

	Comitato Termotecnico Italiano – CTI Energia e Ambiente Via Scarlatti 29 - 20124 Milano - P.IVA 11494010157 Tel. +39.02.266.265.1 Fax +39.02.266.265.50 cti@cti2000.it – www.cti2000.it	010200027			
		SC	GC	GL	N.DOC
SC 01	GC 102 – Isolamento termico nell'edilizia – Metodi di calcolo Mirror committee nazionale CEN/TC 89 - ISO/TC 163/SC1 - ISO/TC 163/SC2 Coordinatore: prof. Vincenzo Corrado Referente: arch. Anna Martino (+39.02.266265.23 – martino@cti2000.it)	8 aprile 2008			

Prestazioni energetiche degli edifici

Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale

Energy performance of buildings – Evaluation of building energy need for space heating and cooling

ICS:

Descrittori:

NOTA: A meno di limitate modifiche, in corso di definizione, ai valori di trasmittanza riportati nell'appendice A, il presente testo costituisce la versione definitiva che viene trasmessa ad UNI per la pubblicazione.

SommarPagina

PREMESSA	5
INTRODUZIONE.....	5
1 SCOPO	6
2 RIFERIMENTI NORMATIVI.....	6
3 TERMINI E DEFINIZIONI.....	8
4 SIMBOLI E UNITÀ DI MISURA.....	10
5 DESCRIZIONE SINTETICA DELLA PROCEDURA DI CALCOLO.....	12
5.1 CALCOLO DEGLI SCAMBI TERMICI	13
5.2 CALCOLO DEGLI APPORTI TERMICI	14
6 DATI DI INGRESSO PER I CALCOLI	16
6.1 DATI RELATIVI ALLE CARATTERISTICHE TIPOLOGICHE DELL'EDIFICIO	16
6.2 DATI RELATIVI ALLE CARATTERISTICHE TERMICHE E COSTRUTTIVE DELL'EDIFICIO	16
6.3 DATI CLIMATICI.....	17
6.4 DATI RELATIVI ALLE MODALITÀ DI OCCUPAZIONE E DI UTILIZZO DELL'EDIFICIO.....	17
7 ZONIZZAZIONE E ACCOPPIAMENTO TERMICO TRA ZONE	17
7.1 INDIVIDUAZIONE DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO.....	17
7.2 REGOLE DI SUDDIVISIONE DELL'EDIFICIO.....	19
7.3 CONFINI DELLE ZONE TERMICHE.....	19
8 TEMPERATURA INTERNA.....	20
8.1 VALUTAZIONE DI PROGETTO O STANDARD	20
8.1.1 <i>Climatizzazione invernale</i>	20
8.1.2 <i>Climatizzazione estiva</i>	21
8.2 VALUTAZIONE ADATTATA ALL'UTENZA	21
9 DATI CLIMATICI.....	21
10 DURATA DELLA STAGIONE DI RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO.....	21
10.1 CLIMATIZZAZIONE INVERNALE.....	21
10.1.1 <i>Valutazione di progetto o standard</i>	21
10.1.2 <i>Valutazione adattata all'utenza</i>	22
10.2 CLIMATIZZAZIONE ESTIVA	22
10.3 INTERPOLAZIONE DI DATI CLIMATICI PER FRAZIONI DI MESE	22
11 PARAMETRI DI TRASMISSIONE TERMICA.....	23
11.1 CARATTERIZZAZIONE TERMICA DEI COMPONENTI D'INVOLUCRO	23
11.1.1 <i>Componenti opachi</i>	23
11.1.2 <i>Componenti trasparenti</i>	23
11.1.3 <i>Ponti termici</i>	24
11.2 SCAMBIO TERMICO VERSO AMBIENTI NON CLIMATIZZATI.....	24
11.3 SCAMBIO TERMICO VERSO IL TERRENO.....	25
11.4 EXTRA FLUSSO TERMICO PER RADIAZIONE INFRAROSSA VERSO LA VOLTA CELESTE	26

12	VENTILAZIONE.....	26
12.1	PORTATA DI VENTILAZIONE	26
12.1.1	<i>Valutazione di progetto o standard</i>	26
12.1.2	<i>Valutazione adattata all'utenza</i>	26
12.2	VENTILAZIONE NOTTURNA (FREE-COOLING).....	27
12.3	VOLUME NETTO DELL'AMBIENTE CLIMATIZZATO	27
13	APPORTI TERMICI INTERNI.....	28
13.1	ENTITÀ DEGLI APPORTI INTERNI.....	28
13.1.1	<i>Valutazione di progetto o standard</i>	28
13.1.2	<i>Valutazione adattata all'utenza</i>	28
13.2	APPORTI ALL'INTERNO DI AMBIENTI NON CLIMATIZZATI	31
13.3	AREA CLIMATIZZATA	31
14	APPORTI TERMICI SOLARI.....	32
14.1	APPORTI SOLARI ALL'INTERNO DI AMBIENTI NON CLIMATIZZATI	32
14.2	APPORTI SOLARI SUI COMPONENTI OPACHI	32
14.3	APPORTI SOLARI SUI COMPONENTI TRASPARENTI.....	32
14.3.1	<i>Trasmittanza di energia solare totale</i>	32
14.3.2	<i>Fattore telaio</i>	32
14.3.3	<i>Effetto di schermature mobili</i>	33
14.3.4	<i>Gestione delle schermature mobili</i>	33
14.4	OMBREGGIATURA	34
15	PARAMETRI DINAMICI	36
15.1	FATTORI DI UTILIZZAZIONE.....	36
15.1.1	<i>Riscaldamento</i>	36
15.1.2	<i>Raffrescamento</i>	36
15.2	CAPACITÀ TERMICA INTERNA	37
15.3	INTERMITTENZA E ATTENUAZIONE.....	38
15.3.1	<i>Valutazione di progetto o standard</i>	38
15.3.2	<i>Valutazione adattata all'utenza</i>	38
APPENDICE A (INFORMATIVA) DETERMINAZIONE SEMPLIFICATA DELLA TRASMITTANZA TERMICA DEI COMPONENTI OPACHI IN EDIFICI ESISTENTI.....		40
APPENDICE B (INFORMATIVA) ABACO DELLE STRUTTURE MURARIE UTILIZZATE IN ITALIA.....		43
APPENDICE C (INFORMATIVA) DETERMINAZIONE SEMPLIFICATA DELLA TRASMITTANZA TERMICA DEI COMPONENTI TRASPARENTI.....		56
APPENDICE D (INFORMATIVA) FATTORI DI OMBREGGIATURA.....		59
D.1	OSTRUZIONI ESTERNE	59
D.2	AGGETTI ORIZZONTALI	63
D.3	AGGETTI VERTICALI.....	66

Premessa

La determinazione delle prestazioni energetiche degli edifici richiede metodi di calcolo per:

- (1) Il fabbisogno di energia termica per il riscaldamento e il raffrescamento ambiente
- (2) Il fabbisogno di energia termica per acqua calda sanitaria
- (3) Il rendimento e il fabbisogno di energia primaria degli impianti di climatizzazione invernale
- (4) Il rendimento e il fabbisogno di energia primaria per la produzione di acqua calda sanitaria
- (5) Il risparmio di energia primaria utilizzando energie rinnovabili ed altri metodi di generazione per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria
- (6) Il rendimento e il fabbisogno di energia primaria degli impianti di climatizzazione estiva

I suddetti metodi di calcolo sono descritti nelle seguenti norme:

UNI/TS 11300-1, Prestazioni energetiche degli edifici – Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale

UNI/TS 11300-2, Prestazioni energetiche degli edifici – Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria,

UNI/TS 11300-3, Prestazioni energetiche degli edifici – Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per riscaldamento di ambienti e preparazione acqua calda sanitaria

UNI/TS 11300-4, Prestazioni energetiche degli edifici – Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva

Questo documento è stato redatto da Comitato Termotecnico Italiano. Il documento è in accordo con le norme elaborate dal CEN nell'ambito del mandato M/343 a supporto della Direttiva Europea 2002/91/CE sulle prestazioni energetiche degli edifici.

Introduzione

La norma EN ISO 13790:2008 presenta una serie di metodi di calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento ed il raffrescamento ambiente di un edificio e dell'influenza delle perdite degli impianti di riscaldamento e raffrescamento, del recupero termico e dell'utilizzo delle fonti di energia rinnovabile.

Tale norma può essere utilizzata per le seguenti applicazioni:

- 1) valutare il rispetto di regolamenti espressi in termini di obiettivi energetici;
- 2) confrontare le prestazioni energetiche di varie alternative progettuali per un edificio in progetto;
- 3) indicare un livello convenzionale di prestazione energetica degli edifici esistenti;

- 4) stimare l'effetto di possibili misure di risparmio energetico su un edificio esistente, calcolando il fabbisogno di energia con e senza ciascuna misura;
- 5) prevedere le esigenze future di risorse energetiche su scala nazionale o internazionale, calcolando i fabbisogni di energia di tipici edifici rappresentativi del parco edilizio.

Le suddette applicazioni trovano riscontro in diversi tipi di valutazione energetica di calcolo, come di seguito classificati.

Tipo di valutazione	Dati di ingresso			Scopo della valutazione
	Uso	Clima	Edificio	
di Progetto (<i>Design Rating</i>)	Standard	Standard	Progetto	Permesso di costruire, Certificazione o Qualificazione energetica del progetto
Standard (<i>Asset Rating</i>)	Standard	Standard	Reale	Certificazione o Qualificazione energetica
Adattata all'utenza (<i>Tailored rating</i>)	In funzione dello scopo		Reale	Ottimizzazione, Validazione, Diagnosi e programmazione di interventi di riqualificazione

I metodi forniti dalla EN ISO 13790:2008 comprendono il calcolo dei seguenti termini:

- 1) lo scambio termico per trasmissione e ventilazione dell'edificio quando esso è riscaldato o raffrescato ad una temperatura interna costante;
- 2) il contributo degli apporti termici interni e solari al bilancio termico dell'edificio;
- 3) i fabbisogni annuali di energia termica per riscaldamento e raffrescamento, al fine di mantenere le temperature prefissate di regolazione all'interno dell'edificio.

La determinazione dei fabbisogni di energia latente non rientra nello scopo della EN ISO 13790, ma viene presa in considerazione dalle norme che forniscono metodi per determinare l'efficienza dei sistemi di climatizzazione (EN 15316, EN 15241, EN 15243).

L'edificio può avere diverse zone termiche a differenti temperature di regolazione e può avere un riscaldamento intermittente.

I possibili intervalli di calcolo sono diversi: l'anno, il mese, l'ora.

Per dati di ingresso e per particolareggiati procedimenti di calcolo non forniti dalla EN ISO 13790:2008, l'utente può fare riferimento ad altre norme internazionali o nazionali. La norma EN ISO 13790:2008 prevede la possibilità di eseguire il calcolo dei fabbisogni netti di energia per il riscaldamento e il raffrescamento dell'edificio mediante metodi dettagliati di simulazione, che consentono di tenere adeguatamente conto dei fenomeni dinamici. L'utilizzo di tali metodi, opportunamente validati in conformità alla norma EN 15265, è da ritenersi sempre possibile ed in alcuni casi preferibile, in alternativa al metodo mensile cui le presenti linee guida si riferiscono, una volta che siano disponibili dati climatici orari della località considerata.

1 Scopo

Questa norma definisce le modalità per l'applicazione nazionale della norma EN ISO 13790:2008 con riferimento al metodo mensile per il calcolo dei fabbisogni netti di energia per riscaldamento ($Q_{H,nd}$) e per raffrescamento ($Q_{C,nd}$).

Questa norma è rivolta a tutte le possibili applicazioni previste dalla norma EN ISO 13790:2008: calcolo di progetto (*design rating*), valutazione energetica di edifici attraverso il calcolo in condizioni standard (*asset rating*) o in particolari condizioni climatiche e d'esercizio (*tailored rating*).

2 Riferimenti normativi

UNI 10339:1995, *Impianti aeraulici al fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura*

UNI 10349:1994, *Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici*

UNI 10351:1994, *Materiali da costruzione – Conduttività termica e permeabilità al vapore*

UNI 10355:1994, *Murature e solai – Valori della resistenza termica e metodo di calcolo*

UNI EN 410:2000, *Vetro per edilizia – Determinazione delle caratteristiche luminose e solari delle vetrate*

UNI EN 673:2005, *Vetro per edilizia – Determinazione della trasmittanza termica (valore U) – Metodo di calcolo*

UNI EN 1745:2005, *Muratura e prodotti per muratura – Metodi per determinare i valori termici di progetto*

UNI EN 12792:2005, *Ventilazione degli edifici – Simboli, terminologia e simboli grafici*

UNI EN 12831:2006, *Impianti di riscaldamento negli edifici – Metodo di calcolo del carico termico di progetto*

UNI EN 13363-1:2004, *Dispositivi di protezione solare in combinazione con vetrate – Calcolo della trasmittanza solare e luminosa – Parte 1: Metodo semplificato*

UNI EN 13363-2:2006, *Dispositivi di protezione solare in combinazione con vetrate – Calcolo della trasmittanza solare e luminosa – Parte 2: Metodo di calcolo dettagliato*

UNI EN 13465:2004, *Ventilazione degli edifici – Metodi di calcolo per la determinazione delle portate d'aria negli edifici residenziali*

UNI EN 13947:2007, *Prestazione termica delle facciate continue – Calcolo della trasmittanza termica*

UNI EN ISO 7726:2002, *Ergonomia degli ambienti termici - Strumenti per la misurazione delle grandezze fisiche*

UNI EN ISO 7730:2006, *Ergonomia degli ambienti termici - Determinazione analitica e interpretazione del benessere termico mediante il calcolo degli indici PMV e PPD e dei criteri di benessere termico locale*

UNI EN ISO 10077-1:2007, *Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti – Calcolo della trasmittanza termica – Parte 1: Generalità*

UNI EN ISO 15927-1:2004, *Prestazione termoigrometrica degli edifici - Calcolo e presentazione dei dati climatici - Medie mensili dei singoli elementi meteorologici*

EN 13779:2007, *Ventilation for non-residential buildings — Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems*

- EN 15241:2007, *Ventilation for buildings — Calculation methods for energy losses due to ventilation and infiltration in commercial buildings*
- EN 15242:2007, *Ventilation for buildings — Calculation methods for the determination of air flow rates in buildings including infiltration*
- EN 15243:2007, *Ventilation for buildings - Calculation of room temperatures and of load and energy for buildings with room conditioning systems*
- EN 15251:2007, *Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics*
- EN 15265:2007, *Thermal performance of buildings – Calculation of energy needs for space heating and cooling using dynamic methods – General criteria and validation procedures*
- EN 15603:2008, *Energy performance of buildings — Overall energy use and definition of energy ratings*
- EN ISO 6946:2007, *Building components and building elements – Thermal resistance and thermal transmittance – Calculation method (ISO 6946:2007)*
- EN ISO 10456:2007, *Building materials and products – Hygrothermal properties – Tabulated design values and procedures for determining declared and design thermal values (ISO 10456:2007)*
- EN ISO 13370:2007, *Thermal performance of buildings – Heat transfer via the ground – Calculation methods (ISO 13370:2007)*
- EN ISO 13786:2007, *Thermal performance of buildings – Dynamic thermal characteristics – Calculation methods (ISO 13786:2007)*
- EN ISO 13789:2007, *Thermal performance of buildings – Transmission and ventilation heat transfer coefficients – Calculation method (ISO 13789:2007)*
- EN ISO 13790:2008, *Energy performance of buildings – Calculation of energy use for space heating and cooling (ISO 13790:2008)*
- EN ISO 14683:2007, *Thermal bridges in building construction – Linear thermal transmittance – Simplified methods and default values (ISO 14683:2007)*
- EN ISO 15927-6:2007, *Hygrothermal performance of buildings – Calculation and presentation of climatic data – Part 6 - Accumulated temperature differences (degree-days) (ISO 15927-6:2007)*
- CEN/TR 14788:2006, *Ventilation for buildings - Design and dimensioning of residential ventilation systems*
- CEN/TR 15615:2008, *Explanation of the general relationship between various European Standards and the Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) – Umbrella document*
- ISO 7345:1987, *Thermal insulation – Physical quantities and definitions*

3 Termini e definizioni

3.1 Ambiente climatizzato
vano o spazio chiuso che, ai fini del calcolo, è considerato riscaldato o raffrescato a determinate temperature di regolazione

3.2 Area climatizzata
area del pavimento degli ambienti climatizzati, comprendente l'area di tutti i piani se più di uno, esclusi piani interrati o altri ambienti non abitabili. Ai fini del calcolo degli apporti termici interni, è intesa al netto delle pareti perimetrali e di tutti i divisori verticali

3.3 Certificazione energetica
procedura che permette di produrre un'attestazione della prestazione energetica dell'edificio mediante uno o più descrittori di fabbisogno energetico calcolati secondo metodologie standardizzate

3.4 Edificio
è un sistema costituito dalle strutture edilizie esterne che delimitano uno spazio di volume definito, dalle strutture interne che ripartiscono detto volume e da tutti gli impianti e dispositivi tecnologici che si trovano stabilmente al suo interno; la superficie esterna che delimita un edificio può confinare con tutti o alcuni di questi elementi: l'ambiente esterno, il terreno, altri edifici; il termine può riferirsi a un intero edificio ovvero a parti di edificio progettate o ristrutturate per essere utilizzate come unità immobiliari a sé stanti

3.5 Fabbisogno (netto) di energia termica (utile)
è la quantità di calore che deve essere fornita o sottratta ad un ambiente climatizzato per mantenere le condizioni di temperatura desiderate durante un dato periodo di tempo

3.6 Fabbisogno (netto) ideale di energia termica (utile)
è il fabbisogno di energia termica riferito a condizioni di temperatura dell'aria uniforme in tutto l'ambiente climatizzato

3.7 Prestazione energetica di un edificio
è la quantità annua di energia primaria effettivamente consumata o che si prevede possa essere necessaria per soddisfare i vari bisogni connessi ad un uso standard dell'edificio: la climatizzazione invernale, la climatizzazione estiva, la preparazione dell'acqua calda per usi igienici sanitari, la ventilazione e l'illuminazione.

3.8 Stagione di raffrescamento
periodo dell'anno durante il quale vi è una richiesta significativa di energia per il raffrescamento ambiente

3.9 Stagione di riscaldamento
periodo dell'anno durante il quale vi è una richiesta significativa di energia per il riscaldamento ambiente¹

3.10 Temperatura esterna
temperatura dell'aria esterna

¹ La durata della stagione di riscaldamento può essere stabilita per legge in funzione della zona climatica (art 2. del DPR 412/1993).

3.11**Temperatura interna**

media aritmetica della temperatura dell'aria e della temperatura media radiante al centro della zona considerata²

3.12**Temperatura interna di regolazione (set-point)**

temperatura interna minima fissata dal sistema di regolazione dell'impianto di riscaldamento e temperatura interna massima fissata dal sistema di regolazione dell'impianto di raffrescamento ai fini dei calcoli di fabbisogno energetico

3.13**Zona termica**

Parte dell'ambiente climatizzato mantenuto a temperatura uniforme attraverso lo stesso impianto di riscaldamento, raffrescamento o ventilazione

² È un'approssimazione della temperatura operante definita dalla UNI EN ISO 7726 e della temperatura risultante secca definita dalla EN ISO 6946.

4 Simboli e unità di misura

Prospetto 1 — Simboli, grandezze ed unità di misura.

Simbolo	Grandezza	Unità di misura
A	Area	m^2
b	Fattore di correzione dello scambio termico	-
d	Spessore	m
F	Fattore di riduzione del flusso solare	-
g	Trasmittanza di energia solare totale	-
H	Coefficiente globale di scambio termico	W/K
I	Irradianza solare	W/m^2
l	Lunghezza	m
N	Durata del periodo di riscaldamento	d
n	Ricambi d'aria	h^{-1}
Q	Energia termica	MJ
q	Portata volumica	m^3/s
R	Resistenza termica	m^2K/W
t	Tempo	Ms
U	Trasmittanza termica	$W/(m^2 \cdot K)$
V	Volume interno	m^3
α	Fattore di assorbimento	-
γ	Rapporto apporti/dispersioni	-
ε	Emissività relativa alla radiazione termica ad elevata lunghezza d'onda	
Φ	Flusso termico, potenza termica	W
η	Efficienza, fattore di utilizzazione	-
θ	Temperatura	$^{\circ}C$
κ	Capacità termica areica	$kJ/(m^2 \cdot K)$
ρ	Massa volumica	kg/m^3
τ	Costante di tempo	s
ψ	Trasmittanza termica lineare	$W/(m \cdot K)$
Σ	Angolo d'inclinazione sull'orizzontale	rad

Prospetto 2 — Pedici.

A	apparecchiature, edifici adiacenti	int	interno
a	aria	ls	scambio termico
adj	corretto per la differenza di temperatura int.-est.	m	medio
c	elemento costruttivo	mn	media sul tempo
C	raffrescamento	n	incidenza normale, netto
C,nd	fabbisogno per il raffrescamento	nd	fabbisogno
D	trasmissione termica diretta verso l'esterno	ob	ostacoli esterni
day	giornaliero	Oc	occupanti
des	progetto	ov	aggetto orizzontale
F	telaio	p	proiettato
f	pavimento	r	radiazione infrarossa
fin	aggetto verticale	s	superficiale
e	ambiente esterno	set	regolazione
g	terreno	sh	ombreggiatura, schermatura
gl	vetro	shut	chiusura oscurante
gn	apporti termici	sol	solare
H	riscaldamento	t	tempo
H,nd	fabbisogno per il riscaldamento	tr	trasmissione termica
h	orizzontale	U,u	non climatizzato
hor	orizzonte	ve	ventilazione
i	ambiente interno	w	finestra

5 Descrizione sintetica della procedura di calcolo

La procedura di calcolo comprende i seguenti passi:

- 1) Definizione dei confini dell'insieme degli ambienti climatizzati e non climatizzati dell'edificio.
- 2) Se richiesta, definizione dei confini delle diverse zone di calcolo.
- 3) Definizione delle condizioni interne di calcolo e dei dati di ingresso relativi al clima esterno.
- 4) Calcolo, per ogni mese e per ogni zona dell'edificio, dei fabbisogni netti di energia termica per il riscaldamento ($Q_{H,nd}$) e il raffrescamento ($Q_{C,nd}$).
- 5) Aggregazione dei risultati relativi ai diversi mesi ed alle diverse zone servite dagli stessi impianti.

Al punto 4 della procedura i fabbisogni netti di energia per riscaldamento e raffrescamento si calcolano, per ogni zona dell'edificio e per ogni mese, come:

$$Q_{H,nd} = Q_{H,ls} - \eta_{H,gn} \cdot Q_{gn} = (Q_{H,tr} + Q_{H,ve}) - \eta_{H,gn} \cdot (Q_{int} + Q_{sol}) \quad (1)$$

$$Q_{C,nd} = Q_{gn} - \eta_{C,ls} \cdot Q_{C,ls} = (Q_{int} + Q_{sol}) - \eta_{C,ls} \cdot (Q_{C,tr} + Q_{C,ve}) \quad (2)$$

dove

$Q_{H,nd}$	è il fabbisogno netto di energia dell'edificio per riscaldamento, in MJ;
$Q_{C,nd}$	è il fabbisogno netto di energia dell'edificio per raffrescamento, in MJ;
$Q_{H,ls}$	è lo scambio termico totale nel caso di riscaldamento, in MJ;
$Q_{C,ls}$	è lo scambio termico totale nel caso di raffrescamento, in MJ;
$Q_{H,tr}$	è lo scambio termico per trasmissione nel caso di riscaldamento, in MJ;
$Q_{C,tr}$	è lo scambio termico per trasmissione nel caso di raffrescamento, in MJ;
$Q_{H,ve}$	è lo scambio termico per ventilazione nel caso di riscaldamento, in MJ;
$Q_{C,ve}$	è lo scambio termico per ventilazione nel caso di raffrescamento, in MJ;
Q_{gn}	sono gli apporti termici totali, in MJ;
Q_{int}	sono gli apporti termici interni, in MJ;
Q_{sol}	sono gli apporti termici solari, in MJ;
$\eta_{H,gn}$	è il fattore di utilizzazione degli apporti termici;
$\eta_{C,ls}$	è il fattore di utilizzazione delle dispersioni termiche.

5.1 Calcolo degli scambi termici

Per ogni zona dell'edificio e per ogni mese, gli scambi termici si calcolano con le seguenti formule³:

- Nel caso di riscaldamento

$$Q_{H,tr} = H_{tr,adj} \cdot (\theta_{int,set,H} - \theta_e) \cdot t + \left\{ \sum_k F_{r,k} \Phi_{r,mn,k} \right\} \cdot t \quad (3)$$

$$Q_{H,ve} = H_{ve,adj} \cdot (\theta_{int,set,H} - \theta_e) \cdot t \quad (4)$$

- Nel caso di raffrescamento:

$$Q_{C,tr} = H_{tr,adj} \cdot (\theta_{int,set,C} - \theta_e) \cdot t + \left\{ \sum_k F_{r,k} \Phi_{r,mn,k} \right\} \cdot t \quad (5)$$

$$Q_{C,ve} = H_{ve,adj} \cdot (\theta_{int,set,C} - \theta_e) \cdot t \quad (6)$$

dove

$H_{tr,adj}$ è il coefficiente globale di scambio termico per trasmissione della zona considerata, corretto per tenere conto della differenza di temperatura interno-esterno, espresso in W/K;

$H_{ve,adj}$ è il coefficiente globale di scambio termico per ventilazione della zona considerata, corretto per tenere conto della differenza di temperatura interno-esterno, espresso in W/K;

$\theta_{int,set,H}$ è la temperatura interna di regolazione per il riscaldamento della zona considerata, espressa in °C;

$\theta_{int,set,C}$ è la temperatura interna di regolazione per il raffrescamento della zona considerata, espressa in °C;

θ_e è la temperatura media mensile dell'ambiente esterno, espressa in °C;

$F_{r,k}$ è il fattore di forma tra il componente edilizio k -esimo e la volta celeste;

$\Phi_{r,mn,k}$ è l'extra flusso termico dovuto alla radiazione infrarossa verso la volta celeste dal componente edilizio k -esimo, mediato sul tempo, espresso in W⁴.

t è la durata del mese considerato, espressa in Ms.

I coefficienti globali di scambio termico si ricavano come:

$$H_{tr,adj} = H_D + H_g + H_U + H_A \quad (7)$$

$$H_{ve,adj} = \rho_a \cdot c_a \cdot \left\{ \sum_k b_{ve,k} \cdot q_{ve,k,mn} \right\} \quad (8)$$

³ Ai fini del calcolo dei fabbisogni di energia si ipotizza che la temperatura dell'aria interna e quella media radiante siano coincidenti.

⁴ Nella presente norma, a differenza della EN ISO 13790, l'extra flusso termico dovuto alla radiazione infrarossa verso la volta celeste viene considerato come un incremento dello scambio termico per trasmissione invece che come una riduzione degli apporti termici solari.

dove

H_D è il coefficiente di scambio termico diretto per trasmissione verso l'ambiente esterno, espresso in W/K;

H_g è il coefficiente di scambio termico stazionario per trasmissione verso il terreno, espresso in W/K;

H_U è il coefficiente di scambio termico per trasmissione attraverso gli ambienti non climatizzati, espresso in W/K;

H_A è il coefficiente di scambio termico per trasmissione verso altre zone (interne o meno all'edificio) climatizzate a temperatura diversa, espresso in W/K;

$\rho_a c_a$ è la capacità termica volumica dell'aria, pari a 1200 J/(m³·K);

$q_{ve,k,mn}$ è la portata mediata sul tempo del flusso d'aria k -esimo, espressa in m³/s;

$b_{ve,k}$ è il fattore di correzione della temperatura per il flusso d'aria k -esimo ($b_{ve,k} \neq 1$ se la temperatura di mandata non è uguale alla temperatura dell'ambiente esterno, come nel caso di pre-riscaldamento, pre-raffrescamento o di recupero termico dell'aria di ventilazione).

Il calcolo dei coefficienti di scambio termico per trasmissione H_D , H_g , H_U , H_A viene effettuato secondo le norme EN ISO 13789 e EN ISO 13370, e secondo le indicazioni riportate nel cap. 11.

Il calcolo di $F_{r,k}$ e $\Phi_{r,mn,k}$ viene effettuato secondo quanto riportato nella EN ISO 13790 e secondo le indicazioni riportate nel par. 11.4.

La portata mediata sul tempo del flusso d'aria k -esimo, $q_{ve,k,mn}$, espressa in m³/s, si ricava come:

$$q_{ve,k,mn} = f_{ve,t,k} \cdot q_{ve,k} \quad (9)$$

dove

$q_{ve,k}$ è la portata sul tempo del flusso d'aria k -esimo, espressa in m³/s;

$f_{ve,t,k}$ è la frazione di tempo in cui si verifica il flusso d'aria k -esimo, (per una situazione permanente: $f_{ve,t,k} = 1$).

La determinazione di $b_{ve,k}$, $q_{ve,k}$ e $f_{ve,t,k}$ viene effettuata secondo la norma EN ISO 13790 e secondo le indicazioni riportate nel cap. 12.

5.2 Calcolo degli apporti termici

Per ogni zona dell'edificio e per ogni mese, gli apporti termici si calcolano con le seguenti formule:

$$Q_{int} = \left\{ \sum_k \Phi_{int,mn,k} \right\} \cdot t + \left\{ \sum_l (1 - b_{tr,l}) \Phi_{int,mn,u,l} \right\} \cdot t \quad (10)$$

$$Q_{sol} = \left\{ \sum_k \Phi_{sol,mn,k} \right\} \cdot t + \left\{ \sum_l (1 - b_{tr,l}) \Phi_{sol,mn,u,l} \right\} \cdot t \quad (11)$$

dove le due sommatorie si riferiscono rispettivamente ai flussi entranti/generati nella zona climatizzata e negli ambienti non climatizzati, ed inoltre

- $b_{tr,l}$ è il fattore di riduzione per l'ambiente non climatizzato avente la sorgente di calore interna l -esima oppure il flusso termico l -esimo di origine solare
- $\Phi_{int,mn,k}$ è il flusso termico prodotto dalla k -esima sorgente di calore interna, mediato sul tempo, espresso in W;
- $\Phi_{int,mn,u,l}$ è il flusso termico prodotto dalla l -esima sorgente di calore interna nell'ambiente non climatizzato adiacente u , mediato sul tempo, espresso in W;
- $\Phi_{sol,mn,k}$ è il flusso termico k -esimo di origine solare nell'ambiente climatizzato, mediato sul tempo, espresso in W;
- $\Phi_{sol,mn,u,l}$ è il flusso termico l -esimo di origine solare nell'ambiente non climatizzato adiacente u , mediato sul tempo, espresso in W.

Il flusso termico k -esimo di origine solare mediato sul tempo, $\Phi_{sol,mn,k}$ espresso in W, si calcola con la seguente formula:

$$\Phi_{sol,mn,k} = F_{sh,ob,k} A_{sol,k} I_{sol,k} \quad (12)$$

dove

- $F_{sh,ob,k}$ è il fattore di riduzione per ombreggiatura relativo ad elementi esterni relativo all'area di captazione solare effettiva della superficie k -esima;
- $A_{sol,k}$ è l'area di captazione solare effettiva della superficie k -esima con dato orientamento e angolo d'inclinazione sul piano orizzontale, nella zona o ambiente considerato, espressa in m²;
- $I_{sol,k}$ è l'irradianza solare media mensile, sulla superficie k -esima, con dato orientamento e angolo d'inclinazione sul piano orizzontale, espressa in W/m²;

L'area di captazione solare effettiva di un componente vetrato dell'involucro (ad es. una finestra), A_{sol} , espressa in m², è calcolata con la seguente formula:

$$A_{sol} = F_{sh,gl} g_{gl} (1 - F_F) A_{w,p} \quad (13)$$

dove

- $F_{sh,gl}$ è il fattore di riduzione degli apporti solari relativo all'utilizzo di schermature mobili;
- g_{gl} è la trasmittanza di energia solare della parte trasparente del componente;
- F_F è la frazione di area relativa al telaio, rapporto tra l'area proiettata del telaio e l'area proiettata totale del componente finestrato;
- $A_{w,p}$ è l'area proiettata totale del componente vetrato (l'area del vano finestra), espressa in m².

L'area di captazione solare effettiva di una parte opaca dell'involucro edilizio, A_{sol} , espressa in m², è calcolata con la seguente formula:

$$A_{sol} = \alpha_{sol,c} R_{se} U_c A_c \quad (14)$$

dove

- $\alpha_{sol,c}$ è il fattore di assorbimento solare del componente opaco;

- R_{se} è la resistenza termica superficiale esterna del componente opaco, determinato secondo la norma EN ISO 6946, espressa in m^2K/W ;
- U_c è la trasmittanza termica del componente opaco, espressa in $W/(m^2 \cdot K)$;
- A_c è l'area proiettata del componente opaco, espressa in m^2 .

6 Dati di ingresso per i calcoli

6.1 Dati relativi alle caratteristiche tipologiche dell'edificio

I dati di ingresso relativi alle caratteristiche tipologiche dell'edificio comprendono:

- volume lordo dell'ambiente climatizzato (V_l);
- il volume interno (o netto) dell'ambiente climatizzato (V);
- la superficie utile (o netta calpestabile) dell'ambiente climatizzato (A_f);
- le superfici di tutti i componenti dell'involucro e della struttura edilizia (A);
- le tipologie e le dimensioni dei ponti termici (l);
- gli orientamenti di tutti i componenti dell'involucro edilizio;
- le caratteristiche geometriche di tutti elementi esterni (altri edifici, aggetti, etc.) che ombreggiano i componenti trasparenti dell'involucro edilizio.

6.2 Dati relativi alle caratteristiche termiche e costruttive dell'edificio

I dati relativi alle caratteristiche termiche e costruttive dell'edificio comprendono:

- le trasmittanze termiche dei componenti dell'involucro edilizio (U)⁵;
- le capacità termiche areiche dei componenti della struttura dell'edificio (κ)⁶;
- le trasmittanze di energia solare totale dei componenti trasparenti dell'involucro edilizio (g);
- i fattori di assorbimento solare delle facce esterne dei componenti opachi dell'involucro edilizio ($\alpha_{sol,c}$);
- le emissività delle facce esterne dei componenti dell'involucro edilizio (ε);
- i fattori di riduzione della trasmittanza di energia solare totale dei componenti trasparenti dell'involucro edilizio in presenza di schermature mobili (F_{sh});
- i fattori di riduzione dovuti al telaio dei componenti trasparenti dell'involucro edilizio ($1-F_F$);
- i coefficienti di trasmissione lineare dei ponti termici (ψ)⁷.

⁵ Per le finestre dotate di chiusure oscuranti, occorre conoscere i valori della trasmittanza termica nelle due configurazioni: chiusura oscurante aperta e chiusura oscurante chiusa.

⁶ Questo dato può essere omesso nei casi in cui è consentita una valutazione semplificata della capacità termica interna (v. par. 15.2).

6.3 Dati climatici

I dati climatici comprendono:

- le medie mensili delle temperature esterne (θ_e);
- l'irradianza solare totale media mensile sul piano orizzontale ($I_{sol,h}$);
- l'irradianza solare totale media mensile per ciascun orientamento (I_{sol}).

6.4 Dati relativi alle modalità di occupazione e di utilizzo dell'edificio

I dati relativi all'utenza comprendono:

- la temperatura interna di regolazione per il riscaldamento ($\theta_{int,set,H}$);
- la temperatura interna di regolazione per il raffrescamento ($\theta_{int,set,C}$);
- il numero di ricambi d'aria (n);
- il tipo di ventilazione (aerazione, ventilazione naturale, ventilazione artificiale);
- il tipo di regolazione della portata di ventilazione (costante, variabile);
- la durata del periodo di raffrescamento (N_C);
- la durata del periodo di riscaldamento (N_H);
- il regime di funzionamento dell'impianto di climatizzazione;
- le modalità di gestione delle chiusure oscuranti;
- le modalità di gestione delle schermature mobili;
- gli apporti di calore interni (Q_{int}).

Nella valutazione di progetto o nella valutazioni standard, i dati relativi alle modalità di occupazione e di utilizzo dell'edificio si riferiscono ad un'utenza convenzionale.

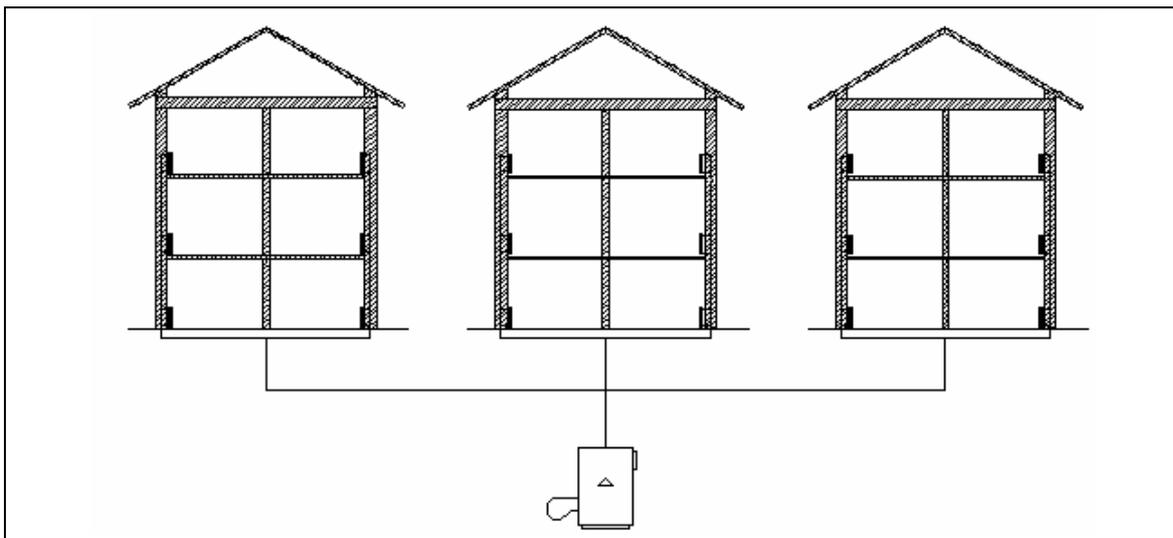
7 Zonizzazione e accoppiamento termico tra zone

7.1 Individuazione del sistema edificio-impianto

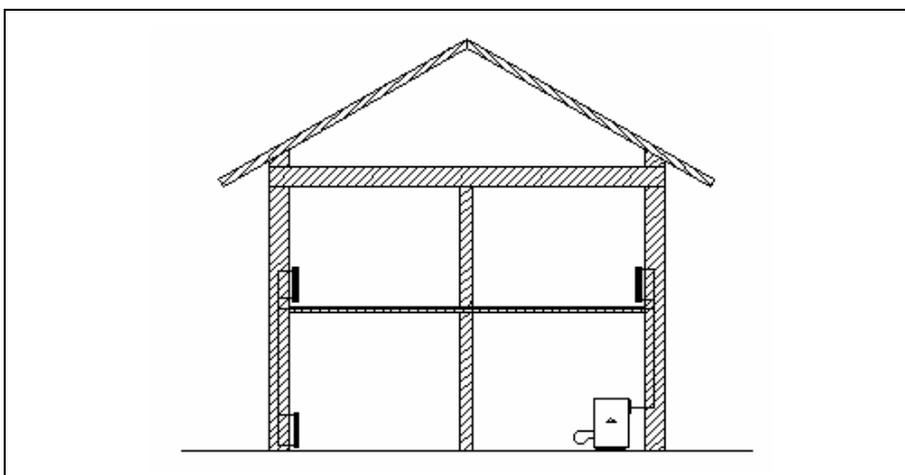
Ai fini dell'applicazione della presente norma, il sistema edificio-impianto è costituito da uno o più edifici (involucri edilizi) o da porzioni di edificio, climatizzati attraverso un unico sistema di generazione (vedi schemi 1, 2 e 3).

Il volume climatizzato comprende gli spazi che si considerano riscaldati e/o raffrescati a date temperature di regolazione.

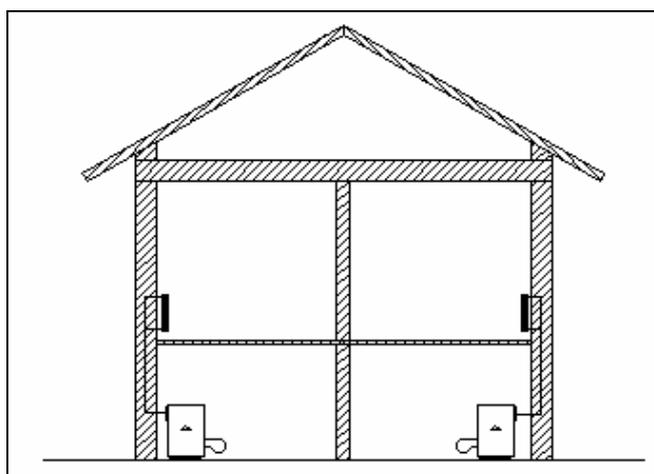
⁷ Questo dato può essere omesso nei casi in cui è consentita una valutazione forfetaria delle dispersioni attraverso i ponti termici (v. par. 11.1.3).



Schema 1 – Sistema edificio-impianto costituito da più edifici serviti da un'unica centrale termica.



Schema 2 – Sistema edificio-impianto costituito da un unico edificio.



Schema 3 – Sistema edificio-impianto costituito da una porzione di edificio servita da un impianto termico autonomo.

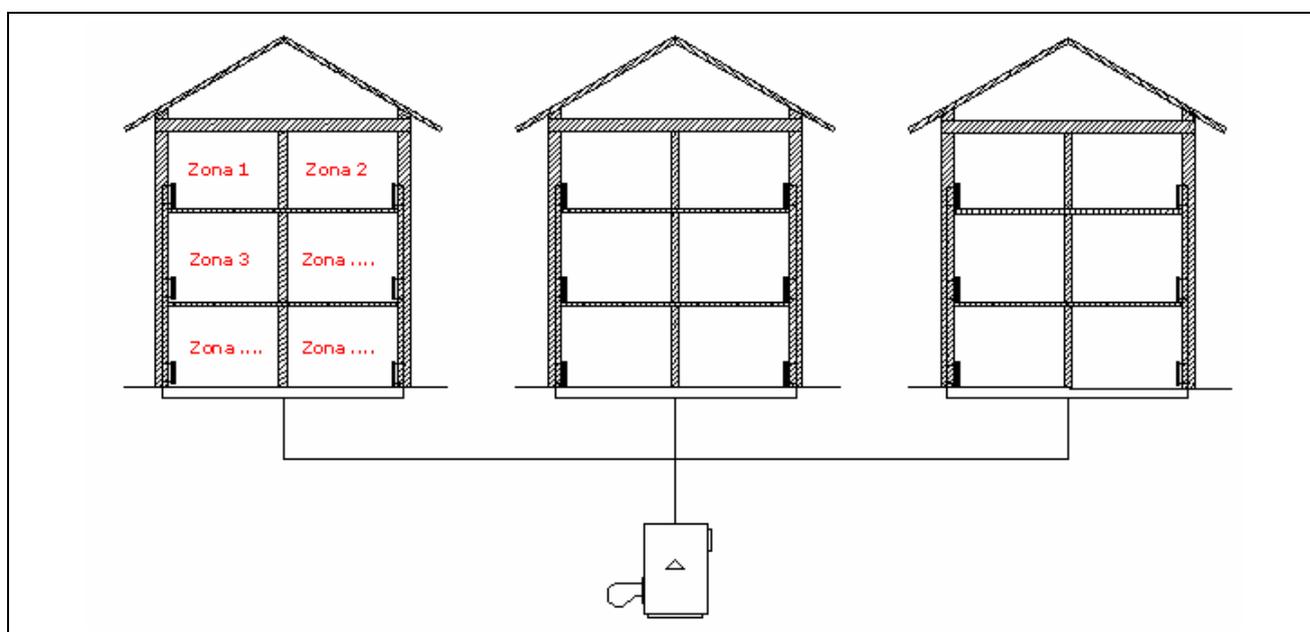
7.2 Regole di suddivisione dell'edificio

In linea generale ogni porzione di edificio, climatizzata ad una determinata temperatura con identiche modalità di regolazione, costituisce una zona termica. Ad esempio, le diverse unità immobiliari servite da un unico generatore, aventi proprie caratteristiche di dispersione ed esposizione, costituiscono altrettante zone termiche (vedi schema 4).

La zonizzazione non è richiesta se si verificano le seguenti condizioni:

- le temperature interne di regolazione per il riscaldamento differiscono di non oltre 4 K ;
- gli ambienti non sono raffrescati o comunque le temperature interne di regolazione per il raffrescamento differiscono di non oltre 4 K ;
- gli ambienti sono serviti dallo stesso impianto di riscaldamento;
- se vi è un impianto di ventilazione meccanica, almeno l'80% dell'area climatizzata è servita dallo stesso impianto di ventilazione con tassi di ventilazione nei diversi ambienti che non differiscono di un fattore superiore a 4.

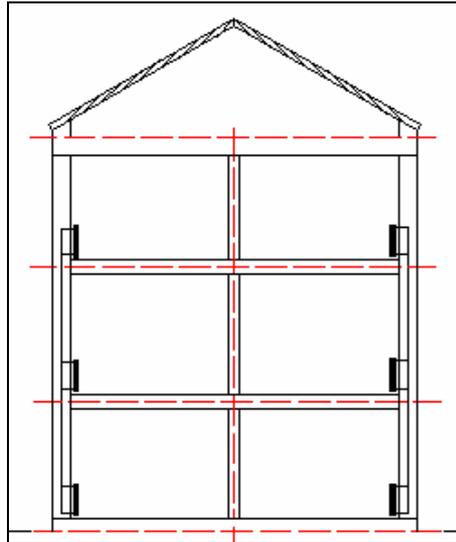
È possibile che la zonizzazione relativa al riscaldamento differisca da quella relativa al raffrescamento.



Schema 4 – Zone termiche aventi proprie caratteristiche di dispersione ed esposizione.

7.3 Confini delle zone termiche

Ai fini dell'applicazione della presente norma, per definire i confini del volume lordo climatizzato si considerano le dimensioni esterne dell'involucro mentre, per definire i confini tra le zone termiche, si utilizzano le superficie di mezzeria degli elementi divisorii (vedi schema 5).



Schema 5 – Regole di suddivisione dei volumi.

8 Temperatura interna

8.1 Valutazione di progetto o standard

8.1.1 Climatizzazione invernale

Per tutte le categorie di edifici ⁸, ad esclusione delle categorie E.6(1), E.6(2) e E.8, si assume una temperatura interna costante pari a 20 °C.

Per gli edifici di categoria E.6(1) si assume una temperatura interna costante pari a 28 °C.

Per gli edifici di categoria E.6(2) e E.8 si assume una temperatura interna costante pari a 18 °C.

Per gli edifici confinanti, in condizioni standard di calcolo, si assume:

- temperatura pari a 20 °C per edifici confinanti riscaldati e appartamenti vicini normalmente abitati;
- temperatura conforme alla UNI EN 12831 per appartamenti confinanti in edifici che non sono normalmente abitati (es. case vacanze)
- temperatura conforme alla EN ISO 13789:2007 - Appendice A, per edifici o ambienti confinanti non riscaldati (magazzini, autorimesse, cantinati, vano scale, ecc.)⁹

⁸ Categorie previste dall'articolo 3 del D.P.R. 26 agosto 1993 n. 412 (pubblicato sul S.O. della Gazzetta Ufficiale 14 ottobre 1993, n. 242).

⁹ La temperatura media mensile dei locali non riscaldati è determinata dalla seguente formula:

$$\theta_u = \frac{\Phi_{gn} + \theta_i H_{iu} + \theta_e H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}}$$

dove

Φ_{gn} è il flusso termico generato all'interno dell'ambiente non riscaldato, in W

θ_e è la temperatura esterna media mensile, in °C

θ_i è la temperatura interna di progetto dell'ambiente riscaldato, in °C

H_{iu} è il coefficiente globale di scambio termico tra l'ambiente riscaldato e l'ambiente non riscaldato, in W/K

H_{ue} è il coefficiente globale di scambio termico tra l'ambiente riscaldato e l'ambiente esterno, in W/K

8.1.2 Climatizzazione estiva

Per tutte le categorie di edifici ⁸, ad esclusione delle categorie E.6(1) e E.6(2), si assume una temperatura interna costante pari a 26 °C.

Per gli edifici di categoria E.6(1) si assume una temperatura interna costante pari a 28 °C.

Per gli edifici di categoria E.6(2) si assume una temperatura interna costante pari a 24 °C.

La temperatura interna degli edifici adiacenti è fissata convenzionalmente pari a 26 °C.

8.2 Valutazione adattata all'utenza

Per calcoli aventi scopi differenti da quello standard la temperatura interna può essere considerata costante per l'intero periodo di funzionamento oppure può essere specificata e giustificata una variazione di tale parametro in relazione ai profili di utilizzo dell'edificio.

Il tipo di valutazione ed i parametri utilizzati devono essere specificati con evidenza nel rapporto di calcolo.

9 Dati climatici

I dati climatici devono essere conformi a quanto riportato nella norma UNI 10349.

I valori di irradianza solare totale media mensile sono ricavati dai valori di irraggiamento solare giornaliero medio mensile forniti dalla norma UNI 10349. Per orientamenti intermedi tra quelli ivi indicati si procede per interpolazione lineare.

I valori di temperatura esterna media giornaliera sono forniti dalla norma UNI 10349.

10 Durata della stagione di riscaldamento e raffrescamento

10.1 Climatizzazione invernale

10.1.1 Valutazione di progetto o standard

La durata della stagione di calcolo è determinata in funzione della zona climatica (secondo art. 2 del DPR 412/93), dipendente dai gradi giorno della località, secondo il prospetto 3.

Prospetto 3 — Durata della stagione di riscaldamento in funzione della zona climatica.

Zona climatica	Inizio	Fine
A	1° dicembre	15 marzo
B	1° dicembre	31 marzo
C	15 novembre	31 marzo
D	1° novembre	15 aprile
E	15 ottobre	15 aprile
F	5 ottobre	22 aprile

10.1.2 Valutazione adattata all'utenza

Nel caso di diagnosi energetiche o previsione dei consumi può essere adottata la stagione di riscaldamento reale ovvero il periodo durante il quale è necessario fornire calore attraverso l'impianto di riscaldamento per mantenere all'interno dell'edificio una temperatura interna non inferiore a quella di progetto.

Il primo e l'ultimo giorno del periodo di riscaldamento reale vengono calcolati come i giorni in cui la somma degli apporti termici interni e solari eguaglia le perdite di calore ovvero quando:

$$\theta_{e,\text{day}} < \theta_{i,\text{set,H}} - \frac{Q_{\text{gn,day}}}{H \cdot t_{\text{day}}} \quad (15)$$

dove

$\theta_{e,\text{day}}$ = temperatura esterna media giornaliera, in °C

$\theta_{i,\text{set,H}}$ = temperatura interna di regolazione per il riscaldamento, in °C

$Q_{\text{gn,day}}$ = apporti interni e solari medi giornalieri, in MJ

H = coefficiente globale di cambio termico dell'edificio, in W/K, pari alla somma dei coefficienti globali di scambio termico per trasmissione e ventilazione, corretti per tenere conto della differenza di temperatura interno-esterno

t_{day} = durata del giorno, in Ms

Gli apporti termici solari giornalieri sono ricavati dai valori di irraggiamento solare giornaliero medio mensile secondo quanto riportato nella norma UNI 10349.

10.2 Climatizzazione estiva

La stagione di raffrescamento è il periodo durante il quale è necessario un apporto dell'impianto di climatizzazione per mantenere all'interno dell'edificio una temperatura interna non superiore a quella di progetto:

$$\theta_{e,\text{day}} > \theta_{i,\text{set,C}} - \frac{Q_{\text{gn,day}}}{H \cdot t_{\text{day}}} \quad (16)$$

dove

$\theta_{i,\text{set,C}}$ = temperatura interna di regolazione per il raffrescamento, in °C

10.3 Interpolazione di dati climatici per frazioni di mese

Per determinare i giorni limite dei periodi di riscaldamento e raffrescamento, ovvero quelli in cui la temperatura esterna media giornaliera ($\theta_{e,\text{day}}$) eguaglia i secondi termini delle equazioni 15 e 16, si procede mediante interpolazione lineare, attribuendo i valori medi mensili di temperatura riportati nella norma UNI 10349 al quindicesimo giorno di ciascun mese.

11 Parametri di trasmissione termica

Il calcolo dei coefficienti di scambio termico per trasmissione delle zone climatizzate viene effettuato secondo le norme EN ISO 13789 e EN ISO 13370.

11.1 Caratterizzazione termica dei componenti d'involucro

11.1.1 Componenti opachi

Per il calcolo della trasmittanza termica dei componenti opachi, occorre che:

- le proprietà termofisiche dei materiali siano ricavate dalla norma UNI 10351 o dalla norma UNI EN 1745 o da dichiarazioni del fabbricante conformi alle norme di prodotto armonizzate;
- le resistenze termiche di murature e solai siano ricavate dalla norma UNI 10355 o dalla norma UNI EN 1745 o da dichiarazioni del fabbricante conformi alle norme di prodotto armonizzate;
- i coefficienti superficiali di scambio termico e le resistenze termiche delle intercapedini d'aria siano conformi ai valori stabiliti dalla norma EN ISO 6946.

In assenza di dati di progetto attendibili o comunque di informazioni più precise, i valori dei parametri termici dei componenti edilizi di edifici esistenti possono essere determinati in funzione della tipologia edilizia e del periodo di costruzione, secondo quanto indicato nelle appendici A e B.

Nel caso si utilizzino i dati delle appendici A e B, questi devono essere riportati nel rapporto finale di calcolo.

11.1.2 Componenti trasparenti

La trasmittanza termica delle finestre si calcola in base a quanto riportato nella norma UNI EN ISO 10077-1.

La trasmittanza termica delle facciate continue trasparenti si calcola in base a quanto riportato nella norma UNI EN 13947.

In assenza di dati di progetto attendibili o comunque di informazioni più precise, i valori di trasmittanza termica delle vetrate possono essere ricavati dalla tabella C.1 in appendice C.

In assenza di dati di progetto attendibili o comunque di informazioni più precise, i valori di trasmittanza termica dei telai possono essere ricavati dalla tabella C.2 in appendice C.

Per finestre verticali di dimensioni non molto differenti da 1,20 m per 1,50 m, nell'ipotesi che l'area del telaio sia pari al 20% dell'area dell'intera finestra e che i distanziatori tra i vetri siano di tipo comune, i valori di trasmittanza termica delle finestre possono essere ricavati dalla tabella C.3 in appendice C.

Effetto di chiusure oscuranti

L'effetto dell'isolamento notturno, quale quello dovuto alla presenza di una chiusura oscurante, deve essere tenuto in conto mediante la frazione adimensionale della differenza cumulata di temperatura, derivante dal modello orario di utilizzo.

$$U_{w,corr} = U_{w+shut} \cdot f_{shut} + U_w \cdot (1 - f_{shut}) \quad (17)$$

dove

U_w è la trasmittanza termica della finestra senza chiusura oscurante, in $W/(m^2 \cdot K)$;

$U_{w,corr}$ è la trasmittanza termica ridotta della finestra e della chiusura oscurante, in $W/(m^2 \cdot K)$;

U_{w+shut} è la trasmittanza termica della finestra e della chiusura oscurante insieme, in $W/(m^2 \cdot K)$;

f_{shut} è la frazione adimensionale della differenza cumulata di temperatura, derivante dal profilo orario di utilizzo della **chiusura oscurante** e dal profilo orario della differenza tra temperatura interna ed esterna.

In assenza di dati di progetto attendibili o comunque di informazioni più precise, valori di resistenza termica addizionale, ΔR , della chiusura oscurante possono essere ricavati dalla tabella C.4 in appendice C.

Nella valutazione di progetto o nella valutazione standard si considera un periodo giornaliero di chiusura di 12 ore. In mancanza di dati precisi sui profili giornalieri della temperatura si assuma $f_{\text{shut}} = 0,6$.

11.1.3 Ponti termici

Lo scambio termico per trasmissione attraverso i ponti termici può essere calcolato secondo la EN ISO 14683.

Per gli edifici esistenti, in assenza di dati di progetto attendibili o comunque di informazioni più precise, per alcune tipologie edilizie, lo scambio termico attraverso i ponti termici può essere determinato forfaitariamente secondo quanto indicato nel prospetto 4. Nel caso si utilizzino i dati del prospetto 4 questi devono essere riportati nel rapporto finale di calcolo.

Prospetto 4 — Maggiorazioni percentuali relative alla presenza dei ponti termici [%].

Descrizione della struttura	Maggiorazione ¹⁰
Parete con isolamento dall'esterno (a cappotto) senza aggetti/balconi e ponti termici corretti	5
Parete con isolamento dall'esterno (a cappotto) con aggetti/balconi	15
Parete omogenea in mattoni pieni o in pietra (senza isolante)	5
Parete a cassa vuota con mattoni forati (senza isolante)	10
Parete a cassa vuota con isolamento nell'intercapedine (ponte termico corretto)	10
Parete a cassa vuota con isolamento nell'intercapedine (ponte termico non corretto)	20
Pannello prefabbricato in calcestruzzo con pannello isolante all'interno	30

Nel caso in cui il ponte termico si riferisca ad un giunto tra due strutture che coinvolgono due zone termiche diverse, il valore della trasmittanza termica lineare, dedotto dalla EN ISO 14683, deve essere ripartito tra le due zone interessate.

11.2 Scambio termico verso ambienti non climatizzati

Il coefficiente globale di scambio termico per trasmissione, H_U , tra il volume climatizzato e gli ambienti esterni attraverso gli ambienti non climatizzati si ottiene come:

$$H_U = H_{iu} \cdot b_{tr,x} \quad (18)$$

dove $b_{tr,x}$ è il fattore di correzione dello scambio termico tra ambienti climatizzato e non climatizzato, diverso da 1 nel caso in cui la temperatura di quest'ultimo sia diversa da quella dell'ambiente esterno. Si ha:

$$b_{tr,x} = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} \quad (19)$$

dove

¹⁰ Le maggiorazioni si applicano alle dispersioni della parete opaca e tengono conto anche dei ponti termici relativi ai serramenti.

H_{iu} è il coefficiente globale di scambio termico tra l'ambiente climatizzato e l'ambiente non climatizzato, espresso in W/K;

H_{ue} è il coefficiente globale di scambio termico tra l'ambiente non climatizzato e l'ambiente esterno, espresso in W/K.

Per gli edifici esistenti, in assenza di dati di progetto attendibili o comunque di informazioni più precise, i valori del fattore $b_{tr,x}$ si possono assumere dal prospetto 5.

Prospetto 5 — Fattore di correzione $b_{tr,x}$.

Ambiente confinante	$b_{tr,x}$
Ambiente	
- con una parete esterna	0,4
- senza serramenti esterni e con almeno due pareti esterne	0,5
- con serramenti esterni e con almeno due pareti esterne (ad es. autorimesse)	0,6
- con tre pareti esterne (ad es. vani scala esterni)	0,8
Piano interrato o seminterrato	
- senza finestre o serramenti esterni	0,5
- con finestre o serramenti esterni	0,8
Sottotetto	
- tasso di ventilazione del sottotetto elevato (es. tetti ricoperti con tegole o altri materiali di copertura discontinua) senza rivestimento con feltro o assito	1,0
- altro tetto non isolato	0,9
- tetto isolato	0,7
Aree interne di circolazione (senza muri esterni e con tasso di ricambio d'aria inferiore a $0,5 \text{ h}^{-1}$)	0
Aree interne di circolazione liberamente ventilate (rapporto tra l'area delle aperture e volume dell'ambiente maggiore di $0,005 \text{ m}^2/\text{m}^3$)	1,0

11.3 Scambio termico verso il terreno

Lo scambio termico verso il terreno deve essere calcolato secondo la EN ISO 13370.

Per gli edifici esistenti, in assenza di dati di progetto attendibili o comunque di informazioni più precise, il coefficiente di accoppiamento termico in regime stazionario tra gli ambienti interno ed esterno è dato da :

$$H_g = A \cdot U_f \cdot b_{tr,g} \quad (20)$$

dove A è l'area dell'elemento, U_f è la trasmittanza termica della parte sospesa del pavimento (tra l'ambiente interno e lo spazio sottopavimento), espressa in $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$, mentre $b_{tr,g}$ è dato dal prospetto 6.

Prospetto 6 — Fattore di correzione $b_{tr,g}$.

Ambiente confinante	$b_{tr,g}$
Pavimento controterra	0,45
Parete controterra	0,45
Pavimento su vespaio areato	0,80

11.4 Extra flusso termico per radiazione infrarossa verso la volta celeste

Il calcolo dell'extraflusso termico per radiazione infrarossa verso la volta celeste è effettuato secondo quanto riportato nei par. 11.3.5 e 11.4.6 della EN ISO 13790:2008, adottando le seguenti ipotesi:

- la differenza tra la temperatura dell'aria esterna e la temperatura apparente del cielo $\Delta\theta_{er} = 11 \text{ K}$;
- il coefficiente di scambio termico esterno per irraggiamento $h_r = 5 \varepsilon \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$;
- in assenza di ombreggiatura da elementi esterni, il fattore di forma tra un componente edilizio e la volta celeste vale:

$$F_r = (1 + \cos \Sigma) / 2 \quad (21)$$

dove Σ è l'angolo d'inclinazione del componente sull'orizzontale.

12 Ventilazione

Le caratteristiche delle diverse tipologie dei sistemi di ventilazione sono descritti nel CEN/TR 14788. Ulteriori definizioni riguardo alla ventilazione ed all'aerazione, sono fornite nella UNI EN 12792.

12.1 Portata di ventilazione

12.1.1 Valutazione di progetto o standard

Nel caso di **aerazione** o ventilazione naturale:

- per gli edifici residenziali si assume un **tasso di ricambio** d'aria pari a 0,3 vol/h;
- per tutti gli altri edifici si assumono i **tassi** di ricambio d'aria riportati nella norma UNI 10339. I valori degli indici di affollamento sono assunti pari al 60% di quelli riportati nella suddetta norma ai fini della determinazione della portata di progetto.

Per gli edifici dotati di sistemi di ventilazione meccanica a semplice flusso (aspirazione) il **tasso di ricambio** d'aria è fissato pari a:

$$q_{ve} = q_{ve,des} \cdot k \quad (22)$$

dove $q_{ve,des}$ è la portata d'aria di progetto e k è un coefficiente di contemporaneità di utilizzo delle bocchette aspiranti. In assenza di dati di progetto attendibili o comunque di informazioni più precise, si può assumere $k = 1$ per sistemi a portata fissa, $k = 0,6$ per ventilazione igro-regolabile.

Per gli edifici dotati di sistemi di ventilazione meccanica a doppio flusso il **tasso di ricambio** d'aria è fissato pari a:

$$q_{ve} = q_{ve,des} \cdot (1 - \eta_{ve}) \quad (23)$$

dove $q_{ve,des}$ è la portata d'aria di progetto del sistema per ventilazione meccanica, η_{ve} è il fattore di efficienza dell'eventuale recuperatore di calore dell'aria (pari a 0 se assente).

12.1.2 Valutazione adattata all'utenza

Per calcoli aventi scopi differenti da quello di progetto o standard è possibile effettuare una determinazione accurata della portata di ventilazione, tenendo conto anche dei requisiti relativi alla qualità dell'aria interna.

Nel caso di aerazione e di ventilazione naturale non è possibile determinare con certezza le portate di rinnovo. Il tasso di ricambio d'aria di un edificio dipende dalle condizioni climatiche al contorno (velocità e direzione del vento e differenza di temperatura tra esterno ed interno), dalla permeabilità dell'involucro e dal comportamento dell'utenza. I valori reali di ricambio d'aria reali possono quindi essere notevolmente diversi da quelli indicati per la valutazione di progetto o standard.

Ai fini della determinazione della portata di ventilazione richiesta per soddisfare l'esigenza di qualità dell'aria interna si fa riferimento alle norme EN 13779 e EN 15251.

Ai fini di un calcolo dettagliato della portata di ventilazione si fa riferimento alla norma EN 15242.

12.2 Ventilazione notturna (free-cooling)

L'effetto della ventilazione notturna viene valutato secondo quanto riportato nel par. 9.4.3 della EN ISO 13790:2008.

Ai fini della valutazione di progetto o della valutazione standard, l'opzione della ventilazione notturna può essere considerata solo in presenza di ventilazione meccanica, assumendo una ventilazione notturna (dalle 23 alle 7) per tutti i giorni del periodo di raffrescamento. **In questo caso:**

- la portata specificata al par. 12.1.1. è attribuita al periodo dalla 7 alle 23 ($f_{ve,t} = 0,67$);
- la portata $q_{ve,extra}$, pari alla portata di progetto dell'impianto di ventilazione, è attribuita al periodo dalle 23 alle 7 ($f_{ve,t,extra} = 0,33$);
- i valori di correzione della temperatura, b_{ve} e $b_{ve,extra}$, tengono conto della diversa differenza di temperatura tra ambienti interno ed esterno nelle due frazioni del periodo di calcolo (7-23 e 23-7).

12.3 Volume netto dell'ambiente climatizzato

In assenza di informazioni sul volume netto dell'ambiente climatizzato, al fine di determinare lo scambio termico per ventilazione, il volume interno di ciascuna zona termica può essere ottenuto moltiplicando il volume lordo per un fattore funzione della tipologia edilizia, secondo il prospetto 7.

Prospetto 7: Fattore di correzione del volume lordo climatizzato.

Categoria di edificio ¹¹	Tipo di costruzione	
	E.1, E.2, E.3, E.7	Pareti di spessore superiore a 45 cm
0,6		0,7
E.4, E.5, E.6, E.8	Con partizioni interne	Senza partizioni interne
	0,8	0,9

¹¹ Si fa riferimento alle categorie previste dall'articolo 3 del D.P.R. 26 agosto 1993 n. 412 (pubblicato sul S.O. della Gazzetta Ufficiale 14 ottobre 1993, n. 242).

13 Apporti termici interni

13.1 Entità degli apporti interni

13.1.1 Valutazione di progetto o standard

Nei casi di valutazione di progetto o di valutazione standard gli apporti termici interni sono espressi, per gli edifici diversi dalle abitazioni, in funzione della destinazione d'uso secondo quanto riportato nel prospetto 8.

Prospetto 8 — Dati convenzionali relativi all'utenza.

Categoria di edificio ⁸	Destinazione d'uso	Apporti medi globali
		W/m ²
E.1 (3)	Edifici adibiti ad albergo, pensione ed attività similari	6
E.2	Edifici adibiti a uffici e assimilabili	6
E.3	Edifici adibiti a ospedali, cliniche o case di cura e assimilabili	8
E.4 (1)	Cinema e teatri, sale di riunione per congressi	8
E.4 (2)	Mostre, musei e biblioteche, luoghi di culto	8
E.4 (3)	Bar, ristoranti, sale da ballo	10
E.5	Edifici adibiti ad attività commerciali e assimilabili	8
E.6 (1)	Piscine, saune e assimilabili	10
E.6 (2)	Palestre e assimilabili	5
E.6 (3)	Servizi di supporto alle attività sportive	4
E.7	Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili	4
E.8	Edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali e assimilabili	6

Per gli edifici di categoria E.1 (1) e E.1 (2) (abitazioni), aventi superficie utile di pavimento, A_f , inferiore o uguale a 170 m², il valore globale degli apporti interni, espresso in W, è ricavato come

$$\Phi_{\text{int}} = 7,353 A_f - 0,02768 \cdot A_f^2 \quad (24)$$

Per superficie utile di pavimento maggiore di 170 m² il valore di Φ_{int} è pari a 450 W.

13.1.2 Valutazione adattata all'utenza

Per calcoli aventi scopi differenti da quello standard possono essere utilizzati dati diversi a seconda dello scopo del calcolo. Nei paragrafi che seguono vengono forniti valori tipici degli apporti interni medi per diverse destinazioni d'uso, applicabili sia in condizioni invernali che estive, distinguendo tra:

- apporti globali;
- apporti dagli occupanti;
- apporti dalle apparecchiature.

Apporti globali

Le sorgenti di energia termica presenti all'interno di uno spazio chiuso sono in genere dovute a occupanti, acqua sanitaria reflua, apparecchiature elettriche, di illuminazione e di cottura.

Gli apporti interni di calore derivanti dalla presenza di queste sorgenti sono ricavati in funzione della destinazione d'uso dei locali, in base ai valori riportati nei prospetti 9 e 10.

Prospetto 9 — Profili temporali degli apporti termici dagli occupanti e dalle apparecchiature (edifici residenziali)

Giorni	Ore	Soggiorno e cucina ($\Phi_{\text{Int,Oc}} + \Phi_{\text{Int,A}}$) / A_f W/m ²	Altre aree climatizzate (es. stanza da letto) ($\Phi_{\text{Int,Oc}} + \Phi_{\text{Int,A}}$) / A_f W/m ²
Lunedì – Venerdì	07.00 – 17.00	8,0	1,0
	17.00 – 23.00	20,0	1,0
	23.00 – 07.00	2,0	6,0
	Media	9,0	2,67
Sabato – Domenica	07.00 – 17.00	8,0	2,0
	17.00 – 23.00	20,0	4,0
	23.00 – 07.00	2,0	6,0
	Media	9,0	3,83
Media		9,0	3,0

Prospetto 10 — Profili temporali degli apporti termici dagli occupanti e dalle apparecchiature (edifici adibiti ad uffici)

Giorni	Ore	Ambienti ufficio (60 % della superficie utile di pavimento) ($\Phi_{\text{Int,Oc}} + \Phi_{\text{Int,A}}$) / A_f W/m ²	Altre stanze, atri, corridoi (40 % della superficie utile di pavimento) ($\Phi_{\text{Int,Oc}} + \Phi_{\text{Int,A}}$) / A_f W/m ²
Lunedì – Venerdì	07.00 – 17.00	20,0	8,0
	17.00 – 23.00	2,0	1,0
	23.00 – 07.00	2,0	1,0
	Media	9,50	3,92
Sabato – Domenica	07.00 – 17.00	2,0	1,0
	17.00 – 23.00	2,0	1,0
	23.00 – 07.00	2,0	1,0
	Media	2,0	1,0
Media		7,4	3,1

($\Phi_{\text{Int,Oc}} + \Phi_{\text{Int,A}}$) è il flusso termico dalle persone e dalle apparecchiature, in W;
 A_f è la superficie utile di pavimento, in m².

Apporti medi dagli occupanti

Gli apporti interni medi di calore derivanti dalla presenza degli occupanti sono ricavati in funzione della destinazione d'uso dei locali, in base ai valori riportati nel prospetto 11.

Prospetto 11 — Apporti termici dagli occupanti; valori globali in funzione della densità di occupazione (edifici non residenziali)

Classe di densità di occupazione	m ² di superficie utile di pavimento per persona	Fattore di simultaneità	$\Phi_{\text{int,Oc}} / A_f$ W/m ²
I	1,0	0,15	15
II	2,5	0,25	10
III	5,5	0,27	5
IV	14	0,42	3
V	20	0,40	2

$\Phi_{\text{int,Oc}}$ è il flusso termico dalle persone, in W;
 A_f è la superficie utile di pavimento, in m².

Apporti interni medi dalle apparecchiature

Gli apporti interni medi di calore derivanti dal funzionamento delle apparecchiature sono ricavati in funzione della destinazione d'uso dei locali, in base ai valori riportati nel prospetto 12.

Prospetto 12 — Apporti termici dalle apparecchiature ; valori globali in funzione della categoria di edificio (edifici non residenziali)

Categoria di edificio	Apporto termico delle apparecchiature durante il periodo di funzionamento $\Phi_{\text{int,A}} / A_f$ W/m ²	Simultaneità f_A	Apporto termico medio dalle apparecchiature $\Phi_{\text{int,A}} / A_f$ W/m ²
Uffici	15	0,20	3
Attività scolastiche	5	0,15	1
Cura della salute, attività clinica	8	0,50	4
Cura della salute, attività non clinica	15	0,20	3
Servizi di approvvigionamento	10	0,25	3
Esercizi commerciali	10	0,25	3
Luoghi di riunione	5	0,20	1
Alberghi e pensioni	4	0,50	2
Penitenziari	4	0,50	2
Attività sportive	4	0,25	1

$\Phi_{\text{int,A}}$ è il flusso termico dalle apparecchiature, in W;
 A_f è la superficie utile di pavimento, in m².

13.2 Apporti all'interno di ambienti non climatizzati

In assenza di informazioni che ne dimostrino la rilevanza, è lecito trascurare l'effetto degli apporti termici prodotti all'interno di ambienti non climatizzati.

13.3 Area climatizzata

In assenza di informazioni sull'area netta di pavimento, al fine di determinare gli apporti termici interni, l'area climatizzata (netta) di ciascuna zona termica può essere ottenuta moltiplicando la corrispondente area lorda per un fattore f_n , ricavabile in funzione dello spessore medio delle pareti esterne, d_m :

$$f_n = 0,9761 - 0,3055 \cdot d_m \quad (25)$$

14 Apporti termici solari

Lo scambio per radiazione infrarossa verso la volta celeste deve essere considerato come un incremento dello scambio termico per trasmissione dell'involucro edilizio e non come una riduzione degli apporti di energia solare.

14.1 Apporti solari all'interno di ambienti non climatizzati

In assenza di informazioni che ne dimostrino la trascurabilità, è necessario considerare l'effetto degli apporti termici solari all'interno di ambienti non climatizzati (ad esempio serre).

14.2 Apporti solari sui componenti opachi

Nel calcolo del fabbisogno di calore occorre tenere conto anche degli apporti termici dovuti alla radiazione solare incidente sulle chiusure opache.

In assenza di dati di progetto attendibili o comunque di informazioni più precise, il fattore di assorbimento solare di un componente opaco può essere assunto pari a 0,3 per colore chiaro della superficie esterna, 0,6 per colore medio e 0,9 per colore scuro.

14.3 Apporti solari sui componenti trasparenti

14.3.1 Trasmittanza di energia solare totale

I valori della trasmittanza di energia solare totale degli elementi vetrati (g_{gl}) possono essere ricavati moltiplicando i valori di trasmittanza di energia solare totale per incidenza normale ($g_{gl,n}$) per un fattore di esposizione (F_w) assunto pari a 0,9.

I valori della trasmittanza di energia solare totale per incidenza normale degli elementi vetrati possono essere determinati attraverso la norma UNI EN 410. In assenza di dati documentati, si usa il prospetto 13.

Prospetto 13 — Trasmittanza di energia solare totale $g_{gl,n}$ di alcuni tipi di vetro

Tipo di vetro	$g_{gl,n}$
Vetro singolo	0,85
Doppio vetro normale	0,75
Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo	0,67
Triplo vetro normale	0,70
Triplo vetro con doppio rivestimento basso-emissivo	0,50
Doppia finestra	0,75

14.3.2 Fattore telaio

Il fattore di correzione dovuto al telaio ($1-F_F$) è pari al rapporto tra l'area trasparente e l'area totale dell'unità vetrata del serramento.

In assenza di dati di progetto attendibili o comunque di informazioni più precise, si può assumere un valore convenzionale del fattore telaio pari a **0,8**.

14.3.3 Effetto di schermature mobili

In assenza di dati di progetto attendibili o comunque di informazioni più precise, l'effetto di schermature mobili può essere valutato attraverso i fattori di riduzione riportati al prospetto 14, pari al rapporto tra i valori di trasmittanza di energia solare totale della finestra con e senza schermatura (g_{gl+sh}/g_{gl}).

Prospetto 14 — Fattori di riduzione per alcuni tipi di tenda

Tipo di tenda	Proprietà ottiche della tenda		Fattori di riduzione con	
	assorbimento	trasmissione	tenda interna	tenda esterna
Veneziane bianche	0,1	0,05	0,25	0,10
		0,1	0,30	0,15
		0,3	0,45	0,35
Tende bianche	0,1	0,5	0,65	0,55
		0,7	0,80	0,75
		0,9	0,95	0,95
Tessuti colorati	0,3	0,1	0,42	0,17
		0,3	0,57	0,37
		0,5	0,77	0,57
Tessuti rivestiti di alluminio	0,2	0,05	0,20	0,08

Nella valutazione di progetto o nella valutazione standard si prende in considerazione solo l'effetto delle schermature mobili permanenti, cioè integrate nell'involucro edilizio e non liberamente montabili e smontabili dall'utente.

14.3.4 Gestione delle schermature mobili

Il fattore di riduzione degli apporti solari relativo all'utilizzo di schermature mobili, $F_{sh,gl}$, viene ricavato dalla seguente espressione:

$$F_{sh,gl} = [(1 - f_{sh,with})g_{gl} + f_{sh,with}g_{gl+sh}] / g_{gl} \quad (26)$$

dove

g_{gl} è la trasmittanza di energia solare totale della finestra, quando la schermatura solare non è utilizzata;

g_{gl+sh} è la trasmittanza di energia solare totale della finestra, quando la schermatura solare è utilizzata;

$f_{sh,with}$ è la frazione di tempo in cui la schermatura solare è utilizzata, pesata sull'irraggiamento solare incidente; essa dipende dal profilo dell'irradianza solare incidente sulla finestra e quindi dal clima, dalla stagione e dall'esposizione.

Per ciascun mese e per ciascuna esposizione il valore di $f_{sh,with}$ può essere ricavato come rapporto tra la somma dei valori orari di irradianza maggiori di 300 W/m^2 e la somma di tutti i valori orari di irradianza del mese considerato.

Nella valutazione di progetto o nella valutazione standard i valori di $f_{sh,with}$ devono essere ricavati dal prospetto 15 in funzione del mese e dell'orientamento. Per orientamenti non considerati nel prospetto 15, si procede per interpolazione lineare.

Prospetto 15 — Fattore di riduzione per le schermature mobili, $f_{sh,with}$

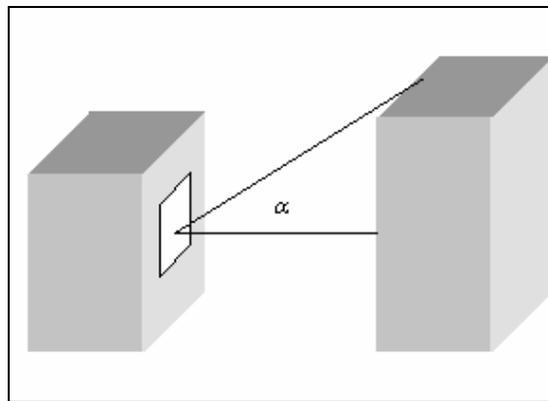
Mese	Nord	Est	Sud	Ovest
1	0,00	0,52	0,81	0,39
2	0,00	0,48	0,82	0,55
3	0,00	0,66	0,81	0,63
4	0,00	0,71	0,74	0,62
5	0,00	0,71	0,62	0,64
6	0,00	0,75	0,56	0,68
7	0,00	0,74	0,62	0,73
8	0,00	0,75	0,76	0,72
9	0,00	0,73	0,82	0,67
10	0,00	0,72	0,86	0,60
11	0,00	0,62	0,84	0,30
12	0,00	0,50	0,86	0,42

14.4 Ombreggiatura

Il fattore di riduzione per ombreggiatura¹² $F_{sh,ob}$ può essere calcolato come prodotto dei fattori di ombreggiatura relativi ad ostruzioni esterne (F_{hor}), ad aggetti orizzontali (F_{ov}) e verticali (F_{fin})

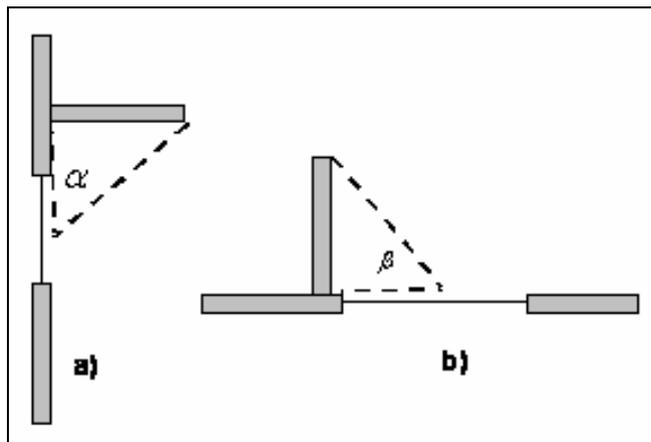
$$F_{sh,ob} = F_{hor} \cdot F_{ov} \cdot F_{fin} \quad (27)$$

I valori dei fattori di ombreggiatura dipendono dalla latitudine, dall'orientamento dell'elemento ombreggiato, dal clima, dal periodo considerato e dalle caratteristiche geometriche degli elementi ombreggianti, quest'ultime descritte da un parametro angolare, come evidenziato negli schemi 6 e 7.



Schema 6 – Angolo dell'orizzonte ombreggiato da un'ostruzione esterna .

¹² È un fattore moltiplicativo della radiazione solare incidente per tenere conto dell'effetto di ombreggiatura permanente sull'elemento vetrato considerato risultante da: altri edifici, topografia (alture, alberi ...), aggetti, altri elementi dello stesso edificio, parte esterna della parete sulla quale è montato l'elemento vetrato.



a) Sezione verticale b) Sezione orizzontale

Schema 7 – Aggetto orizzontale e verticale.

Con riferimento ai vari mesi dell'anno invernale i fattori di ombreggiatura possono essere determinati attraverso l'interpolazione lineare dei valori riportati nei prospetti dell'appendice D.

15 Parametri dinamici

15.1 Fattori di utilizzazione

15.1.1 Riscaldamento

Il fattore di utilizzazione degli apporti termici per il calcolo del fabbisogno di riscaldamento si calcola come:

$$\text{se } \gamma_H > 0 \text{ e } \gamma_H \neq 1: \quad \eta_{H,gn} = \frac{1 - \gamma_H^{a_H}}{1 - \gamma_H^{a_H+1}} \quad (28)$$

$$\text{se } \gamma_H = 1: \quad \eta_{H,gn} = \frac{a_H}{a_H + 1} \quad (29)$$

dove

$$\gamma_H = \frac{Q_{gn}}{Q_{H,ls}} \quad (30)$$

$$a_H = a_{H,0} + \frac{\tau}{\tau_{H,0}} \quad (31)$$

dove τ è la costante di tempo termica della zona termica, espressa in ore, calcolata come rapporto tra la capacità termica interna della zona termica considerata (C_m) e il suo coefficiente globale di scambio termico, corretto per tenere conto della differenza di temperatura interno-esterno (v. par. 12.2.1.3 della EN ISO 13790:2008).

Con riferimento al periodo di calcolo mensile si può assumere $a_{H,0} = 1$ e $\tau_{H,0} = 15$ ore.

15.1.2 Raffrescamento

Il fattore di utilizzazione dello scambio termico per il calcolo del fabbisogno di raffrescamento si calcola come:

$$\text{se } \gamma_C > 0 \text{ e } \gamma_C \neq 1: \quad \eta_{C,ls} = \frac{1 - \gamma_C^{-a_C}}{1 - \gamma_C^{-(a_C+1)}} \quad (32)$$

$$\text{se } \gamma_C = 1: \quad \eta_{C,ls} = \frac{a_C}{a_C + 1} \quad (33)$$

$$\text{se } \gamma_C < 0: \quad \eta_{C,ls} = 1 \quad (34)$$

dove

$$\gamma_C = \frac{Q_{gn}}{Q_{C,ls}} \quad (35)$$

$$a_C = a_{C,0} + \frac{\tau}{\tau_{C,0}} - k \frac{A_w}{A_f} \quad (36)$$

dove

A_w è l'area finestrata;

A_f è l'area di pavimento climatizzata.

Con riferimento al periodo di calcolo mensile si può assumere $a_{C,0} = 8,1$, $\tau_{C,0} = 17$ ore e $k = 13$.

15.2 Capacità termica interna

La capacità termica interna dell'edificio deve essere determinata preliminarmente per calcolare la costante di tempo dell'edificio ed i fattori di utilizzazione, secondo quanto riportato al paragrafo 15.1.

Il calcolo della capacità termica interna dei componenti della struttura edilizia deve essere effettuato secondo la norma EN ISO 13786.

Limitatamente agli edifici esistenti, in assenza di dati di progetto attendibili o comunque di informazioni più precise sulla reale costituzione delle strutture edilizie, ove non si possa di conseguenza determinare con sufficiente approssimazione la capacità termica areica dei componenti della struttura edilizia, la capacità termica interna della zona termica può essere stimata in modo semplificato sulla base del prospetto 16.

Prospetto 16 – Capacità termica per unità di superficie di involucro [kJ/(m²·K)].

Caratteristiche costruttive dei componenti edilizi				Numero di piani		
Intonaci	Isolamento	Pareti esterne	Pavimenti	1	2	≥3
				Capacità termica areica		
gesso	interno	qualsiasi	tessile	75	75	85
	interno	qualsiasi	legno	85	95	105
	interno	qualsiasi	piastrelle	95	105	115
	assente/esterno	leggere/blocchi	tessile	95	95	95
	assente/esterno	medie/pesanti	tessile	105	95	95
	assente/esterno	leggere/blocchi	legno	115	115	115
	assente/esterno	medie/pesanti	legno	115	125	125
	assente/esterno	leggere/blocchi	piastrelle	115	125	135
malta	assente/esterno	medie/pesanti	piastrelle	125	135	135
	interno	qualsiasi	tessile	105	105	105
	interno	qualsiasi	legno	115	125	135
	interno	qualsiasi	piastrelle	125	135	135
	assente/esterno	leggere/blocchi	tessile	125	125	115
	assente/esterno	medie	tessile	135	135	125
	assente/esterno	pesanti	tessile	145	135	125
	assente/esterno	leggere/blocchi	legno	145	145	145
	assente/esterno	medie	legno	155	155	155
	assente/esterno	pesanti	legno	165	165	165
	assente/esterno	leggere/blocchi	piastrelle	145	155	155
	assente/esterno	medie	piastrelle	155	165	165
assente/esterno	pesanti	piastrelle	165	165	165	

15.3 Intermittenza e attenuazione

15.3.1 Valutazione di progetto o standard

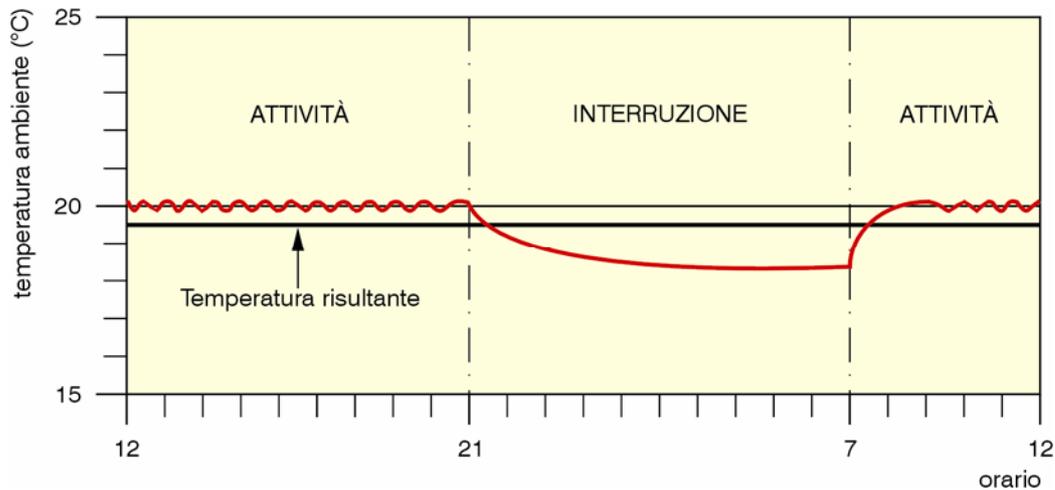
Il regime di funzionamento dell'impianto di climatizzazione è considerato continuo (senza attenuazione o spegnimento).

15.3.2 Valutazione adattata all'utenza

Climatizzazione invernale

Quando l'intermittenza è periodica nell'arco delle 24 ore (abbassamento notturno, spegnimento) occorre distinguere tra due casi:

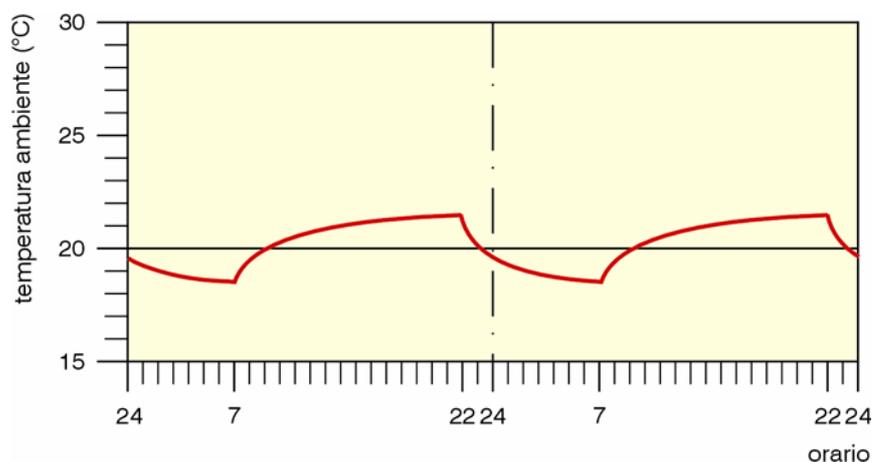
CASO 1: Temperatura interna controllata da un termostato ambiente a doppia temperatura di regolazione.



Schema 8 – Regime intermittente con regolazione locale.

In questo caso il calcolo viene condotto, anziché a 20°C, adottando la temperatura interna media risultante nelle 24 ore.

CASO 2: L'intermittenza è effettuata attraverso la centralina climatica.



Schema 9 - Regime intermittente con regolazione centrale climatica.

L'effetto sul fabbisogno di calore utile dell'involucro è trascurabile.

Entrambi i criteri di funzionamento influenzano il calcolo dei rendimenti in funzione della modalità di funzionamento del generatore e ne va tenuto conto nelle sede opportuna.

Per spegnimenti superiori alle 24 ore in edifici molto disperdenti o caratterizzati da masse non elevate, riferirsi alla EN ISO 13790.

Climatizzazione estiva

Occorre fare riferimento alla EN ISO 13790.

Appendice A (informativa)

Determinazione semplificata della trasmittanza termica dei componenti opachi in edifici esistenti

I dati riportati nelle tabelle seguenti sono utilizzabili solo per valutazioni energetiche di edifici esistenti, qualora non si possa effettuare una determinazione rigorosa di calcolo, sulla base di dati derivanti da ispezioni o da altre fonti più attendibili.

Con tali informazioni è possibile riconoscere le tipologie delle strutture senza ispezioni invasive e procedere al calcolo secondo la normativa vigente.

Prospetto A.1 - Trasmittanza termica delle chiusure verticali opache^{13 14} [W/(m²K)].

Spessore [m]	Muratura di pietrame intonacata	Muratura di mattoni pieni intonacati sulle due facce	Muratura di mattoni semipieni o tufo	Pannello prefabbricato in cls non isolato	Parete a cassa vuota con mattoni forati ¹⁵
0,15	-	2,59	2,19	3,59	-
0,20	-	2,28	1,96	3,28	-
0,25	-	2,01	1,76	3,02	1,20
0,30	2,99	1,77	1,57	2,80	1,15
0,35	2,76	1,56	1,41	2,61	1,10
0,40	2,57	1,39	1,26	2,44	1,10
0,45	2,40	1,25	1,14	-	1,10
0,50	2,25	1,14	1,04	-	1,10
0,55	2,11	1,07	0,96	-	-
0,60	2,00	1,04	0,90	-	-

Prospetto A.2 – Trasmittanza termica dei cassonetti [W/(m²K)].

Tipologia di cassonetto	Trasmittanza termica
Cassonetto non isolato	6
Cassonetto isolato ¹⁶	1

¹³ I sottofinestra devono essere computati come strutture a parte.

¹⁴ In presenza di strutture isolate dall'esterno, la trasmittanza della parete può essere calcolata sommando alla resistenza termica della struttura non isolata, scelta dal prospetto A.1, la resistenza termica dello strato isolante aggiunto.

¹⁵ I valori della trasmittanza sono calcolati considerando la camera d'aria a tenuta.

¹⁶ Si considerano isolate quelle strutture che hanno un isolamento termico non inferiore ai 2 cm.

Prospetto A.3 - Trasmittanza termica delle chiusure verticali opache verso ambienti interni [W/(m²K)].

Spessore [m]	Muratura di mattoni pieni intonacata sulle due facce	Muratura di mattoni forati intonacata sulle due facce	Parete in cls intonacata	Parete a cassa vuota con mattoni forati
0,15	2,10	1,65	2,61	-
0,20	1,89	1,35	2,42	-
0,25	1,70	1,15	2,26	1,11
0,30	1,53	1,00	2,11	0,99
0,35	1,37	0,88	1,99	0,98

Prospetto A.4 - Trasmittanza termica delle coperture piane e a falde [W/(m²K)].

Spessore [m]	Soletta piana in laterocemento	Tetto a falda in laterizio	Tetto in legno
0,20	1,76	2,39	1,8
0,25	1,53	2,02	
0,30	1,30	1,65	
0,35	1,06	1,28	

Prospetto A.5 - Trasmittanza termica dei solai sotto ambienti non climatizzati [W/(m²K)].

Spessore [m]	Soletta in laterocemento	Solaio prefabbricato in cls tipo Predalles
0,20	1,63	2,16
0,25	1,43	2,01
0,30	1,22	1,87
0,35	1,01	1,73

Prospetto A.6 - Trasmittanza termica dei solai a terra, su spazi aperti o su ambienti non climatizzati [W/(m²K)].

Spessore [m]	Soletta in laterocemento su cantina	Soletta in laterocemento su vespaio o pilotis	Basamento in laterocemento su terreno	Basamento in cls su terreno
0,20	1,54	1,76	1,37	1,35
0,25	1,35	1,53	1,24	1,31
0,30	1,16	1,30	1,11	1,27
0,35	0,97	1,06	0,98	1,23

Prospetto A.6 - Trasmittanza termica delle strutture coibentate [W/(m²K)].

Spessore [m]	Zona climatica			
	C o D		E o F	
	Anno di costruzione			
	1976-1985	1986-1991	1976-1985	1986-1991
	Chiusure verticali opache			
0,25	1,20	0,81	0,81	0,61
0,30	1,15	0,79	0,79	0,60
0,35	1,10	0,76	0,76	0,59
0,40	1,10	0,76	0,76	0,59
	Chiusure verticali opache verso ambienti interni			
0,25	1,11	0,77	0,77	0,59
0,30	0,99	0,71	0,71	0,55
0,35	0,98	0,70	0,70	0,55
	Coperture piane			
0,20	1,76	1,03	1,03	0,73
0,25	1,53	0,95	0,95	0,69
0,30	1,30	0,86	0,86	0,64
0,35	1,06	0,74	0,74	0,57
	Coperture a falde			
0,20	2,39	1,22	1,22	0,82
0,25	2,02	1,12	1,12	0,77
0,30	1,65	0,99	0,99	0,71
0,35	1,28	0,85	0,85	0,63
	Solai verso ambienti non climatizzati			
0,20	1,63	0,99	0,99	0,71
0,25	1,43	0,91	0,91	0,67
0,30	1,22	0,82	0,82	0,62
0,35	1,01	0,72	0,72	0,56
	Basamenti			
0,20	1,51	0,94	0,94	0,68
0,25	1,36	0,88	0,88	0,65
0,30	1,21	0,82	0,82	0,61
0,35	1,06	0,74	0,74	0,57

Appendice B (informativa)

Abaco delle strutture murarie utilizzate in Italia

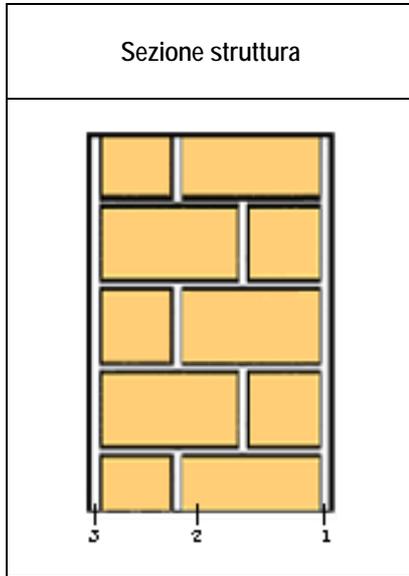
Il presente abaco intende fornire indicazioni sulle principali strutture murarie utilizzate e sulla loro diffusione sul territorio nazionale. Si tratta di un elenco ancora incompleto che sarà oggetto di successivi aggiornamenti e implementazioni che comprenderanno anche una parte relativa alle strutture orizzontali.

Per un uso corretto dell'abaco vanno tenute presenti le seguenti note:

1. Le strutture sono state indicate **in parte con intonaci ed in parte senza**. Nella realtà, non sempre l'intonaco è presente su entrambe le facce, **per cui si richiede, ove del caso, il relativo adattamento**.
2. Gli spessori indicati sono orientativi e possono variare anche notevolmente.
3. Le strutture con camera d'aria sono state indicate tutte con densità apparente di 800 kg/m^3 dei paramenti, tanto per quello interno che per quello esterno. Questa situazione è tipica per i muri di tamponamento di edifici con struttura portante di cemento armato. Nelle costruzioni in muratura portante, il paramento esterno è solitamente costituito da laterizio di massa volumica apparente superiore.
4. La massa volumica apparente indicata è quella definita dalla norma UNI 10351. Essa si riferisce alla muratura (mattoni e malta) senza l'intonaco che, ove esistente, va considerato a parte. Il paramento esterno, lato interno (intercapedine) si considera non intonacato, salvo che sia stato accertato il contrario.

I dati riportati nell'abaco sono utilizzabili solo per valutazioni energetiche di edifici esistenti, qualora non si possa effettuare una determinazione rigorosa di calcolo, sulla base di dati derivanti da ispezioni o da altre fonti più attendibili.

STRUTTURA N. 1 DESCRIZIONE Muratura in mattoni pieni

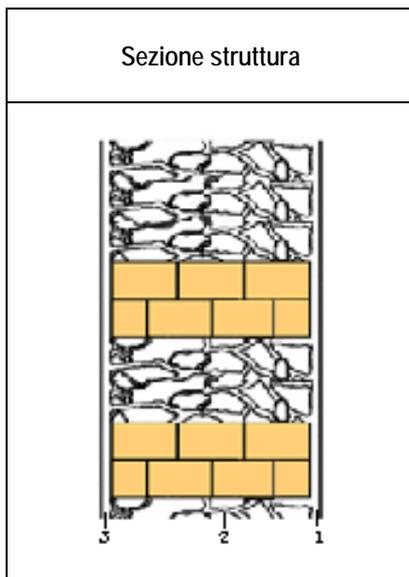


Rif.	Materiali	Massa volumica [kg/m³]	Conduttività [W/(m·K)]
1	Intonaco interno (calce e gesso)	1400	0,70
2	Muro in mattoni pieni	1800	0,72
3	Intonaco esterno	1800	0,90
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Spessori variabili da 15 a 80 cm e oltre.

Negli edifici multipiano si riscontrano spessori decrescenti verso i piani più alti.

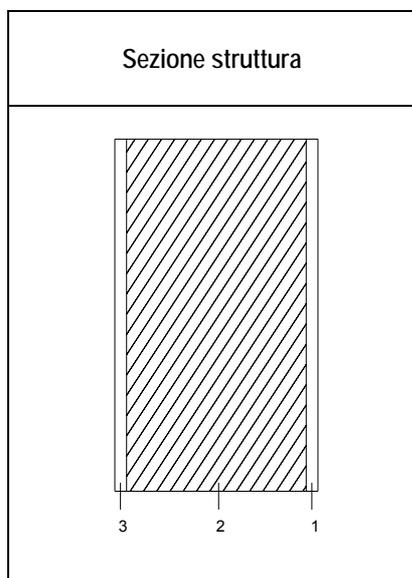
STRUTTURA N. 2 DESCRIZIONE Muratura in pietra listata con mattoni (con ricorsi di mattoni)



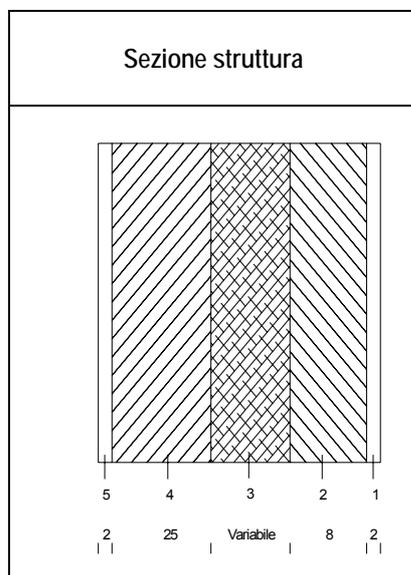
Rif.	Materiali	Massa volumica [kg/m³]	Conduttività [W/(m·K)]
1	Intonaco interno (calce e gesso)	1400	0,70
2	Mattoni e sassi	2000	0,90
3	Intonaco esterno	1800	0,90
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Spessori variabili da 15 a 80 cm e oltre.

Negli edifici multipiano si riscontrano spessori decrescenti verso i piani più alti.

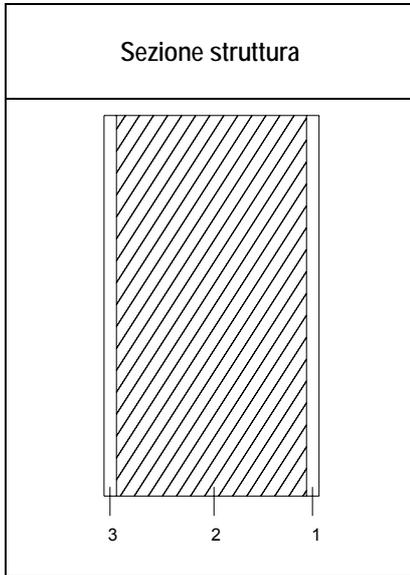
STRUTTURA N. 3 DESCRIZIONE Muratura mista di mattoni e sassi

Rif.	Materiali	Massa volumica [kg/m ³]	Conduttività [W/(m·K)]
1	Intonaco interno (calce e gesso)	1400	0,70
2	Mattoni e sassi	2000	0,90
3	Intonaco esterno	1800	0,90
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

STRUTTURA N. 4 DESCRIZIONE Muratura a sacco (con riempimento debolmente legato)

Rif.	Materiali	Massa volumica [kg/m ³]	Conduttività [W/(m·K)]
1	Intonaco interno (calce e gesso)	1400	0,70
2	Muro interno di laterizio		
3	Riempimento debolmente legato		
4	Muro esterno di laterizio		
5	Intonaco esterno	1800	0,90
6			
7			
8			
9			
10			

STRUTTURA N. 5 DESCRIZIONE Muratura di pietra

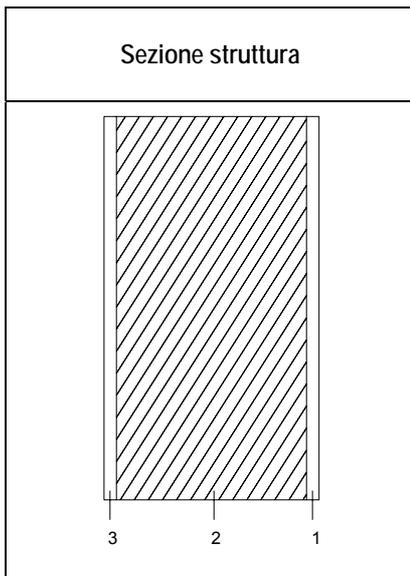


Rif.	Materiali	Massa volumica [kg/m ³]	Conduttiv. [W/(m·K)]
1	Intonaco interno (calce e gesso)	1400	0,70
2	Blocchi in pietra	1800-3000	
3	Intonaco esterno	1800	0,90
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Spessori variabili da 25 o 80 cm.

Le pietre utilizzate possono avere una massa volumica apparente variabile da 1800 a 3000 kg/m³ a seconda del tipo di materiale.

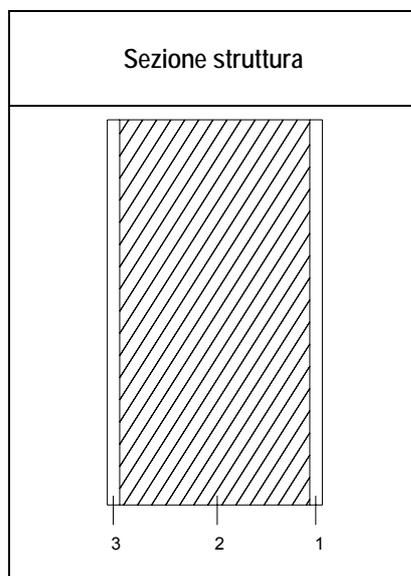
STRUTTURA N. 6 DESCRIZIONE Muratura di laterizio semipieno



Rif.	Materiali	Massa volumica [kg/m ³]	Conduttività [W/(m·K)]
1	Intonaco interno (calce e gesso)	1400	0,7
2	Blocchi in laterizio	1200	0,43
3	Intonaco esterno	1800	0,9
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Spessori tipici da 20 a 30 cm.

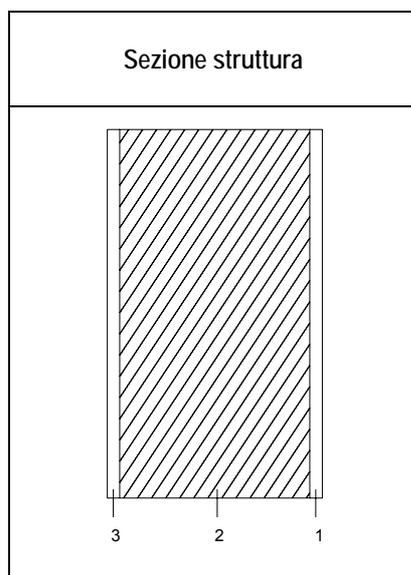
STRUTTURA N. 7 DESCRIZIONE Muratura di blocchi forati di calcestruzzo non alleggerito



Rif.	Materiali	Massa volumica [kg/m ³]	Conduttività [W/(m·K)]
1	Intonaco interno (calce e gesso)	1400	0,7
2	Blocchi in calcestruzzo	1400	0,5
3	Intonaco esterno	1800	0,9
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Spessori tipici da 20 o 30 cm.

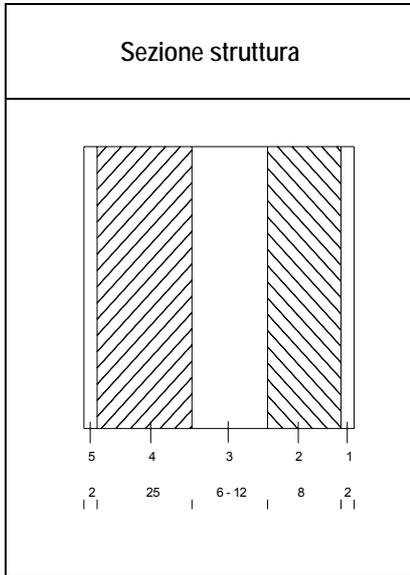
STRUTTURA N. 8 DESCRIZIONE Muratura in blocchi squadati di tufo



Rif.	Materiali	Massa volumica [kg/m ³]	Conduttività [W/(m·K)]
1	Intonaco interno (calce e gesso)	1400	0,7
2	Blocchi in tufo	1600	0,7
3	Intonaco esterno	1800	0,9
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Spessori tipici da 30 a 70 cm.

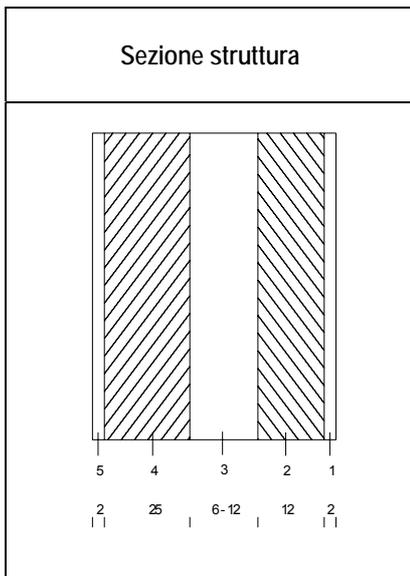
STRUTTURA N. 9 DESCRIZIONE Muratura a cassa vuota



Rif.	Materiali	Massa volumica (kg/m ³)	Conduttività (W/(m·K))
1	Intonaco interno (calce e gesso)	1400	0,70
2	Mattoni forati	800	0,30
3	Intercapedine d'aria	-	
4	Mattoni forati	800	0,30
5	Intonaco esterno	1800	0,90
6			
7			
8			
9			
10			

Spessori variabili da 43 a 49 cm (in funzione dello spessore dell'intercapedine).

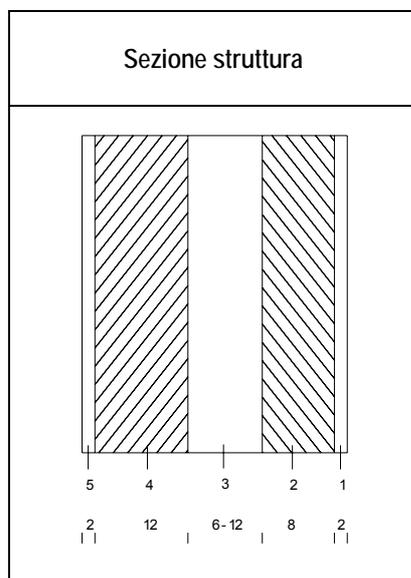
STRUTTURA N. 10 DESCRIZIONE Muratura a cassa vuota



Rif.	Materiali	Massa volumica [kg/m ³]	Conduttività [W/(m·K)]
1	Intonaco interno (calce e gesso)	1400	0,70
2	Mattoni forati	800	0,30
3	Intercapedine d'aria	-	
4	Mattoni forati	800	0,30
5	Intonaco esterno	1800	0,90
6			
7			
8			
9			
10			

Spessori variabili da 47 a 53 cm (in funzione dello spessore dell'intercapedine).

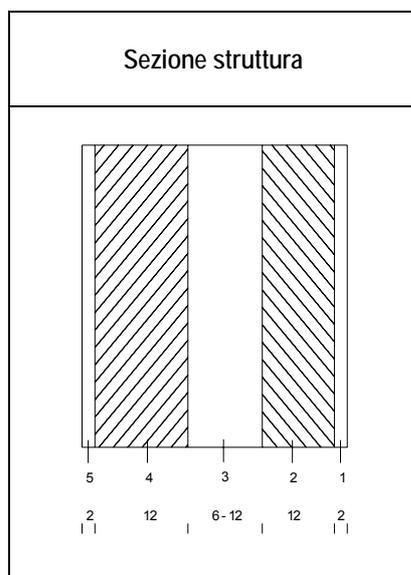
STRUTTURA N. 11 Descrizione Muratura a cassa vuota



Rif.	Materiali	Massa volumica [kg/m ³]	Conduttività [W/(m·K)]
1	Intonaco interno (calce e gesso)	1400	0,70
2	Mattoni forati	800	0,30
3	Intercapedine d'aria	-	
4	Mattoni forati	800	0,30
5	Intonaco esterno	1800	0,90
6			
7			
8			
9			
10			

Spessori variabili da 30 a 36 cm (in funzione dello spessore dell'intercapedine).

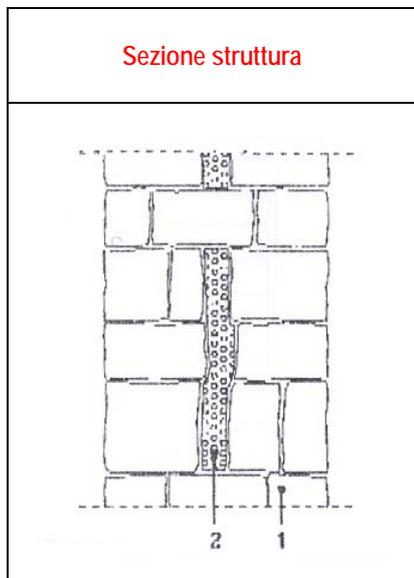
STRUTTURA N. 12 Descrizione Muratura a cassa vuota



Rif.	Materiali	Massa volumica [kg/m ³]	Conduttività [W/(m·K)]
1	Intonaco interno (calce e gesso)	1400	0,70
2	Mattoni forati	800	0,30
3	Intercapedine d'aria	-	
4	Mattoni forati	800	0,30
5	Intonaco esterno	1800	0,90
6			
7			
8			
9			
10			

Spessori variabili da 34 a 40 cm (in funzione dello spessore dell'intercapedine).

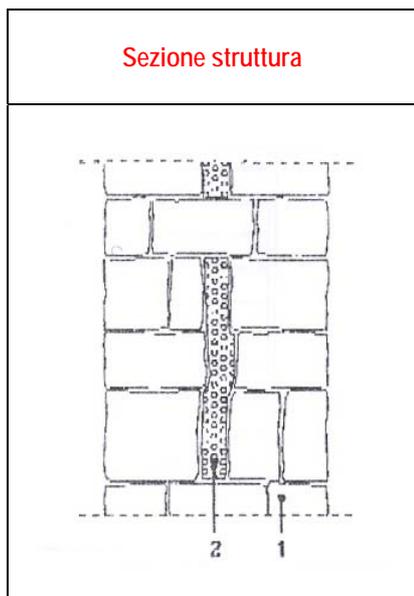
STRUTTURA N. 13 Descrizione Muratura in pietra con intercapedine



Rif.	Materiali	Massa volumica [kg/m³]	Conduttività [W/(m·K)]
1	Muro in pietra	1800 - 3000	
2	Intercapedine d'aria	-	
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Spessori da 40 a 60 cm ed intercapedini interrotte ad intervalli irregolari (spessore tipico 47 cm).
 Negli edifici multipiano si riscontrano spessori decrescenti verso i piani più alti.

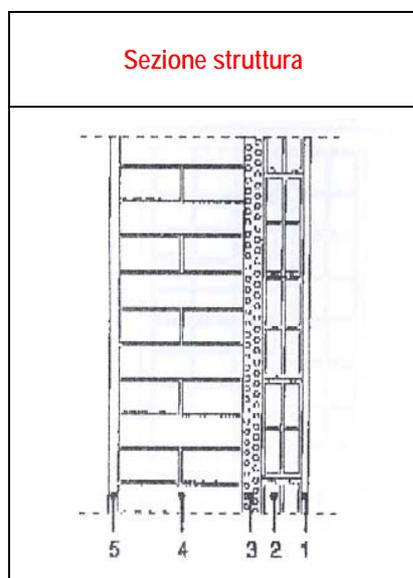
STRUTTURA N. 14 Descrizione Muratura in pietra con intercapedine



Rif.	Materiali	Massa volumica [kg/m³]	Conduttività [W/(m·K)]
1	Muro in pietra	1800 - 3000	
2	Intercapedine o modesto materiale isolante	-	
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Spessori da 40 a 60 cm ed intercapedini interrotte ad intervalli irregolari, riempite con tufoli di pannocchie (spessore tipico 47 cm).
 Negli edifici multipiano si riscontrano spessori decrescenti verso i piani più alti.

STRUTTURA N. 15 Descrizione Muratura in mattoni pieni con intercapedine o isolamento leggero

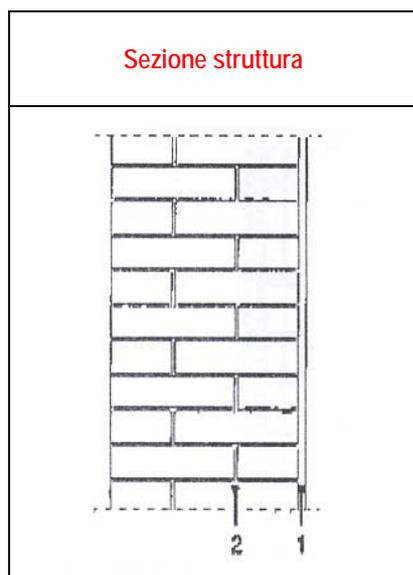


Rif.	Materiali	Massa volumica [kg/m ³]	Conduttività [W/(m·K)]
1	Intonaco interno (a base di calce)	1600 - 1800	0,90
2	Muro in laterizio spessore cm 8	650 - 800	0,30
3	Intercapedine d'aria o polistirolo		
4	Muro in mattoni pieni	1800	0,72
5	Intonaco esterno	1800	0,90
6			
7			
8			
9			
10			

Muratura con spessori variabili da 15 a 80 cm .

Negli edifici multipiano si riscontrano spessori decrescenti verso i piani più alti.

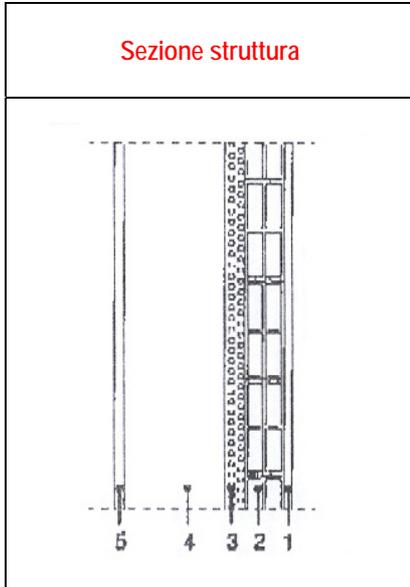
STRUTTURA N. 16 Descrizione Muratura in mattoni pieni a 3 teste



Rif.	Materiali	Massa volumica [kg/m ³]	Conduttività [W/(m·K)]
1	Intonaco interno (a base di calce)	1600 - 1800	0,90
2	Muro in mattoni pieni	1800	0,72
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Muratura per cui si considerava non necessario l'isolamento (con o senza intonaco esterno). Spessore tipico 40 cm.

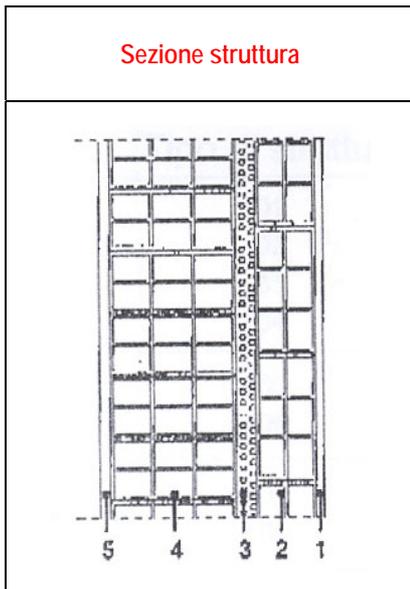
STRUTTURA N. 17 Descrizione Muratura in blocchi di cemento



Rif.	Materiali	Massa volumica [kg/m³]	Conduttività [W/(m·K)]
1	Intonaco interno (a base di calce)	1600 - 1800	0,90
2	Muro in laterizio spessore cm 8	650 - 800	0,30
3	Intercapedine d'aria o polistirolo	-	
4	Muro in blocchi di cemento spessore cm 20	1400	0,50
5	Intonaco esterno	1800	0,90
6			
7			
8			
9			
10			

Spessori variabili da 38 a 45 cm (in funzione dello spessore dell'intercapedine).

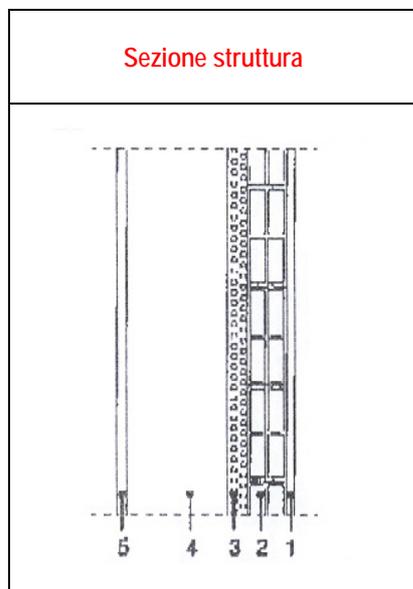
STRUTTURA N. 18 Descrizione Muratura in laterizio



Rif.	Materiali	Massa volumica [kg/m³]	Conduttività [W/(m·K)]
1	Intonaco interno (a base di calce)	1600 - 1800	0,90
2	Muro in laterizio spessore cm 8	650 - 800	0,30
3	Intercapedine d'aria o polistirolo	-	
4	Muro in mattoni forati spessore cm 25	1200	0,50
5	Intonaco esterno	1800	0,90
6			
7			
8			
9			
10			

Spessori variabili da 39 a 45 cm (in funzione dello spessore dell'intercapedine).

STRUTTURA N. 19 Descrizione Muratura in laterizio "BIMATTONE"



Rif.	Materiali	Massa volumica [kg/m ³]	Conduttività [W/(m·K)]
1	Intonaco interno (a base di calce)	1600 - 1800	0,90
2	Muro in laterizio spessore cm 8	650 - 800	0,30
3	Intercapedine d'aria o polistirolo	-	
4	Muro in laterizio "BIMATTONE" spessore cm 25	2200	0,50
5	Intonaco esterno	1800	0,90
6			
7			
8			
9			
10			

Spessori variabili da 39 a 45 cm (in funzione dello spessore dell'intercapedine).

* La resistenza termica dell'intercapedine è assunta pari a 0,18 m²K/W.

DIFFUSIONE GEOGRAFICA DELLE STRUTTURE

Lombardia		
Epoca	Tipo di struttura	Note
Dal 1900 al 1950	1	Di uso generale.
	2	Principalmente nelle zone non distanti dagli arenili
	3	In montagna, ove la pietra è disponibile
Dopo il 1950	Da 7 a 10 Da 1 a 5	Negli edifici condominiali In casi sporadici, nelle ristrutturazioni edili parziali

Romagna		
Epoca	Tipo di struttura	Indicazioni aggiuntive
Dal 1900 al 1950	1	Nella provincia di Ravenna
Dal 1950 al 1970	4	
Dal 1900 al 1950	3	Nelle province di Forlì e Cesena
Dal 1950 al 1970	1 e 4	

Toscana		
Epoca	Tipo di struttura	Indicazioni aggiuntive
Dal 1900 al 1950	1 e 2	
Dopo il 1950	1 e 3	

Campania		
Epoca	Tipo di struttura	Indicazioni aggiuntive
Fino al 1900	1 e 6	
Dal 1900 al 1950	6	
Dopo il 1950	9	

Abruzzo		
Epoca	Tipo di struttura	Indicazioni aggiuntive
Dal 1900 al 1970	3	Pescara e provincia (zone montane)
Dal 1960 al 1976	9	Pescara e provincia (zone urbane)

Liguria		
Epoca	Tipo di struttura	Indicazioni aggiuntive
Dal 1900 al 1955	3	Centro storico La Spezia e Sarzana – Palazzi e ville
	2	Periferia La Spezia e provincia
Dal 1950 al 1980	9	Edilizia economica e popolare (La Spezia)

Veneto (Fascia alpina e pedemontana)		
Epoca	Tipo di struttura	Indicazioni aggiuntive
Fino al 1930	5	Tipologie di uso comune, con pietre squadrate grossolanamente nelle zone montane, mentre in prossimità di corsi d'acqua, veniva utilizzato del pietrame avente forma irregolare e leggermente arrotondata.
	13	
	14	
Dal 1900 al 1950	1	Tipologia di uso generale.
Dal 1950 al 1960	15	Tipologia di uso generale.
	16	
Dal 1960 al 1970	17	Tipologia di uso comune per fabbricati unifamiliari e plurifamiliari.
	18	Tipologia più economica, priva di intercapedine.
Dal 1970 al 1980	18	Tipologia in cui l'isolamento era realizzato in alternativa con l'utilizzo della lana di vetro o con la sola intercapedine d'aria.
	19	Tipologia utilizzata per la costruzione di edifici in zona sismica.

Appendice C (informativa)

Determinazione semplificata della trasmittanza termica dei componenti trasparenti

Prospetto C.1 – Trasmittanza termica di vetrate verticali doppie e triple riempite con diversi gas [W/(m²K)].

Vetrata				Tipo di gas nell'intercapadine (concentrazione del gas ≥ 90%)				
Tipo	Vetro	Emissività normale	Dimensioni mm	Aria	Argon	Krypton	SF ₆	Xenon
Vetrata doppia	Vetro normale	0,89	4-6-4	3,3	3,0	2,8	3,0	2,6
			4-8-4	3,1	2,9	2,7	3,1	2,6
			4-12-4	2,8	2,7	2,6	3,1	2,6
			4-16-4	2,7	2,6	2,6	3,1	2,6
			4-20-4	2,7	2,6	2,6	3,1	2,6
	Una lastra con trattamento superficiale	≤ 0,20	4-6-4	2,7	2,3	1,9	2,3	1,6
			4-8-4	2,4	2,1	1,7	2,4	1,6
			4-12-4	2,0	1,8	1,6	2,4	1,6
			4-16-4	1,8	1,6	1,6	2,5	1,6
	Una lastra con trattamento superficiale	≤ 0,15	4-20-4	1,8	1,7	1,6	2,5	1,7
			4-6-4	2,6	2,3	1,8	2,2	1,5
			4-8-4	2,3	2,0	1,6	2,3	1,4
			4-12-4	1,9	1,6	1,5	2,3	1,5
	Una lastra con trattamento superficiale	≤ 0,10	4-16-4	1,7	1,5	1,5	2,4	1,5
			4-20-4	1,7	1,5	1,5	2,4	1,5
			4-6-4	2,6	2,2	1,7	2,1	1,4
			4-8-4	2,2	1,9	1,4	2,2	1,3
	Una lastra con trattamento superficiale	≤ 0,05	4-12-4	1,8	1,5	1,3	2,3	1,3
			4-16-4	1,6	1,4	1,3	2,3	1,4
			4-20-4	1,6	1,4	1,4	2,3	1,4
4-6-4			2,5	2,1	1,5	2,0	1,2	
Una lastra con trattamento superficiale	≤ 0,05	4-8-4	2,1	1,7	1,3	2,1	1,1	
		4-12-4	1,7	1,3	1,1	2,1	1,2	
		4-16-4	1,4	1,2	1,2	2,2	1,2	
		4-20-4	1,5	1,2	1,2	2,2	1,2	
Vetrata tripla	Vetro normale	0,89	4-6-4-6-4	2,3	2,1	1,8	1,9	1,7
			4-8-4-8-4	2,1	1,9	1,7	1,9	1,6
			4-12-4-12-4	1,9	1,8	1,6	2,0	1,6
	Due lastre con trattamento superficiale	≤ 0,20	4-6-4-6-4	1,8	1,5	1,1	1,3	0,9
			4-8-4-8-4	1,5	1,3	1,0	1,3	0,8
			4-12-4-12-4	1,2	1,0	0,8	1,3	0,8
	Due lastre con trattamento superficiale	≤ 0,15	4-6-4-6-4	1,7	1,4	1,1	1,2	0,9
			4-8-4-8-4	1,5	1,2	0,9	1,2	0,8
			4-12-4-12-4	1,2	1,0	0,7	1,3	0,7
	Due lastre con trattamento superficiale	≤ 0,10	4-6-4-6-4	1,7	1,3	1,0	1,1	0,8
			4-8-4-8-4	1,4	1,1	0,8	1,1	0,7
			4-12-4-12-4	1,1	0,9	0,6	1,2	0,6
Due lastre con trattamento superficiale	≤ 0,05	4-6-4-6-4	1,6	1,2	0,9	1,1	0,7	
		4-8-4-8-4	1,3	1,0	0,7	1,1	0,5	
		4-12-4-12-4	1,0	0,8	0,5	1,1	0,5	

Prospetto C.2 – Trasmittanza termica di telai per finestre, porte e porte finestre.

Materiale	Tipo	Trasmittanza termica U_f [W/(m ² K)]
Poliuretano	con anima di metallo e spessore di PUR ≥ 5 mm	2,8
PVC - profilo vuoto	con due camere cave	2,2
	con tre camere cave	2,0
Legno duro	spessore 70 mm	2,1
Legno tenero	spessore 70 mm	1,8
Metallo con taglio termico	distanza minima di 20 mm tra sezioni opposte di metallo	2,4

Prospetto C.3 – Trasmittanza termica di finestre con percentuale dell'area di telaio pari al 20% dell'area dell'intera finestra.

Tipo di vetrata	U_g [W/(m ² K)]	U_f [W/(m ² K)]												
		0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	7,0
Singola	5,7	4,7	4,8	4,8	4,8	4,9	4,9	5,0	5,0	5,1	5,2	5,2	5,3	6,0
Doppia o tripla	3,3	3,0	3,0	3,0	3,1	3,1	3,2	3,2	3,3	3,4	3,5	3,5	3,6	4,1
	3,2	2,9	2,9	3,0	3,0	3,0	3,1	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,5	4,0
	3,1	2,8	2,8	2,9	2,9	3,0	3,0	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,9
	3,0	2,7	2,8	2,8	2,8	2,9	2,9	3,0	3,1	3,1	3,2	3,3	3,4	3,9
	2,9	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	3,1	3,2	3,3	3,8
	2,8	2,6	2,6	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	3,1	3,1	3,7
	2,7	2,5	2,5	2,6	2,6	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,1	3,6
	2,6	2,4	2,4	2,5	2,5	2,6	2,6	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,5
	2,5	2,3	2,4	2,4	2,4	2,5	2,5	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	3,0	3,5
	2,4	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,4	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	2,9	3,4
	2,3	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,7	2,7	2,8	3,3
	2,2	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,7	3,2
	2,1	2,0	2,0	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	3,1
	2,0	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	3,1
	1,9	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	2,3	2,3	2,4	2,5	2,6	3,1
	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5	3,0
	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,9
	1,6	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,8
	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,7
	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,7	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,7
	1,3	1,4	1,5	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,6
	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,5
	1,1	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,4
1,0	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,3	
0,9	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	2,3	
0,8	1,0	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	2,2	
0,7	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	2,1	
0,6	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	2,0	
0,5	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,9	

Prospetto C.4 – Resistenza termica addizionale per finestre con chiusure oscuranti.

Tipo di chiusura	Resistenza termica caratteristica della chiusura R_{shut} m^2K/W	Resistenze termiche addizionali per una specifica permeabilità all'aria delle chiusure ^a		
		Alta permeabilità all'aria	Media permeabilità all'aria	Bassa permeabilità all'aria
Chiusure avvolgibili in alluminio	0,01	0,09	0,12	0,15
Chiusure avvolgibili in legno e plastica senza riempimento in schiuma	0,10	0,12	0,16	0,22
Chiusure avvolgibili in plastica con riempimento in schiuma	0,15	0,13	0,19	0,26
Chiusure in legno da 25 mm a 30 mm di spessore	0,20	0,14	0,22	0,30

a Per la definizione di permeabilità si fa riferimento all'allegato H della norma EN ISO 100771-1.

Appendice D (informativa)

Fattori di ombreggiatura

I fattori di ombreggiatura riportati si applicano alle configurazioni riportate negli schemi 6 e 7 del par. 14.4.

D.1 Ostruzioni esterne

Prospetto D.1 – Fattore di ombreggiatura F_{hor} relativo ad ostruzioni esterne. Mese di GENNAIO

Angolo su orizzonte	36 ° N latitudine			38 ° N latitudine			40 ° N latitudine			42 ° N latitudine			44 ° N latitudine			46 ° N latitudine		
	S	E/O	N															
0 °	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10 °	0,97	0,86	0,83	0,95	0,85	0,83	0,94	0,83	0,83	0,93	0,81	0,83	0,91	0,80	0,83	0,88	0,76	0,83
20 °	0,85	0,67	0,67	0,82	0,65	0,67	0,77	0,63	0,67	0,70	0,60	0,67	0,59	0,58	0,67	0,47	0,54	0,67
30 °	0,46	0,47	0,52	0,34	0,45	0,52	0,25	0,44	0,52	0,15	0,44	0,52	0,09	0,44	0,52	0,05	0,39	0,52
40 °	0,05	0,37	0,38	0,05	0,33	0,38	0,05	0,30	0,38	0,05	0,27	0,38	0,05	0,23	0,38	0,04	0,21	0,38

Prospetto D.2 – Fattore di ombreggiatura F_{hor} relativo ad ostruzioni esterne. Mese di FEBBRAIO

Angolo su orizzonte	36 ° N latitudine			38 ° N latitudine			40 ° N latitudine			42 ° N latitudine			44 ° N latitudine			46 ° N latitudine		
	S	E/O	N															
0 °	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10 °	0,90	0,80	0,83	0,90	0,79	0,83	0,90	0,78	0,83	0,90	0,77	0,83	0,90	0,78	0,83	0,93	0,83	0,83
20 °	0,79	0,62	0,67	0,81	0,61	0,67	0,80	0,60	0,67	0,80	0,60	0,67	0,80	0,59	0,67	0,80	0,63	0,67
30 °	0,67	0,47	0,52	0,64	0,46	0,52	0,62	0,44	0,52	0,55	0,43	0,52	0,47	0,43	0,52	0,40	0,45	0,52
40 °	0,33	0,33	0,38	0,25	0,32	0,38	0,18	0,32	0,38	0,14	0,32	0,38	0,14	0,31	0,38	0,14	0,32	0,38

Prospetto D.3 – Fattore di ombreggiatura F_{hor} relativo ad ostruzioni esterne. Mese di MARZO

Angolo su orizzonte	36 ° N latitudine			38 ° N latitudine			40 ° N latitudine			42 ° N latitudine			44 ° N latitudine			46 ° N latitudine		
	S	E/O	N															
0 °	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10 °	0,96	0,87	0,83	0,95	0,87	0,83	0,95	0,86	0,83	0,95	0,86	0,83	0,96	0,86	0,83	0,96	0,85	0,83
20 °	0,91	0,69	0,67	0,91	0,69	0,67	0,91	0,68	0,67	0,91	0,68	0,67	0,91	0,67	0,67	0,92	0,66	0,67
30 °	0,87	0,52	0,52	0,87	0,52	0,52	0,86	0,53	0,52	0,87	0,52	0,52	0,87	0,50	0,52	0,87	0,49	0,52
40 °	0,83	0,36	0,38	0,82	0,35	0,38	0,80	0,34	0,38	0,78	0,33	0,38	0,64	0,33	0,38	0,49	0,33	0,38

Prospetto D.4 – Fattore di ombreggiatura F_{hor} relativo ad ostruzioni esterne. Mese di APRILE

Angolo su orizzonte	36 ° N latitudine			38 ° N latitudine			40 ° N latitudine			42 ° N latitudine			44 ° N latitudine			46 ° N latitudine		
	S	E/O	N															
0 °	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10 °	0,93	0,86	0,84	0,93	0,86	0,84	0,93	0,86	0,84	0,93	0,86	0,84	0,93	0,86	0,84	0,93	0,86	0,84
20 °	0,86	0,69	0,69	0,87	0,69	0,69	0,86	0,70	0,69	0,86	0,70	0,68	0,87	0,69	0,68	0,87	0,69	0,68
30 °	0,80	0,53	0,55	0,81	0,53	0,55	0,80	0,53	0,54	0,79	0,53	0,54	0,80	0,52	0,54	0,81	0,52	0,54
40 °	0,74	0,40	0,36	0,75	0,39	0,37	0,74	0,39	0,38	0,73	0,38	0,39	0,75	0,37	0,40	0,75	0,37	0,40

Prospetto D.5 – Fattore di ombreggiatura F_{hor} relativo ad ostruzioni esterne. Mese di MAGGIO

Angolo su orizzonte	36 ° N latitudine			38 ° N latitudine			40 ° N latitudine			42 ° N latitudine			44 ° N latitudine			46 ° N latitudine		
	S	E/O	N															
0 °	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10 °	0,90	0,89	0,86	0,90	0,75	0,65	0,90	0,81	0,74	0,90	0,83	0,78	0,90	0,84	0,79	0,90	0,84	0,81
20 °	0,80	0,73	0,73	0,81	0,61	0,54	0,81	0,66	0,62	0,81	0,67	0,63	0,81	0,68	0,63	0,81	0,69	0,64
30 °	0,71	0,57	0,60	0,73	0,48	0,45	0,72	0,52	0,50	0,72	0,52	0,51	0,73	0,53	0,51	0,73	0,53	0,51
40 °	0,63	0,40	0,38	0,65	0,34	0,30	0,64	0,36	0,36	0,64	0,37	0,38	0,65	0,37	0,39	0,65	0,38	0,39

Prospetto D.6 – Fattore di ombreggiatura F_{hor} relativo ad ostruzioni esterne. Mese di GIUGNO

Angolo su orizzonte	36 ° N latitudine			38 ° N latitudine			40 ° N latitudine			42 ° N latitudine			44 ° N latitudine			46 ° N latitudine		
	S	E/O	N															
0 °	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10 °	0,88	0,84	0,79	0,89	0,85	0,80	0,89	0,86	0,81	0,89	0,86	0,83	0,89	0,87	0,84	0,89	0,87	0,85
20 °	0,77	0,70	0,65	0,78	0,71	0,64	0,79	0,71	0,64	0,78	0,72	0,64	0,79	0,72	0,65	0,79	0,72	0,66
30 °	0,66	0,55	0,55	0,69	0,55	0,54	0,69	0,55	0,53	0,68	0,56	0,53	0,69	0,56	0,52	0,69	0,56	0,52
40 °	0,56	0,39	0,36	0,59	0,39	0,37	0,60	0,39	0,38	0,59	0,39	0,40	0,61	0,39	0,41	0,60	0,39	0,41

Prospetto D.7 – Fattore di ombreggiatura F_{hor} relativo ad ostruzioni esterne. Mese di LUGLIO

Angolo su orizzonte	36 ° N latitudine			38 ° N latitudine			40 ° N latitudine			42 ° N latitudine			44 ° N latitudine			46 ° N latitudine		
	S	E/O	N															
0 °	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10 °	0,89	0,85	0,79	0,90	0,85	0,78	0,90	0,85	0,79	0,90	0,86	0,81	0,91	0,86	0,82	0,91	0,87	0,83
20 °	0,79	0,71	0,67	0,80	0,70	0,65	0,81	0,70	0,64	0,81	0,71	0,64	0,82	0,71	0,63	0,82	0,71	0,64
30 °	0,69	0,56	0,56	0,71	0,55	0,54	0,72	0,55	0,53	0,73	0,55	0,53	0,74	0,55	0,52	0,73	0,55	0,52
40 °	0,60	0,40	0,37	0,63	0,39	0,37	0,64	0,39	0,38	0,65	0,39	0,40	0,66	0,38	0,41	0,65	0,38	0,41

Prospetto D.8 – Fattore di ombreggiatura F_{hor} relativo ad ostruzioni esterne. Mese di AGOSTO

Angolo su orizzonte	36 ° N latitudine			38 ° N latitudine			40 ° N latitudine			42 ° N latitudine			44 ° N latitudine			46 ° N latitudine		
	S	E/O	N															
0 °	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10 °	0,92	0,88	0,85	0,93	0,88	0,85	0,93	0,88	0,85	0,93	0,88	0,85	0,93	0,88	0,84	0,93	0,88	0,84
20 °	0,85	0,71	0,71	0,86	0,71	0,71	0,86	0,71	0,70	0,86	0,71	0,70	0,86	0,71	0,69	0,86	0,71	0,69
30 °	0,78	0,55	0,58	0,80	0,55	0,57	0,80	0,55	0,57	0,79	0,55	0,56	0,80	0,54	0,55	0,79	0,54	0,55
40 °	0,72	0,41	0,37	0,74	0,41	0,38	0,74	0,41	0,40	0,73	0,41	0,41	0,74	0,40	0,42	0,73	0,39	0,42

Prospetto D.9 – Fattore di ombreggiatura F_{hor} relativo ad ostruzioni esterne. Mese di SETTEMBRE

Angolo su orizzonte	36 ° N latitudine			38 ° N latitudine			40 ° N latitudine			42 ° N latitudine			44 ° N latitudine			46 ° N latitudine		
	S	E/O	N															
0 °	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10 °	0,95	0,80	0,83	0,95	0,81	0,83	0,95	0,81	0,83	0,95	0,81	0,83	0,95	0,79	0,83	0,95	0,81	0,83
20 °	0,90	0,66	0,66	0,91	0,65	0,66	0,91	0,65	0,67	0,91	0,65	0,67	0,91	0,64	0,67	0,91	0,64	0,67
30 °	0,86	0,49	0,51	0,87	0,49	0,51	0,86	0,49	0,51	0,87	0,49	0,51	0,87	0,48	0,51	0,87	0,48	0,51
40 °	0,82	0,35	0,37	0,83	0,35	0,37	0,83	0,34	0,37	0,83	0,33	0,37	0,83	0,32	0,37	0,83	0,32	0,37

Prospetto D.10 – Fattore di ombreggiatura F_{hor} relativo ad ostruzioni esterne. Mese di OTTOBRE

Angolo su orizzonte	36 ° N latitudine			38 ° N latitudine			40 ° N latitudine			42 ° N latitudine			44 ° N latitudine			46 ° N latitudine		
	S	E/O	N															
0 °	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10 °	0,97	0,85	0,83	0,97	0,84	0,83	0,97	0,84	0,83	0,96	0,83	0,83	0,96	0,82	0,83	0,96	0,81	0,83
20 °	0,92	0,66	0,67	0,91	0,66	0,67	0,91	0,65	0,67	0,91	0,64	0,67	0,91	0,64	0,67	0,90	0,63	0,67
30 °	0,87	0,51	0,52	0,85	0,50	0,52	0,84	0,48	0,52	0,81	0,47	0,52	0,76	0,46	0,52	0,64	0,44	0,52
40 °	0,64	0,33	0,38	0,49	0,33	0,38	0,35	0,33	0,38	0,22	0,34	0,38	0,11	0,34	0,38	0,06	0,33	0,38

Prospetto D.11 – Fattore di ombreggiatura F_{hor} relativo ad ostruzioni esterne. Mese di NOVEMBRE

Angolo su orizzonte	36 ° N latitudine			38 ° N latitudine			40 ° N latitudine			42 ° N latitudine			44 ° N latitudine			46 ° N latitudine		
	S	E/O	N															
0 °	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10 °	0,94	0,79	0,83	0,97	0,87	0,83	0,96	0,85	0,83	0,95	0,84	0,83	0,94	0,82	0,83	0,93	0,81	0,83
20 °	0,86	0,62	0,67	0,87	0,67	0,67	0,83	0,65	0,67	0,79	0,63	0,67	0,72	0,61	0,67	0,61	0,58	0,67
30 °	0,58	0,44	0,52	0,48	0,47	0,52	0,36	0,45	0,52	0,26	0,44	0,52	0,17	0,44	0,52	0,09	0,43	0,52
40 °	0,05	0,34	0,38	0,05	0,36	0,38	0,05	0,33	0,38	0,05	0,30	0,38	0,05	0,27	0,38	0,04	0,23	0,38

Prospetto D.12 – Fattore di ombreggiatura F_{hor} relativo ad ostruzioni esterne. Mese di DICEMBRE

Angolo su orizzonte	36 ° N latitudine			38 ° N latitudine			40 ° N latitudine			42 ° N latitudine			44 ° N latitudine			46 ° N latitudine		
	S	E/O	N															
0 °	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10 °	0,95	0,84	0,83	0,93	0,83	0,83	0,92	0,81	0,83	0,90	0,80	0,83	0,87	0,76	0,83	0,84	0,71	0,83
20 °	0,80	0,65	0,67	0,76	0,63	0,67	0,68	0,60	0,67	0,57	0,58	0,67	0,46	0,55	0,67	0,35	0,51	0,67
30 °	0,33	0,45	0,52	0,23	0,44	0,52	0,14	0,44	0,52	0,08	0,44	0,52	0,05	0,40	0,52	0,04	0,35	0,52
40 °	0,05	0,34	0,38	0,05	0,30	0,38	0,04	0,27	0,38	0,04	0,23	0,38	0,04	0,22	0,38	0,03	0,21	0,38

D.2 Aggetti orizzontali

Prospetto D.13 – Fattore di ombreggiatura F_{ov} relativo ad aggetti orizzontali. Mese di GENNAIO

Angolo	36 ° N latitudine			38 ° N latitudine			40 ° N latitudine			42 ° N latitudine			44 ° N latitudine			46 ° N latitudine		
	S	E/O	N															
0 °	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30 °	0,85	0,85	0,80	0,86	0,85	0,80	0,87	0,86	0,80	0,88	0,87	0,80	0,89	0,87	0,80	0,90	0,88	0,80
45 °	0,77	0,80	0,72	0,78	0,81	0,72	0,80	0,81	0,72	0,81	0,83	0,72	0,82	0,83	0,72	0,84	0,85	0,72
60 °	0,66	0,77	0,65	0,68	0,77	0,65	0,70	0,78	0,65	0,72	0,80	0,65	0,74	0,81	0,65	0,77	0,83	0,65

Prospetto D.14 – Fattore di ombreggiatura F_{ov} relativo ad aggetti orizzontali. Mese di FEBBRAIO

Angolo	36 ° N latitudine			38 ° N latitudine			40 ° N latitudine			42 ° N latitudine			44 ° N latitudine			46 ° N latitudine		
	S	E/O	N															
0 °	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30 °	0,81	0,83	0,80	0,82	0,83	0,80	0,83	0,84	0,80	0,84	0,84	0,80	0,84	0,84	0,80	0,84	0,83	0,80
45 °	0,73	0,76	0,72	0,74	0,77	0,72	0,75	0,78	0,72	0,76	0,78	0,72	0,77	0,78	0,72	0,77	0,77	0,72
60 °	0,63	0,70	0,65	0,64	0,71	0,65	0,66	0,72	0,65	0,67	0,73	0,65	0,68	0,73	0,65	0,68	0,72	0,65

Prospetto D.15 – Fattore di ombreggiatura F_{ov} relativo ad aggetti orizzontali. Mese di MARZO

Angolo	36 ° N latitudine			38 ° N latitudine			40 ° N latitudine			42 ° N latitudine			44 ° N latitudine			46 ° N latitudine		
	S	E/O	N															
0 °	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30 °	0,74	0,81	0,80	0,76	0,81	0,80	0,77	0,81	0,80	0,78	0,82	0,80	0,79	0,82	0,80	0,80	0,83	0,80
45 °	0,62	0,73	0,72	0,64	0,74	0,72	0,65	0,74	0,72	0,67	0,75	0,72	0,68	0,76	0,72	0,70	0,76	0,72
60 °	0,50	0,66	0,65	0,50	0,67	0,65	0,53	0,68	0,65	0,54	0,68	0,65	0,56	0,70	0,65	0,58	0,71	0,65

Prospetto D.16 – Fattore di ombreggiatura F_{ov} relativo ad aggetti orizzontali. Mese di APRILE

Angolo	36 ° N latitudine			38 ° N latitudine			40 ° N latitudine			42 ° N latitudine			44 ° N latitudine			46 ° N latitudine		
	S	E/O	N															
0 °	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30 °	0,65	0,79	0,81	0,67	0,79	0,81	0,69	0,79	0,81	0,70	0,80	0,80	0,71	0,80	0,81	0,72	0,80	0,80
45 °	0,51	0,69	0,73	0,52	0,70	0,73	0,55	0,70	0,73	0,57	0,71	0,73	0,58	0,71	0,73	0,60	0,72	0,73
60 °	0,48	0,59	0,67	0,48	0,60	0,66	0,49	0,61	0,66	0,49	0,62	0,66	0,49	0,63	0,66	0,49	0,63	0,66

Prospetto D.17 – Fattore di ombreggiatura F_{ov} relativo ad aggetti orizzontali. Mese di MAGGIO

Angolo	36 ° N latitudine			38 ° N latitudine			40 ° N latitudine			42 ° N latitudine			44 ° N latitudine			46 ° N latitudine		
	S	E/O	N															
0 °	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30 °	0,59	0,76	0,81	0,60	0,80	0,86	0,63	0,79	0,84	0,65	0,79	0,83	0,67	0,79	0,82	0,68	0,79	0,82
45 °	0,54	0,65	0,75	0,53	0,71	0,81	0,53	0,69	0,77	0,54	0,69	0,76	0,54	0,69	0,76	0,55	0,70	0,75
60 °	0,49	0,53	0,69	0,49	0,61	0,76	0,49	0,58	0,72	0,50	0,59	0,71	0,50	0,59	0,70	0,50	0,60	0,69

Prospetto D.18 – Fattore di ombreggiatura F_{ov} relativo ad aggetti orizzontali. Mese di GIUGNO

Angolo	36 ° N latitudine			38 ° N latitudine			40 ° N latitudine			42 ° N latitudine			44 ° N latitudine			46 ° N latitudine		
	S	E/O	N															
0 °	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30 °	0,63	0,77	0,83	0,60	0,77	0,83	0,61	0,77	0,83	0,63	0,77	0,82	0,64	0,78	0,82	0,66	0,78	0,82
45 °	0,57	0,65	0,78	0,55	0,66	0,78	0,55	0,66	0,77	0,56	0,67	0,76	0,55	0,67	0,76	0,56	0,68	0,75
60 °	0,52	0,54	0,73	0,50	0,54	0,73	0,50	0,54	0,72	0,51	0,55	0,71	0,51	0,56	0,70	0,51	0,57	0,69

Prospetto D.19 – Fattore di ombreggiatura F_{ov} relativo ad aggetti orizzontali. Mese di LUGLIO

Angolo	36 ° N latitudine			38 ° N latitudine			40 ° N latitudine			42 ° N latitudine			44 ° N latitudine			46 ° N latitudine		
	S	E/O	N															
0 °	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30 °	0,60	0,76	0,83	0,58	0,77	0,83	0,59	0,77	0,83	0,61	0,78	0,83	0,63	0,78	0,83	0,65	0,78	0,82
45 °	0,55	0,65	0,77	0,53	0,66	0,78	0,52	0,66	0,77	0,53	0,67	0,77	0,52	0,68	0,77	0,53	0,68	0,76
60 °	0,50	0,53	0,72	0,49	0,54	0,73	0,48	0,55	0,72	0,49	0,55	0,71	0,48	0,56	0,71	0,49	0,57	0,70

Prospetto D.20 – Fattore di ombreggiatura F_{ov} relativo ad aggetti orizzontali. Mese di AGOSTO

Angolo	36 ° N latitudine			38 ° N latitudine			40 ° N latitudine			42 ° N latitudine			44 ° N latitudine			46 ° N latitudine		
	S	E/O	N															
0 °	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30 °	0,61	0,77	0,81	0,62	0,78	0,81	0,64	0,78	0,81	0,66	0,78	0,81	0,68	0,79	0,81	0,69	0,79	0,81
45 °	0,50	0,67	0,74	0,49	0,67	0,74	0,50	0,68	0,74	0,51	0,69	0,74	0,53	0,69	0,73	0,56	0,70	0,73
60 °	0,47	0,55	0,68	0,46	0,56	0,68	0,46	0,57	0,67	0,47	0,58	0,67	0,47	0,59	0,67	0,48	0,60	0,66

Prospetto D.21 – Fattore di ombreggiatura F_{ov} relativo ad aggetti orizzontali. Mese di SETTEMBRE

Angolo	36 ° N latitudine			38 ° N latitudine			40 ° N latitudine			42 ° N latitudine			44 ° N latitudine			46 ° N latitudine		
	S	E/O	N															
0 °	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30 °	0,70	0,81	0,80	0,72	0,81	0,80	0,73	0,82	0,80	0,74	0,82	0,80	0,75	0,82	0,80	0,77	0,83	0,80
45 °	0,57	0,73	0,72	0,59	0,74	0,72	0,60	0,74	0,72	0,62	0,75	0,72	0,64	0,75	0,72	0,65	0,76	0,72
60 °	0,48	0,65	0,65	0,48	0,66	0,65	0,49	0,67	0,65	0,49	0,68	0,65	0,50	0,69	0,65	0,52	0,69	0,65

Prospetto D.22 – Fattore di ombreggiatura F_{ov} relativo ad aggetti orizzontali. Mese di OTTOBRE

Angolo	36 ° N latitudine			38 ° N latitudine			40 ° N latitudine			42 ° N latitudine			44 ° N latitudine			46 ° N latitudine		
	S	E/O	N															
0 °	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30 °	0,79	0,83	0,80	0,80	0,83	0,80	0,81	0,84	0,80	0,82	0,84	0,80	0,83	0,85	0,80	0,84	0,85	0,80
45 °	0,68	0,77	0,72	0,70	0,77	0,72	0,71	0,78	0,72	0,72	0,79	0,72	0,74	0,79	0,72	0,75	0,80	0,72
60 °	0,55	0,71	0,65	0,57	0,72	0,65	0,59	0,73	0,65	0,61	0,74	0,65	0,63	0,75	0,65	0,65	0,76	0,65

Prospetto D.23 – Fattore di ombreggiatura F_{ov} relativo ad aggetti orizzontali. Mese di NOVEMBRE

Angolo	36 ° N latitudine			38 ° N latitudine			40 ° N latitudine			42 ° N latitudine			44 ° N latitudine			46 ° N latitudine		
	S	E/O	N															
0 °	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30 °	0,85	0,86	0,80	0,85	0,85	0,80	0,86	0,85	0,80	0,87	0,86	0,80	0,88	0,86	0,80	0,89	0,87	0,80
45 °	0,76	0,81	0,72	0,77	0,80	0,72	0,78	0,80	0,72	0,79	0,81	0,72	0,81	0,82	0,72	0,82	0,83	0,72
60 °	0,65	0,78	0,65	0,66	0,77	0,65	0,68	0,77	0,65	0,70	0,78	0,65	0,72	0,79	0,65	0,74	0,81	0,65

Prospetto D.24 – Fattore di ombreggiatura F_{ov} relativo ad aggetti orizzontali. Mese di DICEMBRE

Angolo	36 ° N latitudine			38 ° N latitudine			40 ° N latitudine			42 ° N latitudine			44 ° N latitudine			46 ° N latitudine		
	S	E/O	N															
0 °	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30 °	0,86	0,85	0,80	0,87	0,86	0,80	0,88	0,87	0,80	0,89	0,87	0,80	0,90	0,88	0,80	0,91	0,90	0,80
45 °	0,78	0,81	0,72	0,80	0,82	0,72	0,81	0,83	0,72	0,83	0,84	0,72	0,84	0,85	0,72	0,86	0,87	0,72
60 °	0,68	0,78	0,65	0,70	0,79	0,65	0,72	0,80	0,65	0,74	0,81	0,65	0,77	0,82	0,65	0,79	0,85	0,65

D.3 Aggetti verticali

Prospetto D.25 – Fattore di ombreggiatura F_{fin} relativo ad aggetti verticali. Mese di GENNAIO

Angolo	36 ° N latitudine			38 ° N latitudine			40 ° N latitudine			42 ° N latitudine			44 ° N latitudine			46 ° N latitudine		
	S	E/O	N															
0 °	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30 °	0,91	0,73	0,89	0,92	0,72	0,89	0,92	0,72	0,89	0,92	0,71	0,89	0,92	0,70	0,89	0,92	0,68	0,89
45 °	0,86	0,60	0,85	0,86	0,59	0,85	0,86	0,59	0,85	0,87	0,57	0,85	0,87	0,56	0,85	0,87	0,54	0,85
60 °	0,79	0,46	0,80	0,79	0,46	0,80	0,80	0,45	0,80	0,80	0,43	0,80	0,80	0,42	0,80	0,80	0,38	0,80

Prospetto D.26 – Fattore di ombreggiatura F_{fin} relativo ad aggetti verticali. Mese di FEBBRAIO

Angolo	36 ° N latitudine			38 ° N latitudine			40 ° N latitudine			42 ° N latitudine			44 ° N latitudine			46 ° N latitudine		
	S	E/O	N															
0 °	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30 °	0,88	0,85	0,89	0,88	0,84	0,89	0,88	0,84	0,89	0,88	0,83	0,89	0,89	0,83	0,89	0,90	0,82	0,89
45 °	0,82	0,78	0,85	0,82	0,77	0,85	0,82	0,76	0,85	0,82	0,75	0,85	0,83	0,74	0,85	0,84	0,73	0,85
60 °	0,77	0,69	0,80	0,77	0,68	0,80	0,76	0,66	0,80	0,76	0,65	0,80	0,77	0,64	0,80	0,78	0,63	0,80

Prospetto D.27 – Fattore di ombreggiatura F_{fin} relativo ad aggetti verticali. Mese di MARZO

Angolo	36 ° N latitudine			38 ° N latitudine			40 ° N latitudine			42 ° N latitudine			44 ° N latitudine			46 ° N latitudine		
	S	E/O	N															
0 °	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30 °	0,87	0,85	0,89	0,87	0,85	0,89	0,88	0,84	0,89	0,88	0,84	0,89	0,88	0,83	0,89	0,88	0,83	0,89
45 °	0,82	0,78	0,85	0,82	0,77	0,85	0,83	0,77	0,85	0,83	0,76	0,85	0,83	0,75	0,85	0,83	0,74	0,85
60 °	0,78	0,70	0,80	0,78	0,69	0,80	0,78	0,68	0,80	0,78	0,67	0,80	0,78	0,66	0,80	0,78	0,65	0,80

Prospetto D.28 – Fattore di ombreggiatura F_{fin} relativo ad aggetti verticali. Mese di APRILE

Angolo	36 ° N latitudine			38 ° N latitudine			40 ° N latitudine			42 ° N latitudine			44 ° N latitudine			46 ° N latitudine		
	S	E/O	N															
0 °	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30 °	0,87	0,91	0,87	0,87	0,90	0,87	0,88	0,90	0,88	0,88	0,89	0,88	0,88	0,89	0,88	0,88	0,88	0,88
45 °	0,83	0,87	0,83	0,83	0,86	0,83	0,83	0,85	0,83	0,83	0,84	0,83	0,83	0,84	0,83	0,83	0,83	0,83
60 °	0,81	0,83	0,78	0,81	0,82	0,78	0,81	0,81	0,78	0,81	0,80	0,79	0,80	0,79	0,79	0,80	0,78	0,79

Prospetto D.29 – Fattore di ombreggiatura F_{fin} relativo ad oggetti verticali. Mese di MAGGIO

Angolo	36 ° N latitudine			38 ° N latitudine			40 ° N latitudine			42 ° N latitudine			44 ° N latitudine			46 ° N latitudine		
	S	E/O	N															
0 °	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30 °	0,88	0,93	0,84	0,88	0,94	0,80	0,88	0,93	0,83	0,88	0,92	0,84	0,88	0,92	0,84	0,88	0,91	0,85
45 °	0,85	0,90	0,80	0,85	0,91	0,73	0,85	0,90	0,77	0,85	0,89	0,78	0,85	0,88	0,79	0,85	0,87	0,80
60 °	0,83	0,88	0,76	0,82	0,89	0,69	0,82	0,87	0,73	0,82	0,86	0,74	0,82	0,85	0,75	0,82	0,84	0,75

Prospetto D.30 – Fattore di ombreggiatura F_{fin} relativo ad oggetti verticali. Mese di GIUGNO

Angolo	36 ° N latitudine			38 ° N latitudine			40 ° N latitudine			42 ° N latitudine			44 ° N latitudine			46 ° N latitudine		
	S	E/O	N															
0 °	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30 °	0,89	0,94	0,82	0,89	0,94	0,82	0,89	0,94	0,83	0,89	0,93	0,84	0,89	0,92	0,84	0,89	0,92	0,85
45 °	0,86	0,92	0,75	0,86	0,92	0,75	0,86	0,91	0,76	0,85	0,90	0,78	0,85	0,89	0,78	0,85	0,89	0,79
60 °	0,82	0,90	0,72	0,83	0,90	0,72	0,83	0,88	0,73	0,82	0,87	0,74	0,82	0,86	0,74	0,82	0,85	0,75

Prospetto D.31 – Fattore di ombreggiatura F_{fin} relativo ad oggetti verticali. Mese di LUGLIO

Angolo	36 ° N latitudine			38 ° N latitudine			40 ° N latitudine			42 ° N latitudine			44 ° N latitudine			46 ° N latitudine		
	S	E/O	N															
0 °	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30 °	0,89	0,94	0,82	0,89	0,94	0,82	0,89	0,93	0,82	0,88	0,93	0,83	0,88	0,92	0,83	0,88	0,92	0,84
45 °	0,86	0,92	0,76	0,86	0,91	0,76	0,86	0,91	0,76	0,85	0,90	0,77	0,85	0,89	0,77	0,85	0,88	0,78
60 °	0,83	0,89	0,73	0,83	0,89	0,72	0,83	0,88	0,73	0,82	0,87	0,73	0,82	0,87	0,73	0,82	0,85	0,74

Prospetto D.32 – Fattore di ombreggiatura F_{fin} relativo ad oggetti verticali. Mese di AGOSTO

Angolo	36 ° N latitudine			38 ° N latitudine			40 ° N latitudine			42 ° N latitudine			44 ° N latitudine			46 ° N latitudine		
	S	E/O	N															
0 °	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30 °	0,87	0,92	0,85	0,87	0,92	0,85	0,88	0,91	0,86	0,88	0,91	0,86	0,88	0,90	0,87	0,88	0,90	0,87
45 °	0,84	0,89	0,81	0,84	0,88	0,81	0,84	0,87	0,81	0,84	0,87	0,82	0,84	0,86	0,82	0,84	0,85	0,83
60 °	0,82	0,86	0,77	0,82	0,85	0,77	0,82	0,84	0,77	0,82	0,83	0,78	0,81	0,82	0,78	0,81	0,81	0,78

Prospetto D.33 – Fattore di ombreggiatura F_{fin} relativo ad aggetti verticali. Mese di SETTEMBRE

Angolo	36 ° N latitudine			38 ° N latitudine			40 ° N latitudine			42 ° N latitudine			44 ° N latitudine			46 ° N latitudine		
	S	E/O	N															
0 °	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30 °	0,87	0,88	0,89	0,87	0,88	0,89	0,87	0,87	0,89	0,88	0,87	0,89	0,88	0,86	0,89	0,88	0,86	0,89
45 °	0,82	0,83	0,84	0,82	0,82	0,84	0,83	0,81	0,84	0,83	0,81	0,84	0,83	0,80	0,84	0,83	0,79	0,84
60 °	0,79	0,77	0,79	0,79	0,76	0,79	0,79	0,75	0,79	0,79	0,74	0,79	0,79	0,73	0,79	0,79	0,72	0,79

Prospetto D.34 – Fattore di ombreggiatura F_{fin} relativo ad aggetti verticali. Mese di OTTOBRE

Angolo	36 ° N latitudine			38 ° N latitudine			40 ° N latitudine			42 ° N latitudine			44 ° N latitudine			46 ° N latitudine		
	S	E/O	N															
0 °	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30 °	0,88	0,81	0,89	0,88	0,81	0,89	0,89	0,80	0,89	0,89	0,79	0,89	0,89	0,79	0,89	0,89	0,78	0,89
45 °	0,82	0,72	0,85	0,83	0,71	0,85	0,83	0,71	0,85	0,83	0,70	0,85	0,83	0,69	0,85	0,84	0,68	0,85
60 °	0,78	0,61	0,80	0,78	0,60	0,80	0,78	0,59	0,80	0,78	0,58	0,80	0,78	0,57	0,80	0,78	0,56	0,80

Prospetto D.35 – Fattore di ombreggiatura F_{fin} relativo ad aggetti verticali. Mese di NOVEMBRE

Angolo	36 ° N latitudine			38 ° N latitudine			40 ° N latitudine			42 ° N latitudine			44 ° N latitudine			46 ° N latitudine		
	S	E/O	N															
0 °	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30 °	0,90	0,75	0,89	0,91	0,73	0,89	0,91	0,73	0,89	0,92	0,72	0,89	0,92	0,71	0,89	0,92	0,70	0,89
45 °	0,84	0,63	0,85	0,86	0,61	0,85	0,86	0,61	0,85	0,86	0,59	0,85	0,86	0,58	0,85	0,87	0,56	0,85
60 °	0,78	0,49	0,80	0,79	0,47	0,80	0,79	0,47	0,80	0,79	0,45	0,80	0,80	0,44	0,80	0,80	0,42	0,80

Prospetto D.36 – Fattore di ombreggiatura F_{fin} relativo ad aggetti verticali. Mese di DICEMBRE

Angolo	36 ° N latitudine			38 ° N latitudine			40 ° N latitudine			42 ° N latitudine			44 ° N latitudine			46 ° N latitudine		
	S	E/O	N															
0 °	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30 °	0,92	0,71	0,89	0,92	0,70	0,89	0,92	0,70	0,89	0,92	0,69	0,89	0,92	0,68	0,89	0,92	0,66	0,89
45 °	0,87	0,59	0,85	0,87	0,57	0,85	0,87	0,56	0,85	0,87	0,55	0,85	0,87	0,53	0,85	0,87	0,50	0,85
60 °	0,80	0,44	0,80	0,80	0,42	0,80	0,80	0,41	0,80	0,80	0,40	0,80	0,80	0,38	0,80	0,80	0,34	0,80