moduli fotovoltaici (al netto del telaio);
- K_{pk} [kWh/m²]: 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 ²]
Silicio monocristallino ^(a)	0.12 - 0.18
Silicio policristallino ^(a)	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:

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

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 ²)/mese]	82	96	86	80
Febbraio	[(kWh/m ²)/mese]	96	108	98	100
Marzo	[(kWh/m ²)/mese]	133	142	133	138
Aprile	[(kWh/m ²)/mese]	147	162	144	149
Maggio	[(kWh/m ²)/mese]	165	177	157	162
Giugno	[(kWh/m ²)/mese]	167	181	156	172
Luglio	[(kWh/m ²)/mese]	193	204	184	200
Agosto	[(kWh/m ²)/mese]	177	187	166	184
Settembre	[(kWh/m ²)/mese]	151	163	147	156
Ottobre	[(kWh/m ²)/mese]	135	150	129	129
Novembre	[(kWh/m ²)/mese]	81	102	89	80
Dicembre	[(kWh/m ²)/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 $+5^\circ$), 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 E_m 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:

$$E_{chp,gen,in} = \frac{Q_{chp,gen,out}}{\eta_{T,ch,an}}$$

[kWh/anno]

Ove:

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

Le perdite risultano:

$$Q_{chp,gen,ls} = Q_{chp,gen,out} \left(\frac{1}{\eta_{T,ch,an}} - 1 \right)$$

[kWh/anno]

L'energia elettrica prodotta è ricavabile dalla seguente relazione:

$$Q_{el,chp,out} = E_{chp,gen,in} \cdot \eta_{el,ch,an}$$

[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	Microturbina	Motore Stirling
$\eta_{T,ch,an}$	%	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
Efficienza totale	%	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:

$$E_{H,gen,in} = \sum_j \frac{Q_{H,gen,out,j} + Q_{H,gen,ls,j}}{COP_{H,HP,j}} + Q_{aux,HP,j}$$

[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:

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

- b) per tutti gli altri edifici:

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

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/m²)/anno], [(kWh/m³)/anno]: indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale;
- $EPacs$ [(kWh/m²)/anno], [(kWh/m³)/anno]: indice di prestazione energetica per la produzione di acqua calda sanitaria;
- A_u [m²]: superficie utile (definita come superficie netta calpestabile della zona riscaldata);
- V [m³]: 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:

$$EPI_{inv} = \frac{Q_{H,nd}}{A_u}$$

[(kWh/m²)/anno]

- b) per tutti gli altri edifici:

$$EPI_{inv} = \frac{Q_{H,nd}}{V}$$

[(kWh/m³)/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 [m²]: superficie utile (definita come superficie netta calpestabile della zona riscaldata);
- V [m³]: 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:

$$EPacs = \frac{Q_{p,W}}{A_u}$$

[(kWh/m²)/anno]

- b) per tutti gli altri edifici:

$$EPacs = \frac{Q_{p,W}}{V}$$

[(kWh/m³)/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 [m²]: superficie utile (definita come superficie netta calpestabile della zona riscaldata);
- V [m³]: 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 poichè i progetti di intervento tendono a generare sia costi che benefici non immediatamente evidenti ma di altrettanta importanza, affinchè l'analisi condotta sia efficace nel tempo.

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

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

Affinchè 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.

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) eguagliino 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_{GHC} : entrate legate alla riduzione di gas serra;
- r_e : tasso di aumento del costo dell'energia;
- r_i : tasso di inflazione;
- r_{RE} : tasso di aumento di credito legato alle energie rinnovabili;
- r_{GHC} : 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.

Direttore responsabile: Mario Gonnella

Publicato dalla Presidenza del Consiglio Regionale

Autorizzazione del Tribunale di Genova n. 22 del 16/7/1976 (*legge regionale 24 dicembre 2004, n. 32*)
