



OA.GE

ORDINE DEGLI ARCHITETTI
PIANIFICATORI PAESAGGISTI
E CONSERVATORI DI GENOVA

CORSO DI FORMAZIONE PER CERTIFICATORE ENERGETICO

**DETERMINAZIONE DEL FABBISOGNO IDEALE DI ENERGIA
TERMICA UTILE PER IL RISCALDAMENTO E IL
RAFFRESCAMENTO SECONDO UNI/TS 11300-1**

Ing. Stefano Bergero



**Università
di Genova**

**DAD DIPARTIMENTO
DI ARCHITETTURA E DESIGN**

Bibliografia

UNI/TS 11300-1:2014 "Prestazioni energetiche degli edifici. Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale".

UNI 10349-1:2016 "Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici. Parte 1: Medie mensili per la valutazione della prestazione termo-energetica dell'edificio e metodi per ripartire l'irradianza solare nella frazione diretta e diffusa e per calcolare l'irradianza solare su di una superficie inclinata".

UNI EN 16798-1:2019 "Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 1: Parametri di ingresso dell'ambiente interno per la progettazione e la valutazione della prestazione energetica degli edifici in relazione alla qualità dell'aria interna, all'ambiente termico, all'illuminazione e all'acustica - Modulo M1-6".

UNI EN 16798-1:2019/NA "Criteri per l'ambiente interno – Scelte italiane".

UNI CEN/TR 16798-2:2020 " Prestazioni energetiche degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 2: Interpretazione dei requisiti della norma EN 16798-1 - Parametri di input ambientale interno per la progettazione e la valutazione delle prestazioni energetiche degli edifici in relazione alla qualità dell'aria interna, all'ambiente termico, all'illuminazione e all'acustica (Modulo M1-6)".

UNI EN ISO 52022:2018-1 "Prestazione energetica degli edifici. Proprietà termiche, solari e luminose di componenti ed elementi edilizi. Parte 1: Metodo di calcolo semplificato delle caratteristiche luminose e solari per dispositivi di protezione solare in combinazione con vetrate".

1. LA NORMA UNI/TS 11300-1

I **fabbisogni ideali di energia termica utile** per il riscaldamento $Q_{H,nd}$ e per il raffrescamento $Q_{C,nd}$ vengono determinati seguendo la *specificata tecnica* **UNI/TS 11300-1:2014** "Prestazioni energetiche degli edifici. Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva e invernale".

Tale norma ha sostituito la vecchia versione del **2008** ed è entrata in vigore il **2 ottobre 2014**.

La specifica tecnica **UNI/TS 11300-1** definisce le modalità per l'applicazione nazionale della norma europea **UNI EN ISO 13790:2008** "Prestazione termica degli edifici. Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento" (abrogata), con riferimento al *metodo mensile* per il calcolo dei fabbisogni di energia termica utile per il riscaldamento e il raffrescamento.

La specifica tecnica è rivolta a tutte le possibili applicazioni previste dalla UNI EN ISO 13790:2008:

- valutazione energetica in condizioni di **progetto A1** (*design rating*),
- valutazione energetica in condizioni **standard A2** (*asset rating*),
- valutazione energetica in **particolari condizioni climatiche e d'esercizio A3** (*tailored rating*).

La norma **UNI EN ISO 13790:2008** è stata abrogata e sostituita dalla norma **UNI EN ISO 52016-1:2018** "Prestazione energetica degli edifici. Fabbisogni energetici per riscaldamento e raffrescamento, temperature interne e carichi termici sensibili e latenti. Parte 1: Procedure di calcolo" nell'ambito del mandato M480 della commissione europea.

La norma specifica i metodi di calcolo per la valutazione:

- del fabbisogno energetico (sensibile) per riscaldamento e raffrescamento, basato su calcoli orari o mensili;
- del fabbisogno di energia latente per umidificazione/deumidificazione, basato su calcoli orari o mensili;
- della temperatura interna, basata su calcoli orari;
- del carico sensibile di riscaldamento e raffrescamento, basato su calcoli orari;
- dell'umidità e del carico di calore latente per umidificazione/deumidificazione, basato su calcoli orari;
- del carico sensibile di riscaldamento o raffrescamento di progetto e del carico latente di riscaldamento di progetto, utilizzando un intervallo di calcolo orario;
- delle condizioni dell'aria di rinnovo per fornire l'umidificazione e la deumidificazione necessarie.

I metodi di calcolo possono essere utilizzati per edifici residenziali o non residenziali.

È attualmente attivo presso il CTI il gruppo di lavoro per il progetto di norma prUNI1604763, con lo scopo di redigere la *specifica tecnica* **UNI/TS 11300-2**, che renderà applicabile sul territorio nazionale la UNI EN ISO 52016-1:2018, sostituendo la UNI/TS 11300-1:2014.

Table 1 — Position of this document (in casu M2-2, M2-3, M2-6, M3-3, M4-3, M6-3, M7-3), within the modular structure of the set of EPB standards

	Overarching		Building (as such)		Technical Building Systems										
Sub module	Descriptions		Descriptions		Descriptions	Heating	Cooling	Ventilation	Humidification	Dehumidification	Domestic hot water	Lighting	Building automation and control	PV, wind, ..	
sub1		M1		M2		M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	
1	General		General		General										
2	Common terms and definitions; symbols, units and subscripts		Building energy needs	52016-1	Needs								a		
3	Applications		(Free) Indoor conditions without systems	52016-1	Maximum load and power	52016-1	52016-1		52016-1	52016-1					
4	Ways to express energy performance		Ways to express energy performance		Ways to express energy performance										
5	Building categories and building boundaries		Heat transfer by transmission		Emission and control										
6	Building occupancy and operating conditions		Heat transfer by infiltration and ventilation	52016-1	Distribution and control										
7	Aggregation of energy services and energy carriers		Internal heat gains		Storage and control										
8	Building zoning		Solar heat gains		Generation and control										
9	Calculated energy performance		Building dynamics (thermal mass)		Load dispatching and operating conditions										
10	Measured energy performance		Measured energy performance		Measured energy performance										
11	Inspection		Inspection		Inspection										
12	Ways to express Indoor comfort				BMS										
13	External environment conditions														
14	Economic calculation														
NOTE The shaded modules are not applicable.															

NOTE The shaded modules are not applicable.

2. BILANCIO ENERGETICO DELL'EDIFICIO SECONDO LA NORMA UNI/TS 11300-1

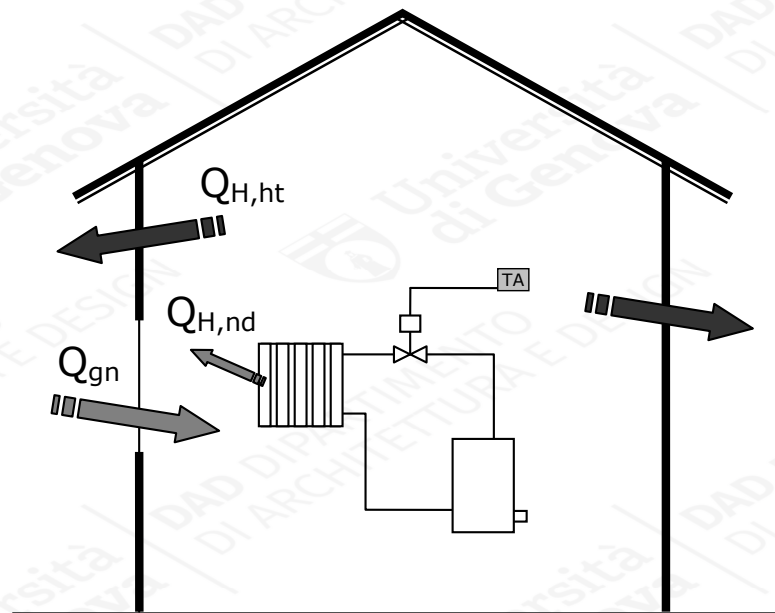
Il **fabbisogno ideale di energia termica utile per il riscaldamento** $Q_{H,nd}$ Si calcola mediante la seguente relazione:

$$Q_{H,nd} = Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} Q_{gn}$$

$Q_{H,ht}$ = calore scambiato attraverso l'involucro edilizio

Q_{gn} = calore derivante dagli apporti termici attraverso l'involucro edilizio

$\eta_{H,gn}$ = fattore di utilizzazione degli apporti di energia termica

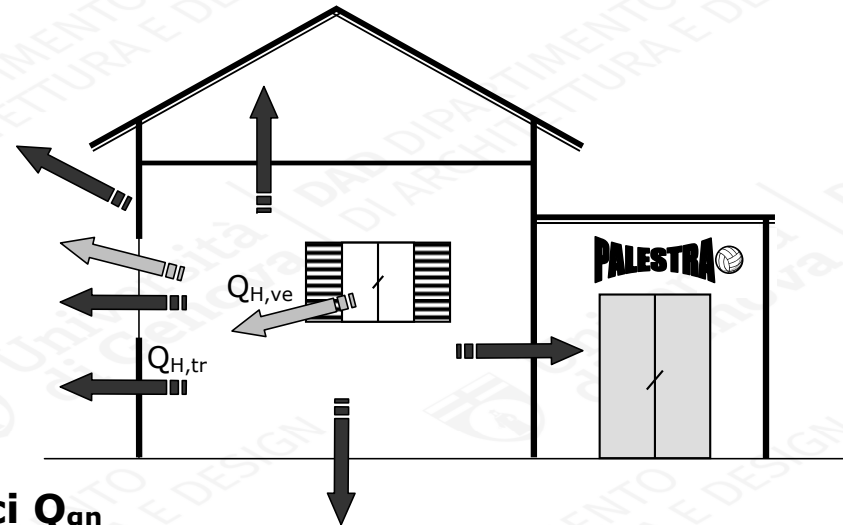


Il **calore scambiato** $Q_{H,ht}$ risulta:

$$Q_{H,ht} = Q_{H,ve} + Q_{H,tr}$$

$Q_{H,ve}$ = calore scambiato per ventilazione

$Q_{H,tr}$ = calore scambiato per trasmissione

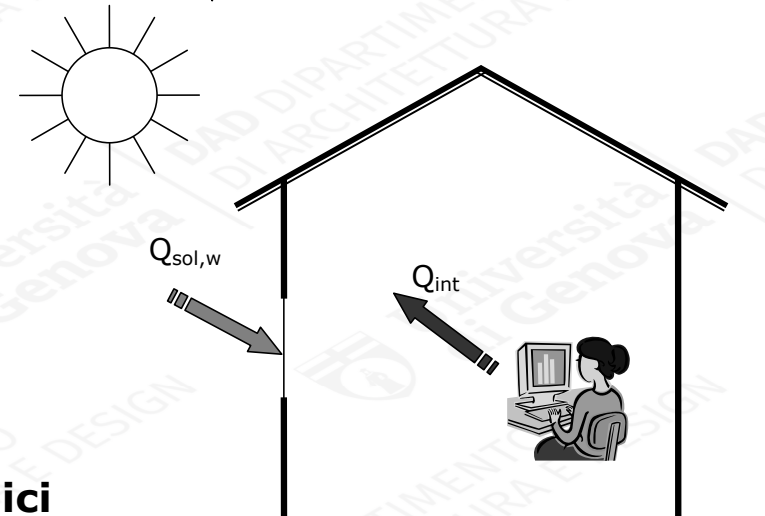


Il **calore derivante dagli apporti termici** Q_{gn} risulta:

$$Q_{gn} = Q_{int} + Q_{sol,w}$$

Q_{int} = calore derivante dagli apporti interni

$Q_{sol,w}$ = calore derivante dagli apporti solari attraverso i componenti vetrati



Il **fattore di utilizzazione degli apporti termici**

$\eta_{H,gn}$ è un numero adimensionale compreso tra 0 e 1, funzione dell'inerzia termica dell'edificio e del rapporto $Q_{gn}/Q_{H,ht}$.

Tale parametro tiene conto del fatto che non tutto il calore derivante dagli apporti termici è utilizzato per il riscaldamento della zona termica.

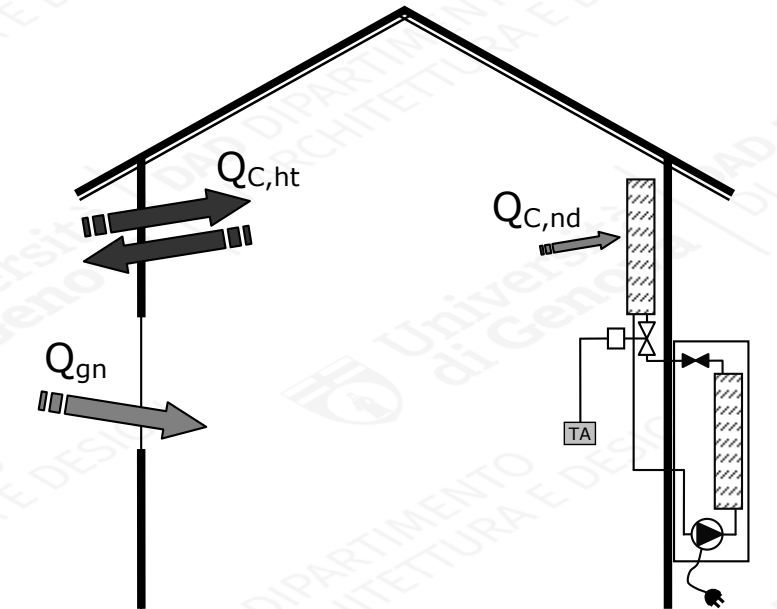
Il **fabbisogno di energia termica utile per il raffrescamento** $Q_{C,nd}$ si calcola mediante la seguente relazione:

$$Q_{C,nd} = Q_{gn} - \eta_{C,ls} Q_{C,ht}$$

$Q_{C,ht}$ = calore scambiato attraverso l'involucro edilizio

Q_{gn} = calore derivante dagli apporti termici attraverso l'involucro edilizio

$\eta_{C,ls}$ = fattore di utilizzazione delle dispersioni termiche



Il **calore scambiato** $Q_{C,ht}$ risulta:

$$Q_{C,ht} = Q_{C,ve} + Q_{C,tr}$$

$Q_{C,ve}$ = calore scambiato per ventilazione

$Q_{C,tr}$ = calore scambiato per trasmissione

Il **calore** derivante **dagli apporti termici** Q_{gn} risulta:

$$Q_{gn} = Q_{int} + Q_{sol,w}$$

Q_{int} = calore derivante dagli apporti interni

$Q_{sol,w}$ = calore derivante dagli apporti solari attraverso i componenti vetrati

Il **fattore di utilizzazione delle dispersioni termiche** $\eta_{C,ls}$ è un numero adimensionale compreso tra 0 e 1, funzione dell'inerzia termica dell'edificio e del rapporto $Q_{gn}/Q_{C,ht}$.

Tale parametro tiene conto del fatto che non tutto il calore disperso attraverso l'involucro edilizio è utilizzato per il raffrescamento della zona termica.

3. CALORE SCAMBIATO PER VENTILAZIONE

I **calori scambiati per ventilazione** $Q_{H,ve}$ e $Q_{C,ve}$ possono essere espressi mediante le seguenti relazioni:

$$\text{riscaldamento} \quad Q_{H,ve} = H_{ve}(T_{\text{int,set,H}} - T_e)t \quad (*)$$

$$\text{raffrescamento} \quad Q_{C,ve} = H_{ve}(T_{\text{int,set,C}} - T_e)t \quad (*)$$

H_{ve} = coefficiente di scambio termico per ventilazione [W/K]

$T_{\text{int,set,H}}$ = temperatura interna di regolazione per il riscaldamento della zona termica [°C]

$T_{\text{int,set,C}}$ = temperatura interna di regolazione per il raffrescamento della zona termica [°C]

T_e = temperatura media dell'aria esterna del mese o della frazione di mese considerati [°C]

t = durata del mese o della frazione di mese considerati [s]

N.B. Nelle (*):

se si esprime H_{ve} in [W/K] e il tempo t in [s] si ottiene il calore Q in [J];

se si esprime H_{ve} in [kW/K] e il tempo t in [h] si ottiene il calore Q in [kWh].

La conversione da [J] a [kWh] risulta: $1 \text{ kWh} = 3.6 \cdot 10^6 \text{ J}$.

I secondi in un mese risultano: $t = 3600 \cdot 24 \cdot N$

Le ore in un mese risultano: $t = 24 N$

N = numero di giorni del mese compresi nella stagione di riscaldamento o di raffrescamento.

3.1 TEMPERATURA DELL'ARIA ESTERNA

I valori **medi mensili della temperatura media giornaliera dell'aria esterna** T_e si ricavano per le diverse *stazioni di rilevazione* (una per provincia) dalla norma **UNI 10349-1:2016** "Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici. Parte 1: Medie mensili per la valutazione della prestazione termo-energetica dell'edificio e metodi per ripartire l'irradianza solare nella frazione diretta e diffusa e per calcolare l'irradianza solare su di una superficie inclinata".

Si riporta a titolo di esempio un estratto del **Prospetto 5** di tale norma.

n	Sigla	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	MEDIA ANNUA	d
		[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C/m]
1	AG	11,8	10,9	12,1	14,9	18,8	22,8	24,8	24,8	22,8	19,7	17,0	13,3	17,8	1/174
39	GE	10,2	10,3	10,9	15,1	18,5	22,2	24,4	23,4	22,0	18,0	13,1	9,8	16,5	1/200
44	KR	10,5	10,9	12,0	15,2	18,7	24,5	26,3	26,9	23,0	20,2	15,5	13,0	18,1	1/147
54	MI	4,0	7,1	10,6	13,4	19,4	22,8	24,5	24,3	19,8	14,1	7,5	3,5	14,3	1/178
59	NA	10,4	9,4	11,7	15,1	18,7	22,7	25,1	25,6	21,8	17,4	12,2	10,6	16,8	1/147
96	TO	1,3	3,2	8,4	12,0	18,1	22,2	23,7	22,7	19,2	12,4	6,9	2,7	12,8	1/178

Nel caso di **frazioni di mese** i valori della temperatura media dell'aria esterna si ricavano per *interpolazione lineare* con riferimento al giorno centrale di ciascuna frazione di mese, attribuendo i valori medi mensili riportati nella **UNI 10349-1:2016** al giorno centrale di ciascun mese.

I dati riportati nel Prospetto 5 sono riferiti alla *quota di riferimento* z_r , indicata nel **prospetto 4**, cui sotto si riporta un estratto.

n.	Sigla	Stazione	Longitudine			Latitudine			Quota
			°	'	"	°	'	"	m
1	AG	Agrigento Mandrascava	13	38	9	37	14	16	40
39	GE	Recco - Polanesi	9	7	34	44	21	58	50

Per le località non comprese è possibile calcolare una **temperatura corretta** T_e che tenga conto della diversa localizzazione e *altitudine* z , rispetto alla stazione di rilevazione dei parametri climatici, applicando il seguente criterio:

- si identifica la stazione di rilevazione dei parametri climatici di riferimento *più vicina in linea d'aria* (non necessariamente la stazione di rilevazione dei dati climatici della provincia di appartenenza);
- si apporta una correzione al valore della *temperatura* della stazione di rilevazione $T_{e,r}$ dei parametri climatici *di riferimento* per tenere conto della differenza di altitudine tra questa e la località considerata, secondo la seguente relazione:

$$T_e = T_{e,r} - (z - z_r) d$$

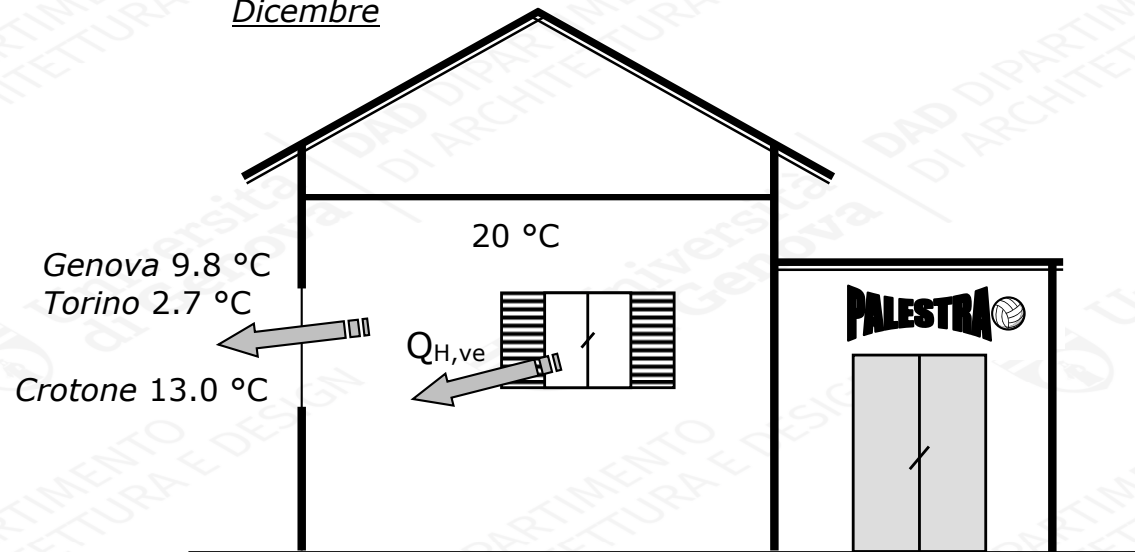
d = fattore di correzione con la quota riportato nel Prospetto 5 [$^{\circ}\text{C}/\text{m}$]

3.2 TEMPERATURA DI REGOLAZIONE INTERNA

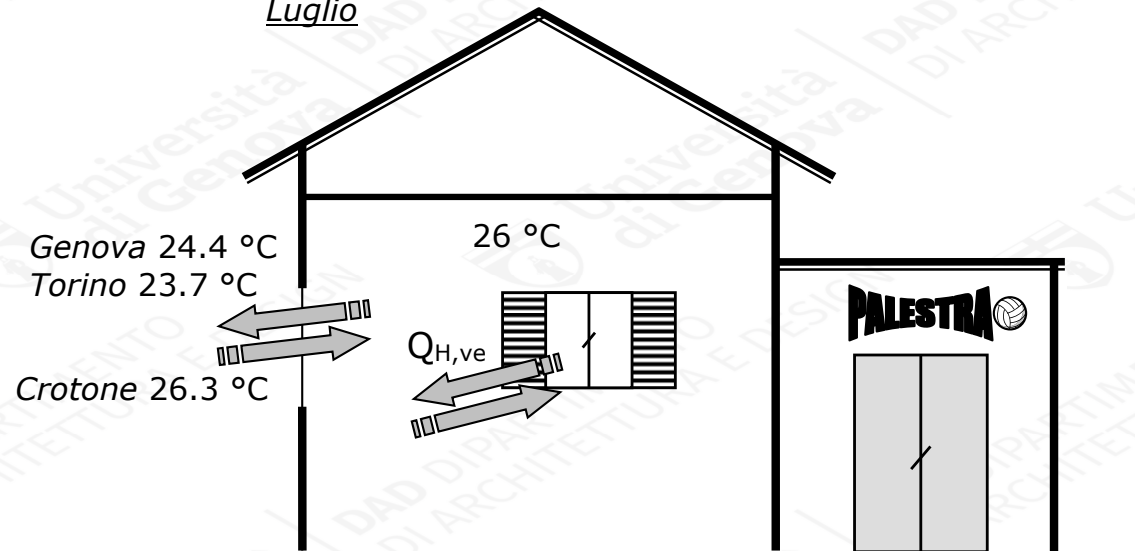
Per le diverse categorie di edifici, classificate in base al **DPR 412/93**, si assumono i valori costanti di **temperatura di regolazione interna** $T_{int,set,H}$ e $T_{int,set,C}$ riportati in tabella (si tratta di temperature operative).

Categoria	Tipologia edifici	$T_{int,set,H}$ [°C]	$T_{int,set,C}$ [°C]
E.1	Edifici adibiti a residenza e assimilabili	20	26
E.1(1)	abitazioni adibite a residenza con carattere continuativo, quali abitazioni civili e rurali, collegi, conventi, case di pena, caserme		
E.1(2)	abitazioni adibite a residenza con occupazione saltuaria, quali case per vacanze, fine settimana e simili		
E.1(3)	edifici adibiti ad albergo, pensione ed attività similari		
E.2	Edifici adibiti a uffici e assimilabili	20	26
	pubblici o privati, indipendenti o contigui a costruzioni adibite anche ad attività industriali o artigianali, purché siano da tali costruzioni scorporabili agli effetti dell'isolamento termico		
E.3	Edifici adibiti a ospedali, cliniche o case di cura e assimilabili	20	26
	ivi compresi quelli adibiti a ricovero o cura di minori o anziani nonché le strutture protette per l'assistenza ed il recupero dei tossico-dipendenti e di altri soggetti affidati a servizi sociali pubblici		
E.4	Edifici adibiti ad attività ricreative, associative o di culto e assimilabili	20	26
E.4(1)	cinema e teatri, sale di riunione per congressi		
E.4(2)	mostre, musei e biblioteche, luoghi di culto		
E.4(3)	bar, ristoranti, sale da ballo		
E.5	Edifici adibiti ad attività commerciali e assimilabili	20	26
	negozi, magazzini di vendita all'ingrosso o al minuto, supermercati, esposizioni		
E.6	Edifici adibiti ad attività sportive		
E.6(1)	piscine, saune e assimilabili	28	28
E.6(2)	palestre e assimilabili	18	24
E.6(3)	servizi di supporto alle attività sportive	20	26
E.7	Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili	20	26
E.8	Edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali e assimilabili	18	26

Dicembre



Luglio



Osservazione

Il calore scambiato attraverso l'involucro edilizio per ventilazione e trasmissione $Q_{H,ht}$ è *uscente* dalla zona termica (sempre > 0), in quanto durante la stagione di riscaldamento la temperatura interna di regolazione (per quasi tutte le categorie di edifici pari a 20 °C) è maggiore della temperatura media mensile dell'aria esterna.

Il calore scambiato attraverso l'involucro edilizio per ventilazione e trasmissione $Q_{C,ht}$ può essere *uscente* (> 0) o *entrante* (< 0) nella zona termica, in quanto durante la stagione di raffrescamento la temperatura interna di regolazione (per quasi tutte le categorie di edifici pari a 26 °C) può essere maggiore (nella maggior parte dei casi, una sorta di *raffrescamento passivo*) o minore, della temperatura media mensile dell'aria esterna.

N.B. La *temperatura interna* rappresenta la media aritmetica della temperatura dell'aria e della temperatura media radiante al centro della zona considerata. La *temperatura esterna* è la temperatura dell'aria esterna.

3.3 COEFFICIENTE DI SCAMBIO TERMICO PER VENTILAZIONE

Il **coefficiente** di scambio termico per **ventilazione** H_{ve} si ricava come:

$$H_{ve} = \rho_a c_a q_{ve}$$

$\rho_a = 1.2 \text{ kg/m}^3$, densità dell'aria

$c_a = 1000 \text{ J/kgK}$, calore specifico a pressione costante dell'aria

q_{ve} = portata volumetrica media (mediata nel tempo) d'aria di ventilazione (rinnovo)
[m³/s]

Le condizioni di ventilazione sono distinte a seconda che si voglia valutare:

- la **prestazione termica del fabbricato**, indipendentemente dalla eventuale presenza di un impianto di ventilazione meccanica: si considera la sola *aerazione naturale* in condizioni di riferimento, detta *ventilazione di riferimento*;
- la **prestazione energetica dell'edificio**: si considera la *ventilazione effettiva* e quindi l'eventuale presenza dell'impianto di ventilazione.

In assenza di impianto di ventilazione meccanica ovvero in presenza di ventilazione naturale, la ventilazione effettiva e la ventilazione di riferimento coincidono.

Nel calcolo degli indici di prestazione energetica dell'involucro per il riscaldamento $EP_{H,nd}$ e per il raffrescamento $EP_{C,nd}$ sia a fini di rispetto dei requisiti minimi sia di certificazione energetica, *si utilizza la ventilazione di riferimento!*

Il **Prospetto 8** della **UNI/TS 11300-1:2014** traccia il quadro di riferimento per il calcolo delle portate di ventilazione.

Tipo di ventilazione		Caratteristiche dell'impianto di ventilazione		Utenza		
				Standard		Reale
				Ventilazione di riferimento ^{a)}	Ventilazione effettiva ^{b)}	
Climatizzazione invernale + Ventilazione naturale		Nessun impianto			Punto 12.3.1	
Ventilazione meccanica	Ventilazione meccanica o ibrida ^{c)}	Estrazione centralizzata a singolo condotto		Punto 12.2	Punto 12.3.2 (ventilazione meccanica)	Punto 12.5
		Immissione centralizzata a singolo condotto			Punto 12.3.3 (ventilazione ibrida)	
		Immissione ed estrazione bilanciata a doppio condotto				
	Ventilazione meccanica attraverso l'impianto di climatizzazione ^{d)}	Aria primaria in impianto di climatizzazione misto "aria/acqua"	Sola immissione		Punto 12.3.4	
			Immissione ed estrazione			
		Ventilazione attraverso l'impianto di climatizzazione a "tutta aria"				
a) Condizione per il calcolo della prestazione termica del fabbricato (si considera la sola ventilazione naturale). b) Condizione per il calcolo della prestazione energetica dell'edificio (si considera l'eventuale presenza dell'impianto di ventilazione meccanica). c) Ventilazione meccanica indipendente. d) Nella ventilazione meccanica mediante l'impianto di climatizzazione con impianto misto "aria/acqua" il circuito aria primaria è considerato parte dell'impianto di climatizzazione e l'energia per il preriscaldamento dell'aria è fornita dall'unico sottosistema di generazione.						

3.3.1 Ventilazione naturale

La **ventilazione naturale** è realizzata sfruttando le *differenze di pressione e/o temperatura*, senza l'ausilio di sistemi di movimentazione che richiedono potenza.

La ventilazione di riferimento e la ventilazione effettiva coincidono.

Gli estrattori dai bagni e dalle cucine a funzionamento saltuario non vengono considerati impianti di ventilazione e quindi non si considera la relativa portata d'aria.

La **portata d'aria di ventilazione** q_{ve} può essere determinata mediante la seguente relazione:

$$q_{ve} = q_{ve,0} f_{ve,t}$$

$q_{ve,0}$ = portata minima di progetto di aria esterna [m³/s]

$f_{ve,t}$ = fattore di correzione

Il **fattore di correzione** $f_{ve,t}$ rappresenta la *frazione di tempo* in cui si attua la ventilazione e tiene conto del profilo di utilizzo della stessa e delle infiltrazioni (immissioni incontrollate) che si hanno quando non si opera l'aerazione. Si determina mediante il **Prospetto E.2** della **UNI/TS 11300-1:2014**, in funzione della destinazione d'uso dell'edificio.

Prospetto E.2 – Fattore di correzione per la ventilazione in condizioni di riferimento

Categoria di edificio	Sottocategoria di edificio	Destinazione d'uso	f _{ve,t}
E.1 EDIFICI ADIBITI A RESIDENZA E ASSIMILABILI	E.1.1 Residenze a carattere continuativo	Abitazioni civili (*)	0,60
		Collegi, luoghi di ricovero, case di pena, caserme, conventi	
		Sale riunioni	0,51
		Dormitorio/camera	1,00
		Servizi igienici con estrazione	0,08
	E.1.2 Residenze occupate saltuariamente	Valo quanto prescritto per le residenze a carattere continuativo	0,60
	E.1.3 Allogghi pensioni e attività simili	Ingresso, soggiorni	1,00
		Sale conferenze/auditori (piccoli)	0,47
		Sale da pranzo	0,34
		Camere da letto	0,25
E.2 EDIFICI PER UFFICI E ASSIMILABILI	Uffici singoli	0,59	
	Uffici open space	0,59	
	Call-Center/centro inserimento	0,59	
	Locali riunione	0,51	
E.3 OSPEDALI CLINICHE, CASE DI CURA E ASSIMILABILI	Degenze (2-3 letti)	1,00	
	Corse	1,00	
	Camere per infettivi	1,00	
	Camere per immunodepressi	1,00	
	Sale mediche	1,00	
	Soggiorni	0,68	
	Terapie fisiche	0,51	
	Diagnostiche	0,51	
	E.4 EDIFICI ADIBITI AD ATTIVITÀ RICREATIVE, ASSOCIATIVE, DI CULTO E ASSIMILABILI	E.4.1 Cinema, teatri, sale per congressi	Atri, sale attesa, zona bar annessa
Piazze, loggioni, aree per il pubblico, sale cinematografiche, sale teatrali, sale per riunioni			0,51
Sale scommesse			0,43
E.4.2 Mostre, musei, biblioteche, luoghi di culto		Sale mostre piracoteche, musei	1,00
		Sale lettura biblioteche	0,51
		Luoghi di culto	0,34
E.4.3 Bar, ristoranti, sale da ballo		Bar	0,55
		Pasticcerie	0,47
		Self-service	0,34
	Sale da ballo, discoteche	0,43	

(*) Comprende l'eventuale estrazione meccanica dei bagni.

(*) Comprende l'eventuale estrazione meccanica dei bagni.

Categoria di edificio	Sottocategoria di edificio	Destinazione d'uso	$f_{ve,t}$
E.5 EDIFICI ADIBITI AD ATTIVITÀ COMMERCIALE E ASSIMILABILI		Grandi magazzini - piano interrato	0,47
		Negozi o reparti di grandi magazzini	0,51
		Barbieri, saloni bellezza	0,51
		Abbigliamento, calzature, mobili, ottici, fioristi, fotografi	0,51
		Alimentari, lavasecco, farmacie	0,51
		Zone pubblico banche, quartieri fieristici	0,55
E.6 EDIFICI ADIBITI AD ATTIVITÀ SPORTIVA	E.6.1 Piscine, saune e assimilabili	Piscine (sala vasca)	0,34
		Spogliatoi	0,34
	E.6.2 Palestre e assimilabili	Palazzetti sportivi (campi da gioco)	0,18
		Zone spettatori in piedi	0,18
	E.6.3 Servizi di supporto alle attività sportive	Zone spettatori seduti	0,18
		Spogliatoi atleti	0,43
E.7 EDIFICI ADIBITI AD ATTIVITÀ SCOLASTICHE E ASSIMILABILI		Asili nido e scuole materne	0,47
		Aule scuole elementari	0,47
		Aule scuole medie inferiori	0,47
		Aule scuole medie superiori	0,47
		Aule universitarie	0,51
		Servizi	0,51
		Biblioteche, sale lettura	0,43
		Aule musica e lingue	0,43
		Laboratori chimici/biologici	0,43
		Laboratori	0,43
E.8 EDIFICI ADIBITI AD ATTIVITÀ INDUSTRIALI ED ARTIGIANALI E ASSIMILABILI		Sale insegnanti	0,47
			0,51

La **portata minima di progetto di aria esterna** $q_{ve,0}$ rappresenta la portata di ventilazione minima necessaria per garantire le condizioni di *qualità dell'aria* in ambiente.

Per gli *edifici residenziali* destinati ad *abitazione civile* (categorie **E.1(1)** ad eccezione delle residenze collettive e **E.1(2)**) e per gli *edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali e assimilabili* (categoria **E.8**), la portata minima di progetto di aria esterna $q_{ve,0}$ viene posta pari ad una frazione del volume utile dello spazio climatizzato, assumendo un tasso di ricambio d'aria **$n = 0.5 \text{ h}^{-1}$** :

$$q_{ve,0} = \frac{nV_u}{3600} \quad \textbf{formula 34 (UNI/TS 11300-1:2014)}$$

n = numero dei ricambi orari d'aria [h^{-1}]

V_u = volume netto della zona termica [m^3]

Il volume V_u comprende cucine, bagni, corridoi e locali di servizio.

N.B. La procedura standard non tiene conto dello stato di conservazione dei serramenti. Per le *abitazioni civili* non cambia nulla rispetto alla precedente versione della UNI/TS 11300-1:2008, essendo il prodotto $n \cdot f_{ve,t} = 0.5 \cdot 0.6 = 0.3$; per tale categoria di edifici, il coefficiente di ventilazione risulta quindi:

$$H_{ve} = \frac{\rho_a c_a n V_u f_{ve,t}}{3600} = \frac{1.2 \cdot 1000}{3600} \cdot 0.5 \cdot 0.6 \cdot V_u = 0.1 \cdot V_u$$

Per *tutte le altre categorie di edifici*, la portata minima di progetto di aria esterna $q_{ve,0}$ si determina per ciascun locale in base alla norma **UNI 10339:1995** "Impianti aeraulici a fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura", mediante la seguente relazione:

$$q_{ve,0} = (n_{per}q_{op} + A_f q_{os}) \frac{0.8}{\varepsilon_{ve}} C_1 C_2 \quad \textbf{formula 33 (UNI/TS 11300-1:2014)}$$

q_{op} = portata specifica di aria esterna per persona [m^3/s persona]

n_{per} = numero di persone previste a progetto o calcolato mediante l'affollamento convenzionale

q_{os} = portata specifica di aria esterna per unità di superficie utile servita dalla ventilazione [$m^3/s m^2$]

A_f = superficie utile (netta calpestabile) servita dalla ventilazione [m^2]

ε_{ve} = efficienza di ventilazione, assunta convenzionalmente pari a 0.8

C_1 = coefficiente correttivo per impianti misti, assunto convenzionalmente pari a 1

C_2 = coefficiente correttivo in funzione dell'altitudine, ricavato dal **Prospetto IV** della **UNI 10339:1995**.

Altitudine H m s.l.m.	Coefficiente correttivo
0	1,00
500	1,06
1 000	1,12
1 500	1,18
2 000	1,25
2 500	1,31
3 000	1,38

Le portate di aria esterna q_{op} e q_{os} da adottare per le diverse destinazioni d'uso si ricavano dal **Prospetto III** della norma **UNI 10339:1995**, di cui si riporta un estratto a titolo di esempio.

Categorie di edifici	Portata di aria esterna o di estrazione		Note
	Q_{op} (10^{-3} m ³ /s per persona)	Q_{os} (10^{-3} m ³ /s m ²)	
BAR, RISTORANTI, SALE DA BALLO			
• bar	11	-	A
• pasticcerie	6	-	A
• sale pranzo ristoranti e self-service	10	-	-
• sale da ballo	16,5*	-	-
• cucine	-	16,5	-
• servizi		estrazioni	A

Note : A - Ricambio richiesto nei servizi igienici:

- edifici adibiti a residenza e assimilabili 0,0011 vol/s (4 vol/h);

- altre categorie in tabella 0,0022 vol/s (8 vol/h),

il volume è quello relativo ai bagni (antibagni esclusi).

La formula 33 va applicata tenendo conto del numero nominale di occupanti e dell'area della superficie netta **di tutti i locali esclusi cucine, bagni, corridoi e locali di servizio.**

Nei **corridoi** e nei **locali di servizio** (antibagni, ripostigli, locali tecnici) la portata di aria esterna può essere considerata nulla.

Nei **servizi igienici** (locali con estrazione) la portata di ventilazione si determina mediante la formula 34:

$$q_{ve,0} = \frac{nV_u}{3600}$$

V_u = volume netto del servizio igienico, antibagno escluso [m³]

I *ricambi d'aria* n da adottare sono forniti dalla UNI 10339:1995:

-) $n = 4$ vol/h per gli edifici adibiti a residenza e assimilabili
-) $n = 8$ vol/h per tutte le altre destinazioni d'uso

Il **numero di persone** n_{per} può essere calcolato mediante la seguente relazione:

$$n_{\text{per}} = n_s A_f$$

n_s = indice di affollamento convenzionale per unità di superficie riferito alle condizioni di progetto [persone/m²]

A_f = superficie utile (netta calpestabile) servita dalla ventilazione [m²]

I valori dell'indice di affollamento convenzionale n_s sono riportati per le diverse destinazioni d'uso nel **prospetto VIII** della norma **UNI 10339:1995**, di cui si riporta un estratto a titolo di esempio.

EDIFICI ADIBITI AD ATTIVITÀ RICREATIVE, ASSOCIATIVE, DI CULTO (segue)	
- musei, biblioteche, luoghi di culto	
• sale in genere	0,30
• luoghi culto	0,80
- bar, ristoranti, sale da ballo	
• bar in genere	0,80
• sale pranzo ristoranti	0,60
• sale da ballo	1,00

Osservazione

Si fa presente che la norma **UNI 10339:1995** è stata ritirata senza sostituzione in data **4 luglio 2024**.

In attesa che vengano pubblicate le nuove norme UNI/TS 11300 nell'ambito del mandato M480 della commissione europea, la norma di riferimento per la determinazione delle portate di ventilazione è la **UNI EN 16798-1:2019**

"Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 1: Parametri di ingresso dell'ambiente interno per la progettazione e la valutazione della prestazione energetica degli edifici in relazione alla qualità dell'aria interna, all'ambiente termico, all'illuminazione e all'acustica - Modulo M1-6".

La UNI EN 16798-1:2019 riguarda *tutti gli aspetti del comfort* negli ambienti confinati (termoigrometrico, qualità dell'aria, acustico, illuminotecnico) e si riferisce agli **edifici civili**, ovvero a destinazione d'uso *non industriale* ed assimilabili, sia *residenziali*, sia *non residenziali*. La qualità dell'aria è trattata al par. 6.3 e nell'Appendice B (informativa) al par. B.3 (Criteri predefiniti per l'ambiente interno).

La spiegazione di come utilizzare la UNI EN 16798-1 è data dal rapporto tecnico **UNI CEN/TR 16798-2:2020** "Prestazioni energetiche degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 2: Interpretazione dei requisiti della norma EN 16798-1 - Parametri di input ambientale interno per la progettazione e la valutazione delle prestazioni energetiche degli edifici in relazione alla qualità dell'aria interna, all'ambiente termico, all'illuminazione e all'acustica (Modulo M1-6)".

A Novembre 2025 è stata pubblicata l'Appendice Nazionale **UNI EN 16798-1:2019/NA** "Criteri per l'ambiente interno – Scelte italiane" che specifica tutti i criteri raccomandati a livello nazionale per l'ambiente interno.

Ci si limita di seguito agli aspetti essenziali per il calcolo della prestazione energetica, che riguardano quindi gli **edifici non residenziali** (dove appunto la UNI/TS 11300-1 richiama la UNI 10339).

Vengono definite *quattro categorie di qualità ambientale* in funzione del livello di comfort atteso dagli occupanti l'ambiente confinato.

Category	Level of expectation	Explanation
IEQ _I	High	Should be selected for occupants with special needs (children, elderly, persons with disabilities).
IEQ _{II}	Medium	The normal level used for design and operation.
IEQ _{III}	Moderate	Will still provide an acceptable environment. Some risk of reduced performance of the occupants.
IEQ _{IV}	Low	Should only be used for a short time of the year or in spaces with very short time of occupancy.

Un livello inferiore a "medio" non comporta nessun rischio per la salute, ma può diminuire il comfort.

Vengono proposti tre metodi per determinare le *portate di ventilazione di progetto* nel caso degli edifici non residenziali:

- 1 - basato sulla qualità dell'aria percepita;
- 2 - basato sui valori limite di concentrazione delle sostanze inquinanti;
- 3 - basato su portate d'aria di ventilazione predefinite.

L'Appendice Nazionale **UNI EN 16798-1:2019/NA** considera a livello progettuale *solamente i metodi 1 e 2*.

Per il calcolo energetico, le portate minime di ventilazione da utilizzare nei calcoli sono quelle del metodo 1 (prescrittivo), basato sul fatto che la qualità dell'aria in un ambiente confinato è data fondamentalmente dal *livello di odore percepito* dagli occupanti; le principali sorgenti di inquinanti sono:

- le *persone* e le loro *attività* (bioeffluenti),
- i *componenti dell'edificio* e degli *impianti* (contaminanti vari).

La **portata di ventilazione** complessiva per un ambiente q_{tot} [l/s] risulta quindi:

$$q_{\text{tot}} = n q_p + A_R q_B$$

n = valore di progetto per il numero di persone nella stanza

q_p = portata di ventilazione per persona [l/s/persona]

A_R = superficie calpestabile della stanza [m²]

q_B = portata di ventilazione per unità di superficie per le emissioni dell'edificio
[l/s/m²]

N.B.

E' sempre richiesta per motivi di salute una portata q_{tot} minima di 4 l/s/persona.

La **portata per persona q_p** [l/s/persona] è riportata nel **Prospetto NA.6** della UNI EN 16798-1:2019/NA, di cui si riporta un estratto.

table NA.6 Design ventilation rates for non-adapted persons for diluting emissions (bio effluents) from people for different categories

Building	Type of space	Airflow per non-adapted person l/(s pers.)		
		Category I	Category II	Category III
Offices	Small offices	8,5	7,5	5,5
	Open-space offices, Conference rooms	8,5	7	5
	Call center	8,5	7	5
Hospitals	Bedrooms, wards, diagnostic and examination rooms	11,5	10	8,7
	Treatment room	11,5	10	8,7
	Sitting rooms	11,5	10	8,7
Educational	kindergartens and nursery schools	7,5	6	4,5
	Primary and high schools, university classrooms, labs and teachers' rooms	7,5	6	4,5
	libraries, reading rooms	6,9	5.5	4,1
	Languages and music classrooms	6,9	5.5	4,1

Per calcolare il numero di persone, si utilizza il **tasso di occupazione O_c** [persone/m²] riportato nel **Prospetto NA.19** della UNI EN 16798-1:2019/NA, di cui si riporta un estratto:

$$n = O_c A_R$$

table NA.19 Default occupancy for building use

Offices	Small offices	0,1
	Open-space offices	0,12
	Call centre	0,4
	Meeting rooms	0,6
Hospitals	Bedrooms, wards, diagnostic and examination rooms	0,1
	Rooms for infected o immunosuppressed people	0,08
	Sitting rooms	0,4
	Treatment rooms	0,2
Educational	Kindergartens and nursery schools	0,42
	Primary schools	0,52
	Secondary Schools	0,52
	High Schools	0,51
	University classroom	0,50
	Libraries, reading rooms	0,3
	Languages and music classrooms	0,2
	Labs	0,5
	Teachers rooms	0,7

La portata per unità di superficie q_b è riportata in funzione del *carico inquinante dell'edificio* nei **Prospetti NA.7a** (edifici *molto poco inquinati*), **NA.7b** (edifici *poco inquinati*) e **NA.7c** (edifici *non poco inquinati*) della UNI EN 16798-1:2019/NA, di cui si riporta un estratto.

table NA.7a Design ventilation rates for diluting emissions from buildings: very low-polluting building

Building	Type of space	Airflow per floor area l/(s m ²)		
		Category I	Category II	Category III
Offices	Small offices	0,25	0,20	0,15
	Open-space offices, Conference rooms	0,35	0,30	0,20
	Call center	0,40	0,35	0,25
Hospitals	Bedrooms, wards, diagnostic and examination rooms	0,25	0,20	0,15
	Treatment room	0,50	0,40	0,30
	Sitting rooms	0,38	0,30	0,23
Educational	Kindergartens and nursery schools	0,63	0,50	0,38
	Primary and high schools, university classrooms, labs and teachers' rooms	0,32	0,25	0,19
	Libraries, reading rooms	0,32	0,25	0,19
	Languages and music classrooms	0,19	0,15	0,12

Un edificio è di default poco inquinante, se la maggior parte dei materiali è poco inquinante e non siano svolte attività inquinanti (ad es. fumo). Altrimenti risulta *non poco inquinante*.

La categoria *molto poco inquinante* richiede che la maggior parte dei materiali da costruzione utilizzati per la finitura delle superfici interne soddisfi i criteri nazionali o internazionali dei materiali a bassissimo inquinamento.

table NA.7b

Design ventilation rates for diluting emissions from buildings: low-polluting building

Building	Type of space	Airflow per floor area l/(s m ²)		
		Category I	Category II	Category III
Offices	Small offices	0,50	0,40	0,30
	Open-space offices, Conference rooms	0,70	0,60	0,40
	Call center	0,80	0,70	0,50
Hospitals	Bedrooms, wards, diagnostic and examination rooms	0,50	0,40	0,30
	Treatment room	1,00	0,80	0,60
	Sitting rooms	0,75	0,60	0,45
Educational	Kindergartens and nursery schools	1,25	1,00	0,75
	Primary and high schools, university classrooms, labs and teachers' rooms	0,63	0,50	0,38
	Libraries, reading rooms	0,63	0,50	0,38
	Languages and music classrooms	0,38	0,30	0,23

table NA.7c

Design ventilation rates for diluting emissions from buildings: non low-polluting building

Building	Type of space	Airflow per floor area l/(s m ²)		
		Category I	Category II	Category III
Offices	Small offices	1,00	0,80	0,60
	Open-space offices, Conference rooms	1,40	1,20	0,80
	Call center	1,60	1,40	1,00
Hospitals	Bedrooms, wards, diagnostic and examination rooms	1,00	0,80	0,60
	Treatment room	2,00	1,60	1,20
	Sitting rooms	1,50	1,20	0,90
Educational	Kindergartens and nursery schools	2,50	2,00	1,50
	Primary and high schools, university classrooms, labs and teachers' rooms	1,26	1,00	0,76
	Libraries, reading rooms	1,26	1,00	0,76
	Languages and music classrooms	0,76	0,60	0,46

L'Appendice Nazionale UNI EN 16798-1:2019/NA afferma altresì che, indipendentemente dalla tipologia di edificio:

- *cucine, sale da bagno e servizi igienici* richiedono una portata di estrazione di 4 l/s/m² in caso di funzionamento continuo e di 8 l/s/m² in caso di funzionamento discontinuo;
- locali per fotocopiatrici e stampanti richiedono una portata di estrazione minima di 8 l/s/m².

Esempio: Scuole

La **UNI 10339** fornisce:

asili nido e scuole materne: $q_p = 4 \text{ l/s/persona}$, $n_s = 0.4 \text{ persone/m}^2$

scuole elementari: $q_p = 5 \text{ l/s/persona}$, $n_s = 0.45 \text{ persone/m}^2$

scuole medie inferiori: $q_p = 6 \text{ l/s/persona}$, $n_s = 0.45 \text{ persone/m}^2$

scuole medie superiori: $q_p = 7 \text{ l/s/persona}$, $n_s = 0.45 \text{ persone/m}^2$

Quindi **100 m²** di aule scolastiche richiedono le seguenti portate di ventilazione:

asili nido e scuole materne: $q_{\text{tot}} = 4 \cdot 0.4 \cdot 100 = 160 \text{ l/s}$

scuole elementari: $q_{\text{tot}} = 5 \cdot 0.45 \cdot 100 = 225 \text{ l/s}$

scuole medie inferiori: $q_{\text{tot}} = 6 \cdot 0.45 \cdot 100 = 270 \text{ l/s}$

scuole medie superiori: $q_{\text{tot}} = 7 \cdot 0.45 \cdot 100 = 315 \text{ l/s}$

La **UNI EN 16798-1:2019/NA** fornisce per edificio poco inquinante, per scuole primarie e secondarie:

Cat. II: $q_p = 6 \text{ l/s/persona}$, $q_B = 0.5 \text{ l/s/m}^2$, $n_s = 0.52 \text{ persone/m}^2$

Cat. III: $q_p = 4.5 \text{ l/s/persona}$, $q_B = 0.38 \text{ l/s/m}^2$, $n_s = 0.52 \text{ persone/m}^2$

Quindi **100 m²** di aule scolastiche richiedono la seguente portata di ventilazione:

Cat. II: $q_{\text{tot}} = 6 \cdot 0.52 \cdot 100 + 0.5 \cdot 100 = 362 \text{ l/s}$

Cat. III: $q_{\text{tot}} = 4.5 \cdot 0.52 \cdot 100 + 0.38 \cdot 100 = 272 \text{ l/s}$

4. CALORE SCAMBIATO PER TRASMISSIONE

Il **calore scambiato per trasmissione** Q_{tr} risulta:

$$Q_{tr} = Q_D + Q_g + Q_U + Q_A + Q_r - Q_{sol,op}$$

Q_D = calore scambiato *direttamente* con l'esterno

Q_g = calore scambiato con il *terreno*

Q_U = calore scambiato con *ambienti non climatizzati*

Q_A = calore scambiato con *altre zone termiche* climatizzate a temperatura diversa

Q_r = calore scambiato con la *volta celeste*

$Q_{sol,op}$ = apporto di energia termica dovuto alla *radiazione solare* incidente sui *componenti opachi*

N.B.

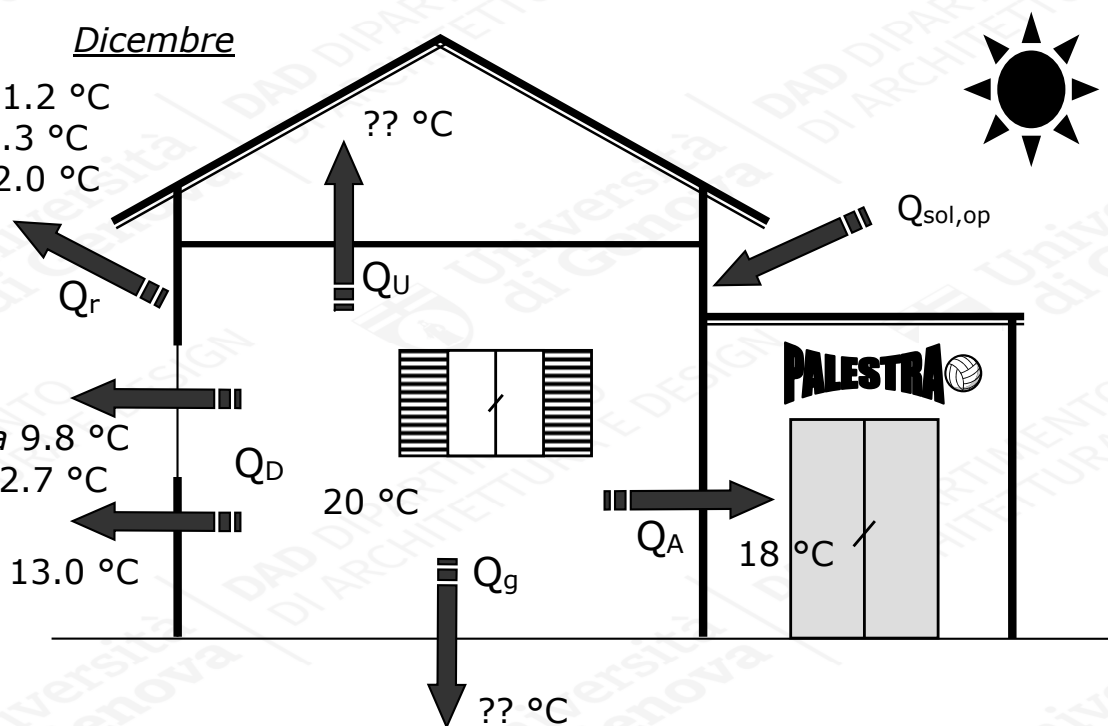
Le temperature della volta celeste riportate nelle figure successive sono pari a *11 °C in meno* rispetto a quelle dell'aria esterna, come era previsto dalla versione **UNI/TS 11300-1:2008**.

volta celeste

Dicembre

Genova -1.2 °C
Torino -9.3 °C
Crotone 2.0 °C

Genova 9.8 °C
Torino 2.7 °C
Crotone 13.0 °C



I **calori scambiati per trasmissione** $Q_{H,tr}$ e $Q_{C,tr}$ possono essere espressi mediante le seguenti relazioni:

riscaldamento $Q_{H,tr} = H_{tr}(T_{int,set,H} - T_e)t + Q_r - Q_{sol,op}$

raffrescamento $Q_{C,tr} = H_{tr}(T_{int,set,C} - T_e)t + Q_r - Q_{sol,op}$

H_{tr} = coefficiente di scambio termico per trasmissione [W/K]

$T_{int,set,H}$ = temperatura interna di regolazione per il riscaldamento della zona termica [°C]

$T_{int,set,C}$ = temperatura interna di regolazione per il raffrescamento della zona termica [°C]

T_e = temperatura media dell'aria esterna del mese o della frazione di mese considerati [°C]

t = durata del mese o della frazione di mese considerati [s]

Il **coefficiente** di scambio termico per **trasmissione** H_{tr} risulta:

$$H_{tr} = H_D + H_g + H_U + H_A$$

H_D = coefficiente di scambio termico *diretto* per trasmissione verso l'*ambiente esterno*

H_g = coefficiente di scambio termico stazionario per trasmissione verso il *terreno*

H_U = coefficiente di scambio termico per trasmissione verso gli *ambienti non climatizzati*

H_A = coefficiente di scambio termico per trasmissione verso *altre zone termiche* (climatizzate a temperatura diversa)

4.1 COEFFICIENTE DI SCAMBIO TERMICO DIRETTO PER TRASMISSIONE VERSO L'AMBIENTE ESTERNO

Per il calcolo del **coefficiente** di scambio termico **diretto** per trasmissione verso l'**ambiente esterno** H_D , la norma **UNI EN ISO 13789** "Prestazione termica degli edifici. Coefficienti di trasferimento del calore per trasmissione e ventilazione. Metodo di calcolo" fornisce la seguente relazione:

$$H_D = \sum_i A_i U_i + \sum_k L_k \Psi_k + \sum_j X_j$$

U_i = *trasmissanza termica* dell'*i*-esimo *componente* (opaco o trasparente) dell'involucro edilizio confinante con l'esterno [W/m²K]

A_i = area caratterizzata dalla trasmissanza U_i [m²]

Ψ_k = *trasmissanza termica lineica* (o lineare) del *k*-esimo *ponte termico* lineare confinante con l'esterno [W/mK]

L_k = lunghezza lungo cui si applica la trasmissanza Ψ_k [m]

X_j = *trasmissanza termica puntuale* del *j*-esimo *ponte termico puntuale* confinante con l'esterno [W/K] (termine trascurabile quando il ponte termico puntuale è dato dall'intersezione di due ponti termici lineari e quando il contributo dei ponti termici puntuali è già considerato nella trasmissanza termica dell'elemento piano)

4.1.1 Componenti opachi

La **resistenza termica totale (equivalente)** R_{tot} [$\text{m}^2\text{K}/\text{W}$] di un *componente piano* per edilizia costituito da *strati in serie termicamente omogenei* (ovvero strati di spessore costante avente *proprietà termiche uniformi* o che possono essere considerate come uniformi) si calcola con la seguente relazione:

$$R_{\text{tot}} = R_{\text{si}} + \sum_j \frac{L_j}{\lambda_j} + R_a + \sum_n R_n + R_{\text{se}}$$

R_{si} = resistenza termica superficiale (liminare) interna [$\text{m}^2\text{K}/\text{W}$]

L_j = spessore dello strato j-esimo [m]

λ_j = conducibilità termica del materiale dello strato j-esimo [W/mK]

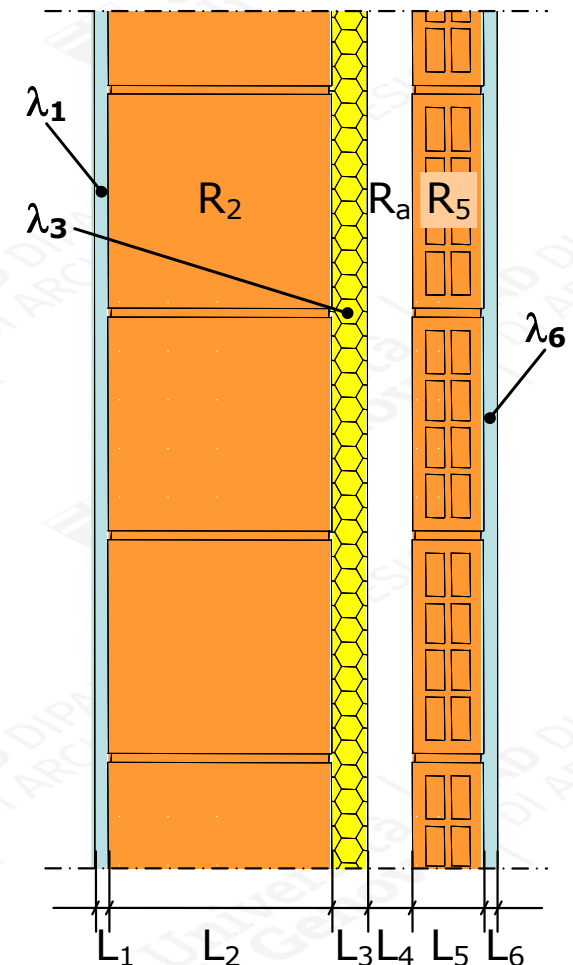
R_a = resistenza termica dell'eventuale intercapedine d'aria [$\text{m}^2\text{K}/\text{W}$]

R_n = resistenza termica dello strato n-esimo [$\text{m}^2\text{K}/\text{W}$]

R_{se} = resistenza termica superficiale (liminare) esterna [$\text{m}^2\text{K}/\text{W}$]

La relativa **trasmissione termica** U [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$] risulta:

$$U = \frac{1}{R_{\text{tot}}}$$



Per il calcolo della trasmittanza termica dei **componenti opachi** dell'involucro edilizio si fa riferimento alle seguenti norme.

- Per le proprietà termofisiche dei materiali:

Dati di accompagnamento della **marcatura CE** (ove disponibile) opportunamente corretti per tenere conto delle condizioni in opera (temperatura, umidità, età) mediante il metodo descritto nella **UNI EN ISO 10456:2008**

UNI EN ISO 10456:2008 "Materiali e prodotti per edilizia - Proprietà igrometriche - Valori tabulati di progetto e procedimenti per la determinazione dei valori termici dichiarati e di progetto"

UNI 10351:2021 "Materiali da costruzione - Proprietà termoigrometriche - Procedura per la scelta dei valori di progetto"

UNI EN 1745:2012 "Muratura e prodotti per muratura - Metodi per determinare le proprietà termiche"

- Per le resistenze termiche di murature e solai:

Dati di accompagnamento della **marcatura CE** (ove disponibile)

UNI 10355:1994 "Murature e solai. Valori della resistenza termica e metodo di calcolo" (per le comuni tipologie edilizie utilizzate nel passato)

UNI EN 1745:2012 "Muratura e prodotti per muratura - Metodi per determinare le proprietà termiche"

- Per le resistenze liminari e per le resistenze delle intercapedini d'aria:

UNI EN ISO 6946:2008 "Componenti ed elementi per edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodo di calcolo"

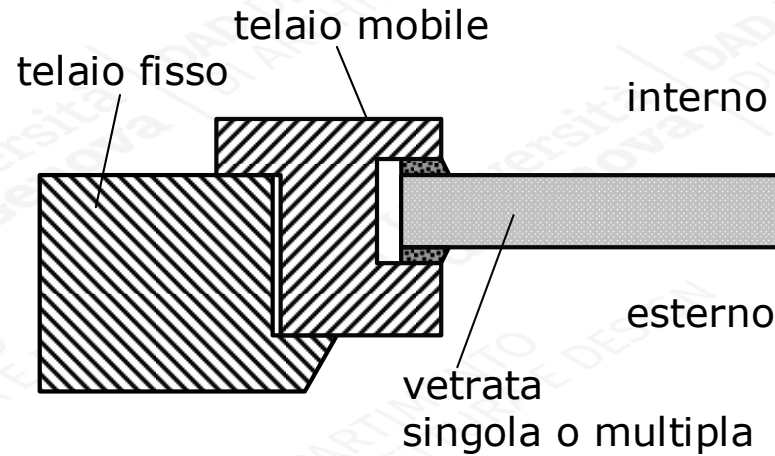
In assenza di dati di progetto attendibili o comunque di informazioni più precise, nel caso di edifici esistenti i valori dei parametri termici dei componenti edilizi possono essere ricavati da:

- norma **UNI/TR 11552:2014** "Abaco delle strutture costituenti l'involucro opaco degli edifici – Parametri termofisici";
- **letteratura tecnica** in funzione della tipologia edilizia e del periodo di costruzione; in tal caso l'origine dei dati deve essere riportata nel rapporto di calcolo.

Nel caso di **cassonetti isolati** si assume **$U = 1 \text{ W/m}^2\text{K}$** .

Nel caso di **cassonetti non isolati** si assume **$U = 6 \text{ W/m}^2\text{K}$** .

4.1.2 Finestre singole



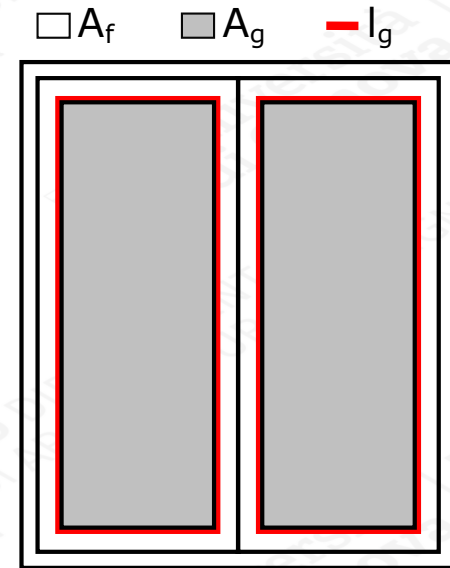
La trasmittanza termica di una finestra singola U_w risulta:

$$U_w = \frac{\sum A_g U_g + \sum A_f U_f + \sum l_g \Psi_g}{\sum A_g + \sum A_f}$$

U_g = trasmittanza termica della vetrata [W/m^2K]

U_f = trasmittanza termica del telaio [W/m^2K]

Ψ_g = trasmittanza termica lineare dovuta agli effetti termici combinati della vetrata, del distanziatore e del telaio [W/mK]



Per il calcolo della trasmittanza termica dei **componenti trasparenti** dell'involucro edilizio si fa riferimento alle seguenti norme.

- Per porte e finestre (inserite in un telaio):

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

In alternativa si assume il valore dichiarato dal **fabbricante** in base alla **UNI EN 14351-1:2016** "Finestre e porte - Norma di prodotto, caratteristiche prestazionali - Parte 1: Finestre e porte esterne pedonali".

- Per le facciate continue trasparenti:

UNI EN ISO 12631:2018 "Prestazione termica delle facciate continue - Calcolo della trasmittanza termica".

In assenza di dati di progetto attendibili o comunque di informazioni più precise, possono essere utilizzati i dati riportati nell'**Appendice B** della **UNI/TS 11300-1:2014**, con dei limiti sull'utilizzo del **Prospetto B.3** riguardante il calcolo della trasmittanza del serramento a partire dalle trasmittanze della vetrata e del telaio.

4.1.3 Ponti termici

Per il calcolo della trasmittanza termica lineica dei **ponti termici** si fa riferimento al **punto 5** della seguente norma.

- **UNI EN ISO 14683:2008** "Ponti termici in edilizia - Coefficiente di trasmissione termica lineica - Metodi semplificati e valori di riferimento"

Bisogna utilizzare i *metodi di calcolo numerico* o gli *atlanti dei ponti termici*.

Nel caso di edifici esistenti è *ammesso l'uso dei metodi di calcolo manuali*; è sempre da *escludere l'uso dei valori di default* riportati nell'**Appendice A** della **UNI EN ISO 14683:2008**.

Non è più ammessa la valutazione forfettaria del contributo dei ponti termici mediante maggiorazione percentuale.

4.2 COEFFICIENTE DI SCAMBIO TERMICO PER TRASMISSIONE VERSO GLI AMBIENTI NON CLIMATIZZATI

Per il calcolo del **coefficiente** di scambio termico per trasmissione verso gli **ambienti non climatizzati** H_U (ad es. magazzini, autorimesse, cantinati, sottotetti, vani scale), la norma **UNI EN ISO 13789:2008** "Prestazione termica degli edifici. Coefficienti di trasferimento del calore per trasmissione e ventilazione. Metodo di calcolo" fornisce la seguente relazione:

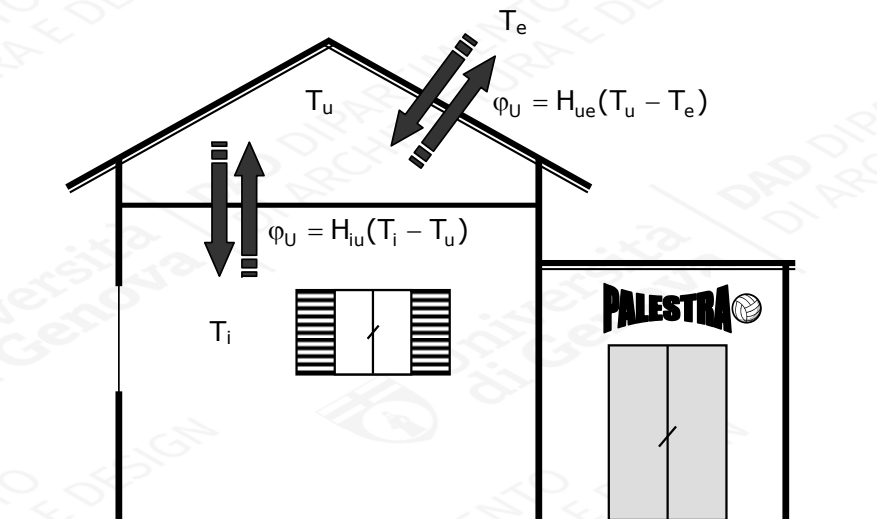
$$H_U = H_{tr,iu} b_{tr,u}$$

ove il **fattore di correzione della temperatura** $b_{tr,u}$ è dato:

$$b_{tr,u} = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}}$$

H_{iu} = coefficiente di scambio termico tra l'ambiente climatizzato e l'ambiente non climatizzato [W/K]

H_{ue} = coefficiente di scambio termico tra l'ambiente non climatizzato e l'ambiente esterno [W/K]



Attenzione!

Nella **UNI/TS 11300-1:2014** il fattore di correzione della temperatura è indicato con $b_{tr,u}$ e non con $b_{tr,u}$.

I **coefficienti H_{iu} e H_{ue}** comprendono sia lo scambio termico per *trasmissione* che quello per *ventilazione*:

$$H_{iu} = H_{tr,iu} + H_{ve,iu}$$

$$H_{ue} = H_{tr,ue} + H_{ve,ue}$$

$H_{tr,iu} = H_{D,iu}$ = coefficiente di scambio termico diretto per trasmissione tra l'ambiente climatizzato e l'ambiente non climatizzato [W/K]

$H_{ve,iu}$ = coefficiente di scambio termico per ventilazione tra l'ambiente climatizzato e l'ambiente non climatizzato [W/K]

$H_{tr,ue} = H_{D,ue}$ = coefficiente di scambio termico diretto per trasmissione tra l'ambiente non climatizzato e l'ambiente esterno [W/K]

$H_{ve,ue}$ = coefficiente di scambio termico per ventilazione tra l'ambiente non climatizzato e l'ambiente esterno [W/K]

Per la valutazione dei **coefficienti di scambio termico diretto per trasmissione $H_{tr,iu}$ e $H_{tr,ue}$** si veda quanto riportato al paragrafo 4.1.

Per la valutazione dei **coefficienti di scambio termico per ventilazione** $H_{ve,iu}$ e $H_{ve,ue}$ si utilizzano le seguenti relazioni:

$$H_{ve,iu} = \rho_a c_a q_{ve,iu}$$

$$H_{ve,ue} = \rho_a c_a q_{ve,ue}$$

$\rho_a = 1.2 \text{ kg/m}^3$, densità dell'aria

$c_a = 1000 \text{ J/kgK}$, calore specifico a pressione costante dell'aria

$q_{ve,iu}$ = portata volumetrica d'aria di ventilazione tra l'ambiente climatizzato e l'ambiente non climatizzato [m^3/s]

$q_{ve,ue}$ = portata volumetrica d'aria di ventilazione tra l'ambiente non climatizzato e l'esterno [m^3/s]

Al fine di non sottostimare il coefficiente H_U , la **portata** volumetrica d'aria di ventilazione *tra l'ambiente climatizzato e l'ambiente non climatizzato* $q_{ve,iu}$ può essere assunta nulla:

$$q_{ve,iu} = 0$$

In accordo con questa ipotesi, la specifica tecnica **UNI/TS 11300-1:2014** fornisce per la valutazione del coefficiente di scambio termico per trasmissione verso gli ambienti non climatizzati H_U la seguente relazione:

$$H_U = H_{tr,iu} b_{tr,u}$$

Infatti:

$$\varphi_U = H_{tr,iu} (T_i - T_u) = H_{tr,iu} \frac{T_i - T_u}{T_i - T_e} (T_i - T_e) = H_{tr,iu} b_{tr,u} (T_i - T_e) \quad b_{tr,u} = \frac{T_i - T_u}{T_i - T_e}$$

La **portata** volumetrica d'aria di rinnovo *tra l'ambiente non climatizzato e l'esterno* $q_{ve,ue}$ viene espressa mediante la seguente relazione:

$$q_{ve,ue} = n_{ue} V_u / 3600$$

n_{ue} = numero di ricambi orari d'aria tra l'ambiente non climatizzato e l'esterno [h^{-1}]

V_u = volume netto dell'ambiente non climatizzato [m^3]

Il **numero di ricambi orari** d'aria *tra l'ambiente non climatizzato e l'esterno* n_{ue} può essere ricavato dalla seguente tabella (**Tabella 2** della **UNI EN ISO 13789:2008**).

Ambiente non climatizzato	$n_{ue} [h^{-1}]$
assenza di porte o finestre, giunture tra i componenti ben sigillate, assenza di aperture di ventilazione	0.1
giunture tra i componenti ben sigillate, assenza di aperture di ventilazione	0.5
giunture tra i componenti ben sigillate, presenza di piccole di aperture di ventilazione	1
assenza di tenuta all'aria a causa della presenza di alcune giunture localizzate aperte o di aperture permanenti di ventilazione	3
assenza di tenuta all'aria a causa della presenza numerose giunture localizzate aperte o di grandi o numerose aperture permanenti di ventilazione	10

Il valore di n suggerito dalla UNI EN ISO 13789:2008 può essere stimato come:

$$n = \frac{A_i}{10 V}$$

A_i = area dell'apertura in cm²,

V = volume netto dell'ambiente non riscaldato in m³.

In assenza di dati di progetto attendibili o comunque di informazioni più precise, nel caso di edifici esistenti il fattore di correzione della temperatura $b_{tr,u}$ può essere ricavato dalla seguente tabella (**Prospetto 7** della **UNI/TS 11300-1:2014**).

Ambiente confinante	$b_{tr,u}$
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 (per esempio autorimesse)	0.6
- con tre pareti esterne (per esempio 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 (per esempio 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 minore di 0.5 h^{-1})	0.0
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

Un **elevato valore di $b_{tr,u}$** indica che la temperatura dell'ambiente non climatizzato è prossima alla temperatura esterna.

Un **basso valore di $b_{tr,u}$** indica che la temperatura dell'ambiente non climatizzato è prossima alla temperatura interna.

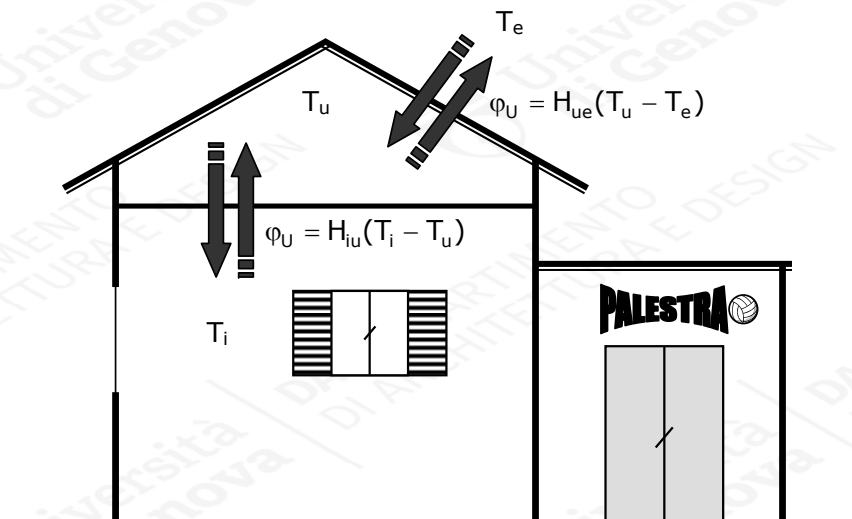
Osservazione

$$b_{tr,u} = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = \frac{T_i - T_u}{T_i - T_e}$$

Si osservano i seguenti *casi limite*:

$b_{tr,u} = 0$, $H_u = 0$ se $H_{ue} = 0$, $T_u = T_i$ il coefficiente di scambio termico verso l'ambiente non climatizzato risulta nullo quando è nullo il coefficiente di scambio termico tra l'ambiente non climatizzato e l'esterno, ovvero quando l'ambiente non climatizzato risulta alla stessa temperatura dell'ambiente climatizzato.

$b_{tr,u} = 1$, $H_u = H_{iu}$ se $H_{ue} = \infty$, $T_u = T_e$ il coefficiente di scambio termico verso l'ambiente non climatizzato risulta pari al coefficiente di scambio termico tra l'ambiente climatizzato e l'ambiente non climatizzato quando è infinito il coefficiente di scambio termico tra l'ambiente non climatizzato e l'esterno, ovvero quando l'ambiente non climatizzato è alla stessa temperatura dell'esterno.



Esempio

Si vuole determinare il fattore di correzione della temperatura $b_{tr,u}$ relativo allo scambio termico tra gli appartamenti (nel loro complesso) ed il vano scala del condominio residenziale rappresentato in figura. Si trascuri il contributo dei ponti termici e si ipotizzi che il vespaio sia fortemente areato in modo da poter considerare la sua temperatura pari a quella esterna.

Edificio campione: condominio residenziale



Il vano scala è delimitato dalle seguenti superfici:

parete in muratura verso appartamenti: $A_1 = 118.4 \text{ m}^2$, $U_1 = 0.41 \text{ W/m}^2\text{K}$

porte verso appartamenti: $A_2 = 15.0 \text{ m}^2$, $U_2 = 1.3 \text{ W/m}^2\text{K}$

parete verso esterno: $A_3 = 79.0 \text{ m}^2$, $U_3 = 0.58 \text{ W/m}^2\text{K}$

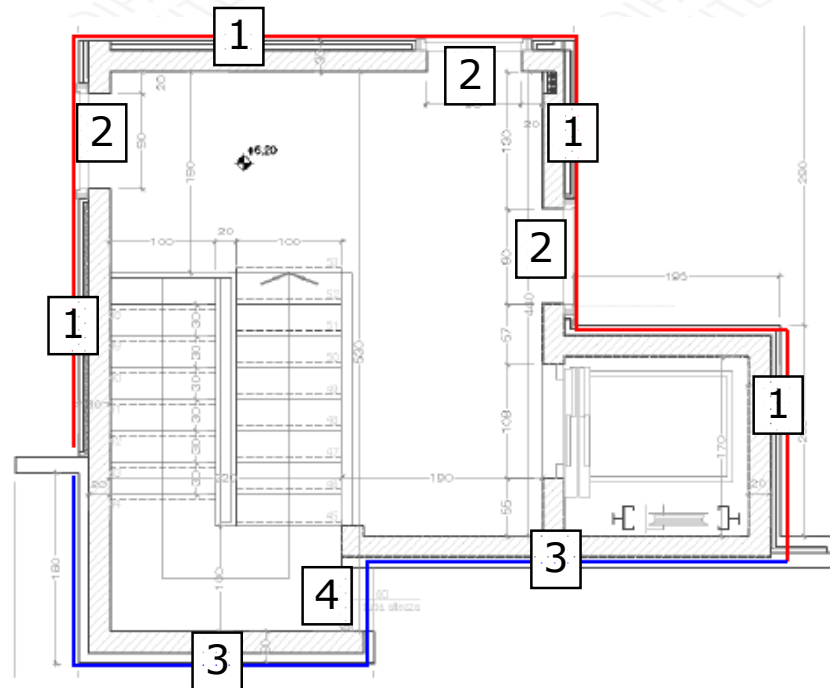
finestre verso esterno: $A_4 = 5.6 \text{ m}^2$, $U_4 = 2.0 \text{ W/m}^2\text{K}$

solaio (soffitto) verso esterno: $A_5 = 25.0 \text{ m}^2$, $U_5 = 0.3 \text{ W/m}^2\text{K}$

solaio (pavimento) verso vespaio: $A_6 = 25.0 \text{ m}^2$, $U_6 = 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$

Il volume netto del vano scala risulta: $V_u = 220 \text{ m}^3$

$$b_{tr} = \frac{H_{ue}}{H_{iw} + H_{ue}}$$



Il coefficiente di scambio termico tra l'ambiente climatizzato e l'ambiente non climatizzato risulta ($q_{ve,iu} = 0$):

$$H_{iu} = H_{tr,iu} = A_1 U_1 + A_2 U_2 = 118.4 \cdot 0.41 + 17.0 \cdot 1.3 = 70.64 \frac{W}{K}$$

Considerando l'assenza di aperture di ventilazione (permanenti) nel vano scala, si può assumere un numero di ricambi d'aria tra il vano scala e l'esterno $n_{ue} = 0.5 \text{ h}^{-1}$ (da **Tabella 2** della **UNI EN ISO 13789:2008**). Il coefficiente di scambio termico per ventilazione tra l'ambiente non climatizzato e l'ambiente esterno risulta:

$$H_{ve,ue} = \rho_a c_a q_{ve,ue} = \rho_a c_a \frac{nV_u}{3600} = \frac{1.2 \cdot 1000}{3600} \cdot 0.5 \cdot 220 = 36.67 \frac{W}{K}$$

Il coefficiente di scambio termico per trasmissione tra l'ambiente non climatizzato e l'ambiente esterno risulta:

$$H_{tr,ue} = A_3 U_3 + A_4 U_4 + A_5 U_5 + A_6 U_6 = 79.0 \cdot 0.58 + 5.6 \cdot 2.0 + 25.0 \cdot 0.3 + 25.0 \cdot 0.4 = 74.52 \frac{W}{K}$$

Il coefficiente di scambio termico tra l'ambiente non climatizzato e l'ambiente esterno vale:

$$H_{ue} = H_{tr,ue} + H_{ve,ue} = 36.67 + 74.52 = 111.19 \frac{W}{K}$$

Il fattore di correzione della temperatura per il vano scala risulta:

$$b_{tr,u} = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = \frac{111.19}{70.64 + 111.19} = 0.61$$

Il significato del fattore $b_{tr,u}$ è il seguente.

Se ad esempio la temperatura dell'ambiente esterno risulta $T_e = 0\text{ °C}$ e quella della zona climatizzata $T_i = 20\text{ °C}$, la temperatura all'interno del vano scala vale:

$$T_u = T_i - b_{tr,u}(T_i - T_e) = 20 - 0.61 \cdot (20 - 0) = 7.8\text{ °C}$$

Il flusso termico scambiato per trasmissione tra il condominio (zona climatizzata) e l'esterno attraverso il vano scala vale:

$$\varphi_U = H_U(T_i - T_e) = H_{iu} b_{tr,u}(T_i - T_e) = 70.64 \cdot 0.61 \cdot (20 - 0) = 862\text{ W}$$

ovvero:

$$\varphi_U = H_{iu}(T_i - T_u) = 70.64 \cdot (20 - 7.8) = 862\text{ W}$$

4.3 COEFFICIENTE DI SCAMBIO TERMICO STAZIONARIO PER TRASMISSIONE VERSO IL TERRENO

Per il calcolo del **coefficiente** di scambio termico stazionario verso il **terreno H_g** si fa riferimento alla seguente norma.

- **UNI EN ISO 13370:2008** "Prestazione termica degli edifici - Trasferimento di calore attraverso il terreno - Metodi di calcolo"

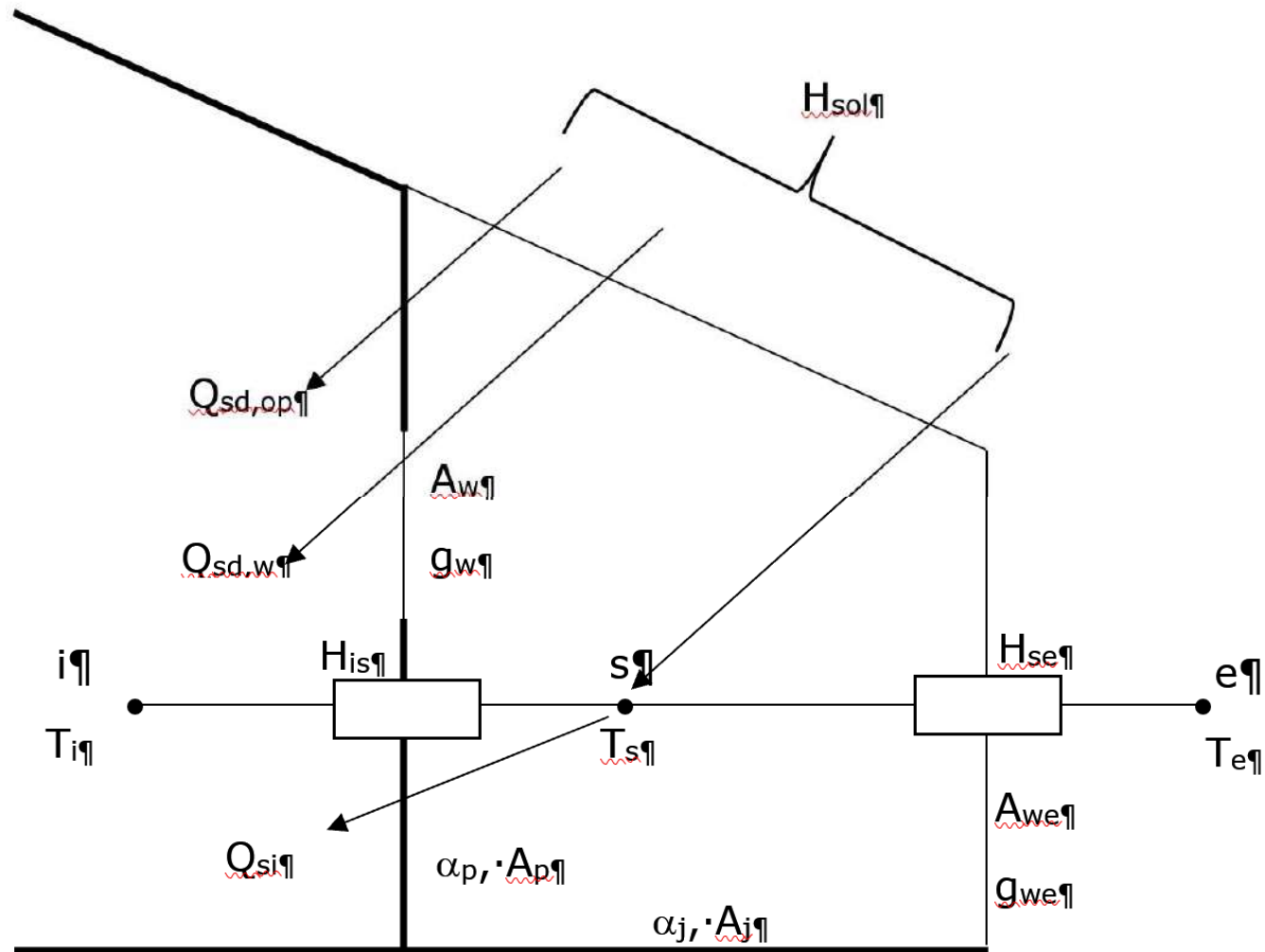
In assenza di dati di progetto attendibili o comunque di informazioni più precise, nel caso di edifici esistenti, il coefficiente di scambio termico stazionario verso il terreno può essere calcolato in modo analogo allo scambio di energia termica verso ambienti non climatizzati (cfr. par. 2.2.2) nei seguenti casi:

- *solette sospese sopra vespaio*: $b_{tr,u} = 0.8$
- *pavimento o parete controterra*: $b_{tr,u} = 0.45$

N.B.

La UNI EN ISO 13789: 2018 (par. 5.4) precisa che in presenza di ambienti non climatizzati laterali all'edificio oggetto di calcolo, il coefficiente H_g si determina come se gli spazi non climatizzati non fossero presenti.

5. VALUTAZIONE DEI FLUSSI TERMICI DI ORIGINE SOLARE



Il **flusso termico di origine solare** φ_{sol} attraverso un componente edilizio (trasparente o opaco) si calcola come:

$$\varphi_{sol} = F_{sh,ob} A_{sol} I_{sol}$$

$F_{sh,ob}$ = fattore di riduzione per ombreggiatura relativo ad ostacoli esterni per l'area di captazione solare effettiva del componente edilizio

A_{sol} = area di captazione solare effettiva del componente edilizio (trasparente o opaco) con dato orientamento e angolo di inclinazione sul piano orizzontale [m²]

I_{sol} = irradianza solare media del mese o della frazione di mese considerati sul componente edilizio con dato orientamento e angolo di inclinazione sul piano orizzontale in assenza di ombreggiatura [W/m²]

Nel calcolo del fabbisogno ideale di energia termica utile per il riscaldamento e il raffrescamento occorre tenere conto degli apporti termici dovuti alla radiazione solare incidente sia sui *componenti trasparenti* sia sui *componenti opachi* dell'involucro edilizio:

$$\varphi_{sol,w} = F_{sh,ob} A_{sol,w} I_{sol}$$

$$\varphi_{sol,op} = F_{sh,ob} A_{sol,op} I_{sol}$$

I valori dell'**irradianza solare media mensile** I_{sol} si ricavano per le diverse località dalla norma **UNI 10349-1:2016**.

5.1 IRRADIAZIONE SOLARE

La norma **UNI 10349-1:2016** riporta nel **Prospetto 6** per le diverse stazioni di rilevazione i valori dell'**irradiazione solare giornaliera media mensile sul piano orizzontale**, suddivisa nelle componenti **diretta H_{bh}** e **diffusa H_{dh}** .

N°	Sigla Prov.	GEN [MJ/m²]		FEB [MJ/m²]		MAR [MJ/m²]		APR [MJ/m²]		MAG [MJ/m²]		GIU [MJ/m²]		LUG [MJ/m²]		AGO [MJ/m²]		SET [MJ/m²]		OTT [MJ/m²]		NOV [MJ/m²]		DIC [MJ/m²]	
		$\bar{H}_{dh}$	$\bar{H}_{bh}$	$\bar{H}_{dh}$	$\bar{H}_{bh}$	$\bar{H}_{dh}$	$\bar{H}_{bh}$	$\bar{H}_{dh}$	$\bar{H}_{bh}$	$\bar{H}_{dh}$	$\bar{H}_{bh}$	$\bar{H}_{dh}$	$\bar{H}_{bh}$	$\bar{H}_{dh}$	$\bar{H}_{bh}$	$\bar{H}_{dh}$	$\bar{H}_{bh}$	$\bar{H}_{dh}$	$\bar{H}_{bh}$	$\bar{H}_{dh}$	$\bar{H}_{bh}$	$\bar{H}_{dh}$	$\bar{H}_{bh}$	$\bar{H}_{dh}$	$\bar{H}_{bh}$
1	AG	7,1	3,0	7,9	4,3	8,4	7,8	8,9	10,1	8,9	14,9	8,4	15,4	9,1	15,6	10,1	12,4	10,0	8,8	9,5	5,0	7,9	2,6	6,7	1,6
39	GE	1,8	2,3	3,2	4,9	4,4	7,0	7,2	7,8	9,7	8,9	9,0	12,2	9,2	14,2	7,8	11,9	6,5	6,8	4,3	4,7	2,4	3,1	2,0	2,2
44	KR	6,2	1,5	7,1	3,7	8,1	7,2	7,9	10,7	7,4	16,0	7,6	17,6	7,8	18,3	9,0	14,2	8,7	7,4	8,3	5,1	6,6	2,0	6,0	1,2
54	MI	2,2	2,7	3,2	4,2	5,0	6,8	6,5	9,5	8,3	10,7	9,8	13,1	8,8	14,5	7,5	11,6	5,8	9,4	3,6	4,4	2,1	2,2	1,9	1,7
59	NA	2,5	4,3	3,8	5,7	4,7	7,5	6,6	11,8	7,7	15,3	8,4	16,0	10,8	12,8	9,5	12,1	5,4	12,3	4,1	7,6	2,9	3,9	2,4	2,5
96	TO	2,4	2,2	3,8	3,9	4,9	6,8	6,1	9,9	8,3	11,4	9,1	13,7	8,8	15,2	7,6	12,6	6,0	8,6	4,3	4,7	2,8	2,0	2,0	1,9

Nel caso di **frazioni di mese** i valori dell'irradiazione solare media si ricavano per *interpolazione* con riferimento al giorno centrale di ciascuna frazione di mese, attribuendo i valori medi mensili riportati nella **UNI 10349-1:2016** al giorno centrale di ciascun mese.

Per le località non comprese nella lista si assume l'irradiazione solare della stazione di rilevazione dei dati climatici *più vicina in linea d'aria* (non necessariamente la stazione di rilevazione dei dati climatici della provincia di appartenenza).

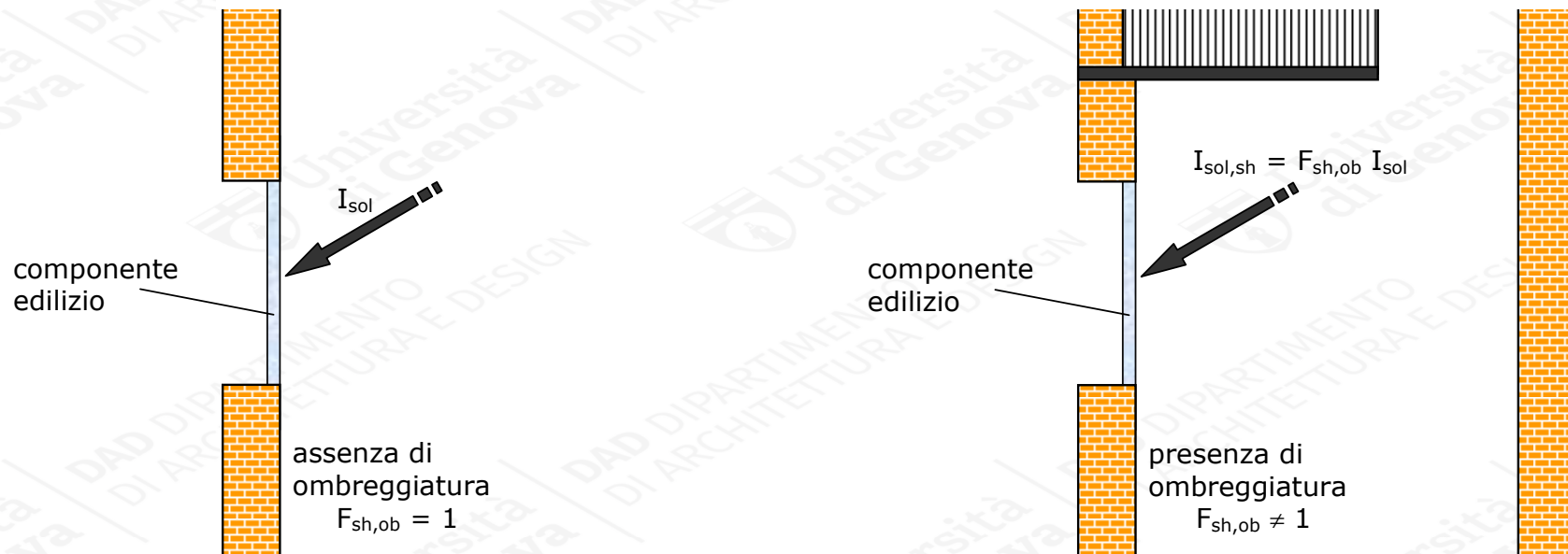
5.2 OMBREGGIAMENTI

Il **fattore di riduzione per ombreggiatura** $F_{sh,ob}$ è definito come:

$$F_{sh,ob} = \frac{I_{sol,sh}}{I_{sol}}$$

$I_{sol,sh}$ = irradianza solare media mensile sul componente edilizio con dato orientamento e angolo di inclinazione sul piano orizzontale *in presenza di permanente ombreggiatura* [W/m²]

I_{sol} = irradianza solare media mensile sul componente edilizio con dato orientamento e angolo di inclinazione sul piano orizzontale *in assenza di ombreggiatura* [W/m²]



Il fattore di riduzione per ombreggiatura $F_{sh,ob}$ è un parametro adimensionale con valore compreso tra 0 e 1 che tiene conto dell'effetto di **ombreggiatura permanente** sul componente edilizio considerato risultante da differenti ostacoli:

- altri edifici (già presenti o previsti dal piano di costruzione),
- topografia (alture, alberi, ...),
- schermi fissi,
- altri elementi dello stesso edificio,
- posizione rispetto alla superficie esterna della parete su cui l'elemento è montato.

Esso può essere determinato in funzione di tre fattori adimensionali compresi tra 0 e 1:

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

F_{hor} = fattore di ombreggiatura parziale dovuto ad *ostruzioni esterne*

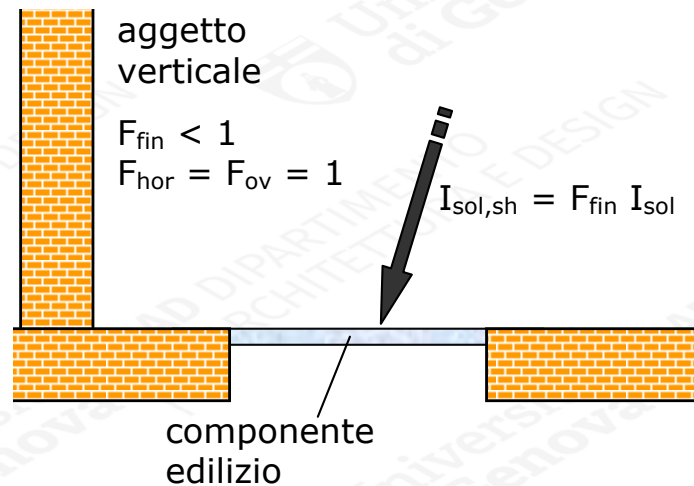
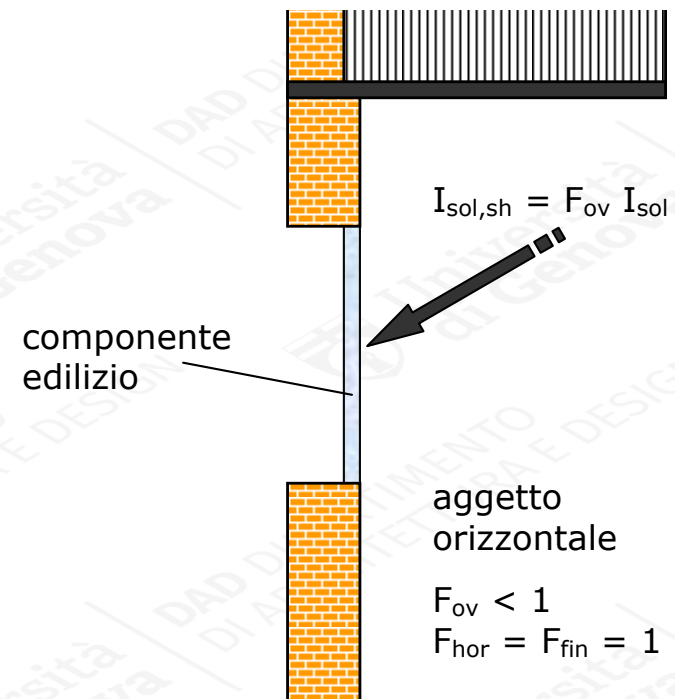
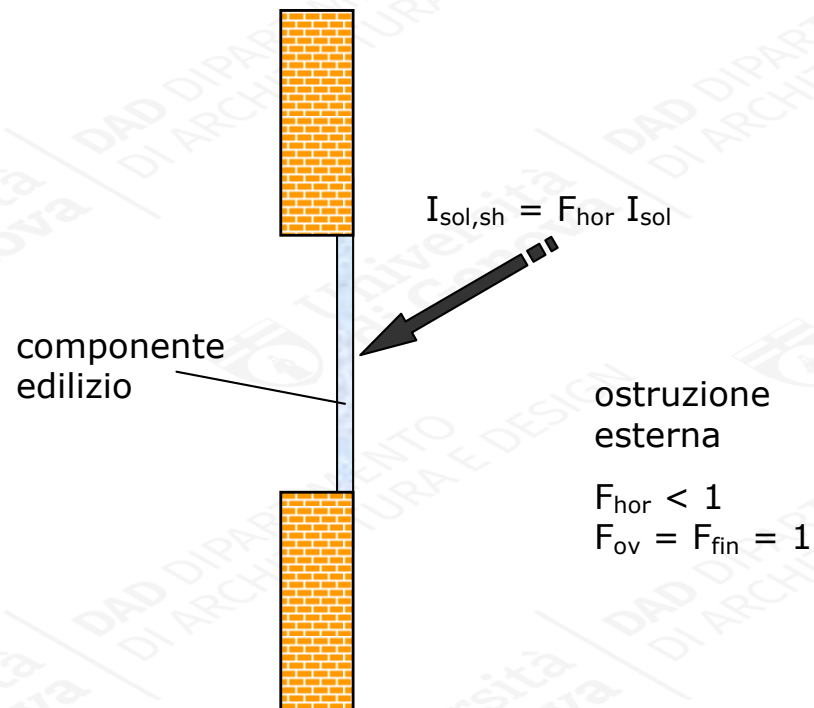
F_{ov} = fattore di ombreggiatura parziale dovuto ad *aggetti orizzontali*

F_{fin} = fattore di ombreggiatura parziale dovuto ad *aggetti verticali*

N.B.

Gli aggetti verticali possono essere:

- *aggetti dello stesso fabbricato* di cui fa parte la UI oggetto di calcolo;
- *altri edifici* posti lateralmente alla UI oggetto di calcolo.

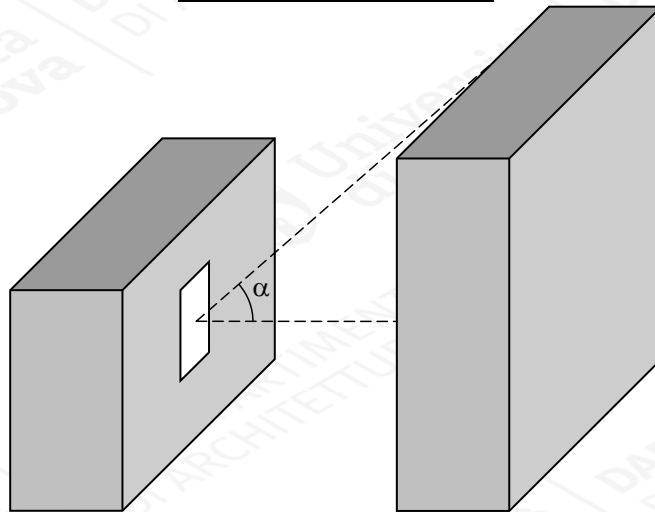


I valori dei fattori di ombreggiatura parziale F_{hor} , F_{ov} , F_{fin} si ricavano per interpolazione lineare rispettivamente dai **Prospetti D.1-D.12, D.14-D.25, D.27-D.38** riportati nell'**Appendice D** della specifica tecnica **UNI/TS 11300-1:2014** in funzione dei seguenti parametri:

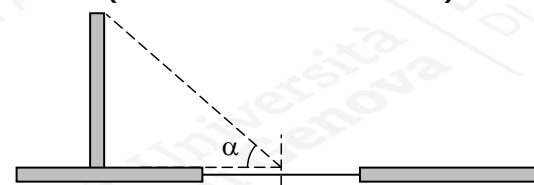
- latitudine,
- esposizione,
- mese considerato,
- caratteristiche geometriche degli elementi ombreggianti.

Per tener conto delle *caratteristiche geometriche* degli elementi ombreggianti si introduce il parametro angolare α , funzione del tipo di schermatura.

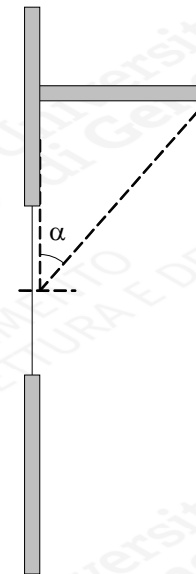
Angolo dell'orizzonte ombreggiato da
ostruzione esterna



Aggetto verticale
(sezione orizzontale)



Aggetto orizzontale
(sezione verticale)



A titolo di esempio sono riportati i valori dei fattori F_{hor} , F_{ov} , F_{fin} relativi al mese di gennaio (**Appendice D** della specifica tecnica **UNI/TS 11300-1:2014**).

Fattore di ombreggiatura F_{hor} relativo ad ostruzioni esterne. Mese di GENNAIO

Angolo su orizzonte α	36° N latitudine			38° N latitudine			40° N latitudine			42° N latitudine			44° N latitudine			46° N latitudine		
	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N	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

Fattore di ombreggiatura F_{ov} relativo ad aggetti orizzontali. Mese di GENNAIO

Angolo α	36° N latitudine			38° N latitudine			40° N latitudine			42° N latitudine			44° N latitudine			46° N latitudine		
	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N	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

Fattore di ombreggiatura F_{fin} relativo ad aggetti verticali. Mese di GENNAIO

Angolo α	36° N latitudine			38° N latitudine			40° N latitudine			42° N latitudine			44° N latitudine			46° N latitudine		
	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N	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

5.3 AREA DI CAPTAZIONE SOLARE EFFETTIVA DEI COMPONENTI TRASPARENTI

L'**area di captazione solare effettiva** di un **componente trasparente** dell'involucro $A_{sol,w}$ può essere calcolata con la seguente formula:

$$A_{sol,w} = F_{sh,gl} g_{gl} (1 - F_F) A_w$$

$F_{sh,gl}$ = fattore di riduzione degli apporti solari relativo all'utilizzo di schermature mobili

g_{gl} = trasmittanza di energia solare totale (o **fattore solare**) della parte trasparente del componente

F_F = fattore telaio

A_w = area (proiettata, non sviluppata) del componente finestrato (area del vano finestra) [m²]

5.3.1 Fattore solare del vetro

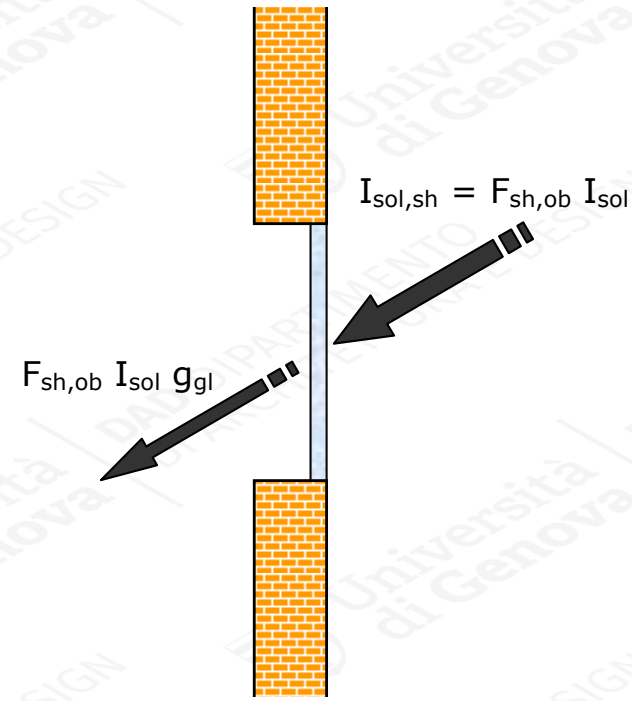
La **trasmissione di energia solare totale** o **fattore solare** di una superficie trasparente g_{gl} è il rapporto tra la radiazione solare che attraversa la superficie e la radiazione solare incidente sulla stessa.

Si tratta di un parametro adimensionale con valore compreso tra 0 e 1 che può essere ricavato mediante la seguente relazione:

$$g_{gl} = g_{gl,n} F_w$$

$g_{gl,n}$ = trasmissione di energia solare totale per incidenza normale

F_w = fattore di esposizione che tiene conto della variazione di g_{gl} in funzione dell'angolo di incidenza della radiazione solare



Osservazione

Al fine di comprendere il significato fisico della trasmittanza di energia solare totale g_{gl} , si considera la superficie trasparente rappresentata in figura, su cui incide il flusso termico di origine solare φ .

La radiazione incidente φ viene in parte riflessa verso l'ambiente esterno φ_p , in parte assorbita φ_α e in parte trasmessa direttamente verso l'ambiente interno φ_τ :

$$\varphi = \varphi_p + \varphi_\alpha + \varphi_\tau$$

La radiazione assorbita φ_α è scambiata per convezione e irraggiamento in parte verso l'interno $\varphi_{\alpha,i}$ e in parte verso l'esterno $\varphi_{\alpha,e}$:

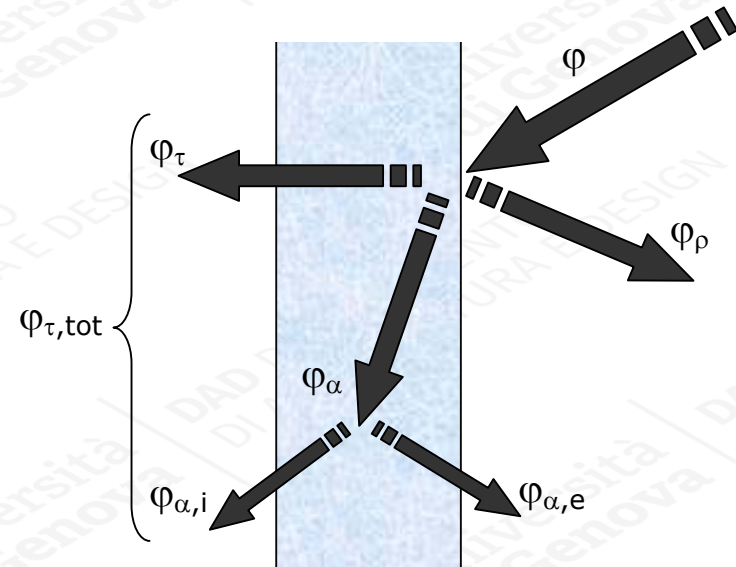
$$\varphi_\alpha = \varphi_{\alpha,i} + \varphi_{\alpha,e}$$

La radiazione solare che attraversa la superficie trasparente $\varphi_{\tau,tot}$ è la somma della radiazione trasmessa direttamente φ_τ e della parte di radiazione assorbita scambiata con l'ambiente interno $\varphi_{\alpha,i}$:

$$\varphi_{\tau,tot} = \varphi_\tau + \varphi_{\alpha,i}$$

La **trasmittanza di energia solare totale** (o **fattore solare**) della superficie trasparente g_{gl} è il rapporto tra la radiazione solare che complessivamente attraversa la superficie $\varphi_{\tau,tot}$ e la radiazione solare incidente sulla stessa φ :

$$g_{gl} = \frac{\varphi_{\tau,tot}}{\varphi}$$



Il **fattore di esposizione F_w** si ricava dal **Prospetto 20** della **UNI/TS 11300-1:2014** in funzione del *mese* e dell'*orientamento*.

Nel caso di *doppio serramento* (doppia finestra o finestra accoppiata) si assumono i valori relativi al *vetro triplo*.

Per *orientamenti non considerati* si procede per *interpolazione lineare*.

Mese	Vetro singolo				Doppio vetri				Triplo vetro			
	S	E/O	N	Orizz.	S	E/O	N	Orizz.	S	E/O	N	Orizz.
Gen.	0,984	0,902	0,932	0,876	0,978	0,861	0,901	0,812	0,972	0,833	0,880	0,770
Feb.	0,967	0,923	0,932	0,902	0,950	0,890	0,901	0,851	0,937	0,868	0,880	0,817
Mar.	0,933	0,932	0,931	0,931	0,897	0,904	0,901	0,895	0,872	0,884	0,879	0,871
Apr.	0,888	0,938	0,921	0,949	0,833	0,912	0,890	0,923	0,796	0,894	0,868	0,906
Mag.	0,852	0,941	0,895	0,955	0,787	0,916	0,854	0,933	0,747	0,898	0,828	0,918
Giu.	0,838	0,941	0,877	0,955	0,770	0,915	0,831	0,934	0,731	0,898	0,802	0,920
Lug.	0,835	0,941	0,877	0,956	0,766	0,915	0,831	0,935	0,724	0,898	0,801	0,921
Ago.	0,861	0,940	0,905	0,952	0,797	0,915	0,870	0,928	0,756	0,898	0,846	0,912
Set.	0,911	0,935	0,930	0,940	0,865	0,907	0,899	0,909	0,833	0,888	0,877	0,887
Ott.	0,957	0,925	0,931	0,912	0,933	0,894	0,900	0,865	0,915	0,872	0,878	0,833
Nov.	0,981	0,912	0,931	0,880	0,971	0,876	0,901	0,818	0,964	0,851	0,879	0,776
Dic.	0,987	0,903	0,932	0,858	0,982	0,862	0,901	0,789	0,977	0,834	0,880	0,744

La **trasmissione di energia solare totale per incidenza normale $g_{gl,n}$** , indicata anche semplicemente con **g** o **FS** (*solar factor*), è una caratteristica intrinseca di ogni elemento vetrato e viene fornita generalmente dal costruttore. Essa può essere determinata in base alla norma **UNI EN 410:2011** "Vetro per edilizia - Determinazione delle caratteristiche luminose e solari delle vetrate".

In assenza di dati documentati, si può fare riferimento al **Prospetto B.5** della **UNI/TS 11300-1:2014**.

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

In alternativa (meno usato), per esprimere il comportamento di un vetro rispetto alla radiazione solare incidente, si usa il **coefficiente** (o **fattore**) di **shading SC** (*shading coefficient*), definito come rapporto tra il fattore solare del vetro considerato FS ($g_{gl,n}$) e quello di una *lastra di riferimento* (vetro chiaro di spessore da 3 a 4 mm, avente FS = 0.87).

$$SC = FS/0.87$$

Paragrafo 5.1 della UNI 410:2011.

N.B. $g = g_{gl,n} = FS$

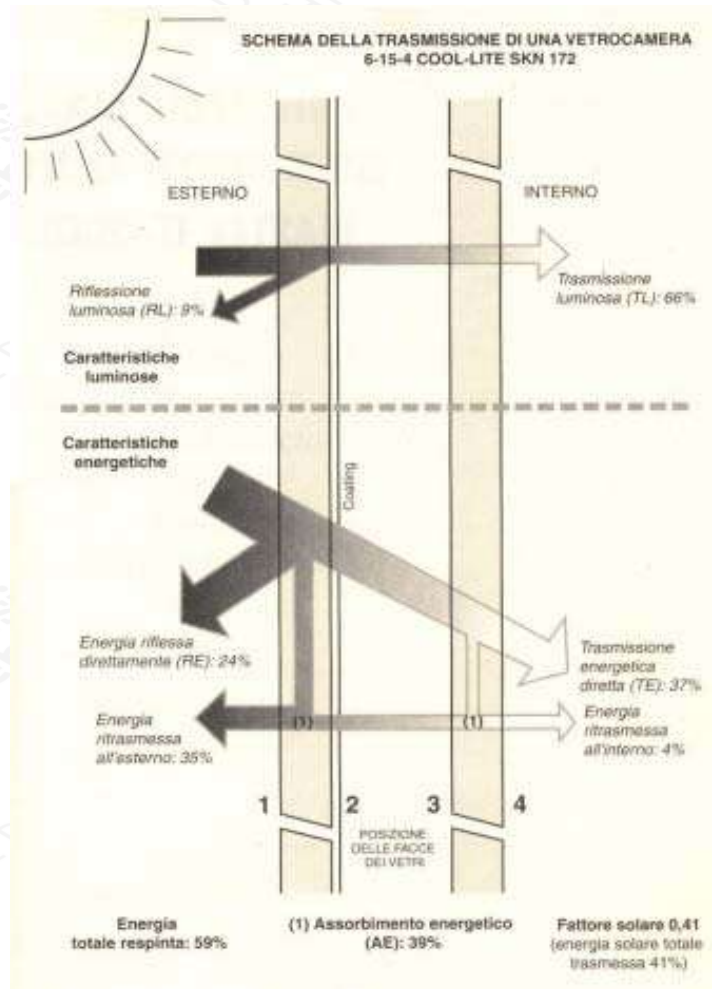
The characteristics are determined for quasi-parallel, near normal radiation incidence (see Bibliography, [4]) using the radiation distribution of illuminant D65 (see Table 1), solar radiation in accordance with Table 2 and ultraviolet (UV) radiation in accordance with Table 3.

The characteristics are as follows:

- the spectral transmittance $\tau(\lambda)$ and the spectral reflectance $\rho(\lambda)$ in the wavelength range from 300 nm to 2500 nm;
- the light transmittance τ_v and the light reflectance ρ_v for illuminant D65;
- the solar direct transmittance τ_e and the solar direct reflectance ρ_e ;
- the total solar energy transmittance (solar factor) g ;
- the UV-transmittance τ_{UV} ;
- the general colour rendering index R_a ;
- the total shading coefficient, SC.

To characterize glazing, the principal parameters are τ_v and g ; the other parameters are optional to provide additional information.

Parametri prestazionali di un vetro



N.B. La numerazione progressiva delle facce delle vetrate parte dall'esterno (numero 1, faccia esterna del vetro esterno)

TL **Trasmissione luminosa (%).** Flusso luminoso direttamente trasmesso attraverso il vetro.

RL **Riflessione luminosa (%).** Flusso luminoso riflesso direttamente dalla lastra verso l'esterno.

TE **Trasmissione energetica (%).** Flusso energetico direttamente trasmesso attraverso il vetro.

RE **Riflessione energetica (%).** Flusso energetico riflesso direttamente dalla lastra verso l'esterno.

AE **Assorbimento energetico (%).** Energia assorbita dalle lastre.

FS **Fattore solare (%).** Rapporto tra l'energia solare entrante (somma dell'energia passata direttamente all'interno [TE] più quella assorbita dalle lastre e ritrasmessa all'interno per convezione e irraggiamento nello spettro dell'infrarosso lontano) e l'energia solare incidente. Valori calcolati secondo ISO 9050.

Ug **Trasmittanza termica W/m^2K .** Rappresenta la quantità di calore espressa in Watt che si trasmette attraverso un metro quadrato di superficie per ogni grado di differenza di temperatura tra l'interno e l'esterno. Valori calcolati secondo ISO-DP 10292.

SC **Shading coefficient.** Il coefficiente shading è il rapporto tra l'energia solare totale che passa attraverso la vetrata considerata e l'energia solare totale che attraversa un vetro monolitico chiaro di riferimento dello spessore di 3 mm. Il coefficiente shading di un vetro chiaro avente uno spessore di 3 mm, è uguale a 1. $SC=(FS/87)$.

Ra **Indice di fedeltà dei colori** calcolato secondo la normativa DIN 6169.

Is **Indice di selettività.** È il rapporto fra la trasmissione luminosa ed il Fattore Solare. Tanto più il valore è maggiore di 1 e tanto più il vetro è selettivo

Performances

Valori secondo le norme EN

Vetro		
Esterno		SGG COOL-LITE SKN 154
Interno		SGG PLANILUX
Composizione	mm	6(15)6
Posizione della couche faccia		2
Fattori luminosi		
T/	%	50
R/E	%	18
R/I	%	22
UV T _{UV}	%	8
Fattori energetici		
T _v	%	23
R _E	%	33
A ₁	%	42
A ₂	%	2
Fattore solare		
g _{EN410}		0,26
g _{iso 9050M1 (DIN)}		0,25
Coef. U	W/(m².K)	
Argon* 15 mm		1,1

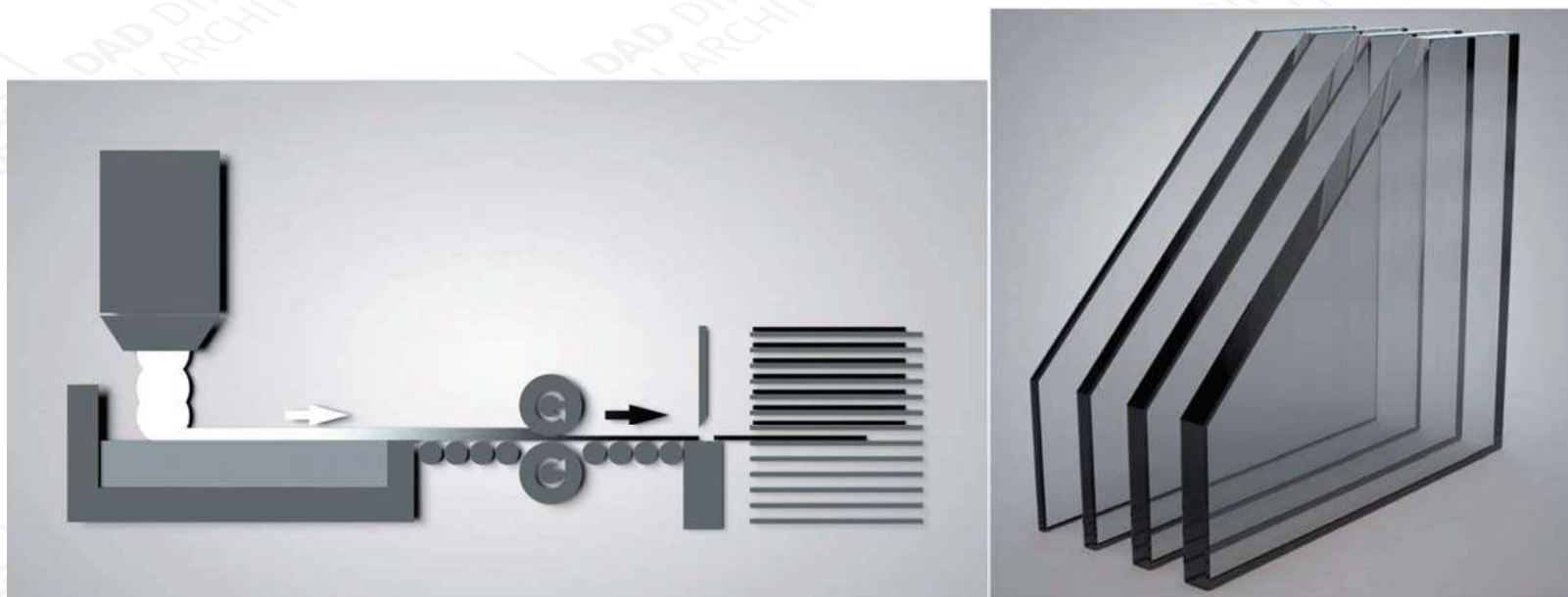
* Il Coeff. "U" è citato per una composizione 6 (15 Argon) 6 mm.



Vetro base: vetro float

Il **vetro float** (galleggiante), detto anche **vetro piano**, è il nome che prende il vetro quando viene sottoposto ad uno speciale processo produttivo in atto dagli anni '50 che consente di realizzare lastre di vetro che trovano varia applicazione nell'edilizia.

Il vetro allo stato ancora duttile (*pasta vitrea*, costituita da sabbia di quarzo, calce e carbonato di sodio) viene colato alla temperatura di 1100 °C su uno stampo perfettamente piano con alla base stagno fuso che si trova in un forno ove sono presenti azoto e idrogeno che impediscono al vetro di ossidarsi. Lo stagno fuso obbliga il vetro a posizionarsi in maniera perfettamente liscia e senza imperfezioni. Con questo procedimento si possono realizzare *lastre di vetro di spessore da 2 a 19 mm*, perché nella parte superiore il vetro viene lisciato con dei rulli. Una volta finito il processo di cottura e di ricottura a 600 °C, il vetro viene sottoposto al processo di taglio e trasformazione.



Il vetro float ha caratteristiche di qualità e resistenza tali da coprire il 90% della produzione mondiale di vetro.

Oltre ad essere un procedimento che permette di lavorare grandi quantitativi di materiale a *basso costo*, consente:

- *vari colori*, da leggermente verde, extra chiaro, bronzo, blu o super trasparente (quello che comunemente viene chiamato cristallo);
- *perfettamente liscio*, in modo da non causare aberrazioni visive;
- la possibilità di essere sottoposto a *vari processi*, come decorazione, molatura, curvatura, stratificazione, coatizzazione.

I vetri float proposti da FINSTRAL

Spessore	Peso/m ²	Superficie massima
4 mm	10 kg/m ²	2,5 m ²
6 mm	15 kg/m ²	7 m ²
8 mm	20 kg/m ²	7 m ²
10 mm	25 kg/m ²	7 m ²

In edilizia, il vetro float è la base di partenza per la realizzazione dei vetri:

- **basso-emissivi**,
- **a controllo solare** (riflettenti e assorbenti)
- **selettivi**.

Coatizzazione

Coating: rivestimento superficiale applicato alle lastre di vetro per modificarne le proprietà energetiche e spettrofotometriche.

I vetri basso-emissivi, a controllo solare e selettivi sono ottenuti attraverso un processo di **coatizzazione** o **rivestimento** di una lastra di vetro float che può avvenire secondo due differenti modalità.

- **Coating magnetronico:** processo detto *coating off-line* o *soft coating*, che avviene tramite *polverizzazione catodica* (in campo elettromagnetico e sottovuoto spinto) *di metalli e ossidi metallici* su una delle due facce della lastra di vetro. Consente di ottenere il **vetro magnetronico**.
- **Coating pirolitico:** processo detto *coating on-line* o *hard coating*, che avviene tramite *l'applicazione di ossidi direttamente lungo la linea di produzione della lastra*. Consente di ottenere il **vetro pirolitico**.

Nel caso del vetro pirolitico gli ossidi metallici vengono fusi e inglobati direttamente nella lastra, attribuendo al deposito una buona resistenza agli agenti atmosferici. Questa caratteristica consente di *applicare la faccia trattata anche in posizione esterna*, e non solo in posizione interna come è necessario col vetro magnetronico (che deve essere utilizzato nel vetrocamera).

Il vetro magnetronico garantisce un *maggior isolamento termico* rispetto a quello pirolitico, in quanto si ottengono emissività più basse: col vetro pirolitico si arriva fino a $\varepsilon = 0.13$, mentre col magnetronico fino a $\varepsilon = 0.01$.

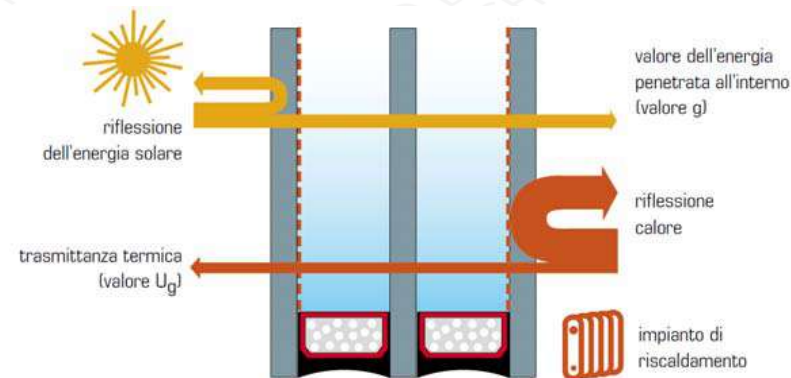
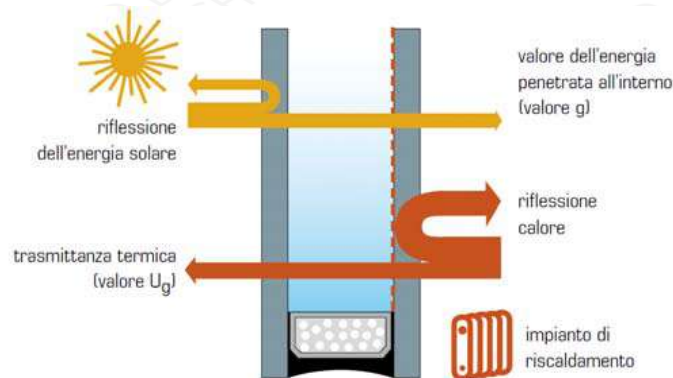
Vetri basso-emissivi

Il **vetro basso-emissivo** è un vetro float coatizzato (coating magnetronico oppure coating pirolitico) reso *riflettente alla radiazione infrarossa*.

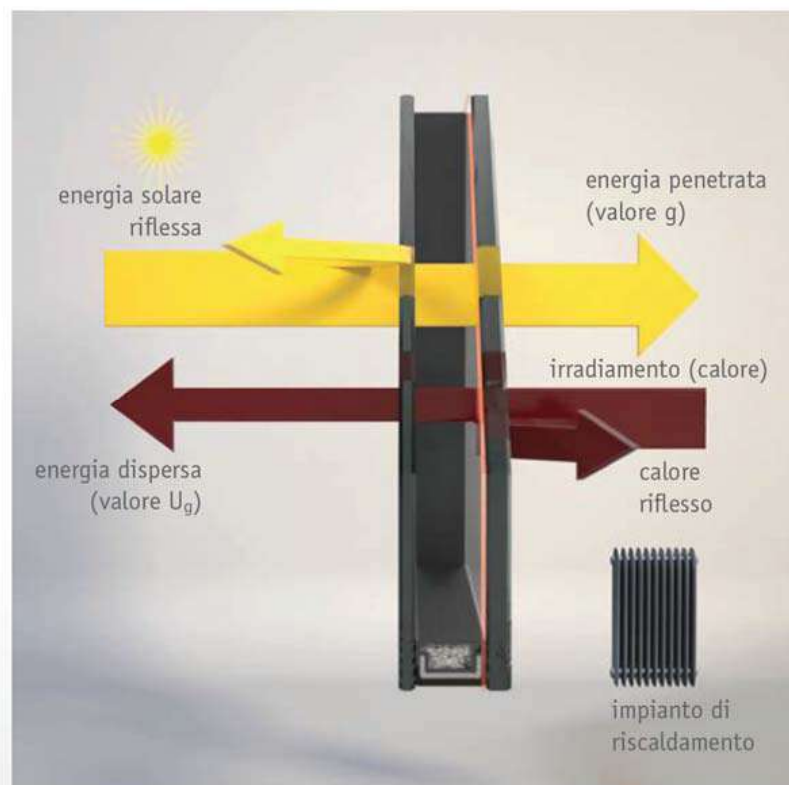
L'obiettivo del rivestimento basso-emissivo è la **riduzione della trasmittanza U_g** .

Il trattamento basso-emissivo generalmente si trova:

- nei vetri doppi, sulla superficie del vetro interno rivolta verso l'intercapedine (faccia 3),
- nei vetri tripli, sulle superfici del vetro esterno e del vetro interno rivolte verso le due intercapedini (faccia 2 e faccia 5).



FINSTRAL Plus-Valor – La qualità è di serie



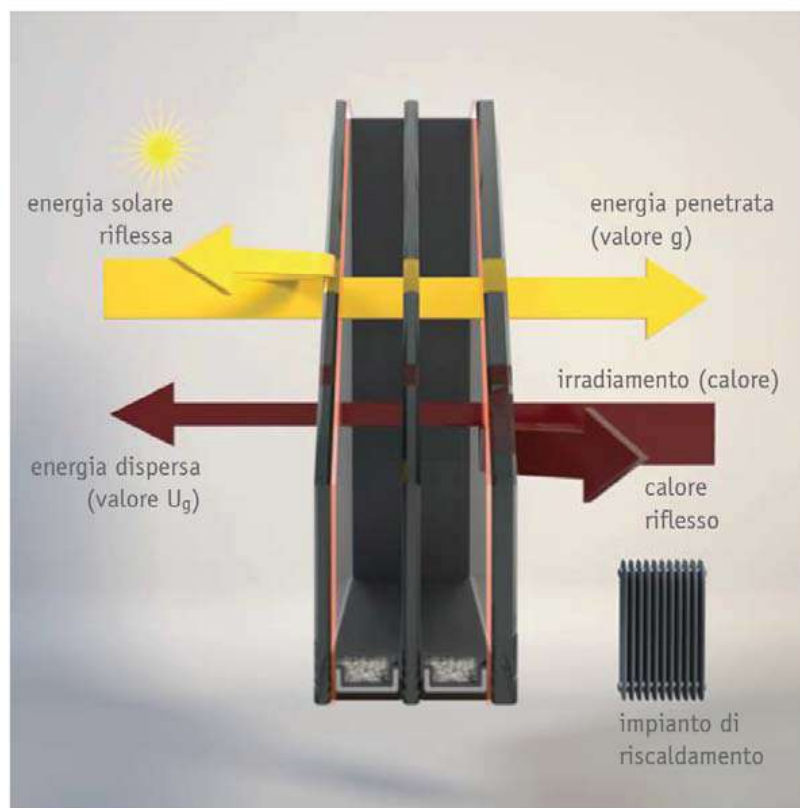
Il vetro basso-emissivo Plus-Valor da noi è di serie. Questo vetrocamera è costituito da due lastre, di cui una rivestita con uno speciale trattamento basso-emissivo che garantisce un elevato isolamento termico. L'intercapedine tra i vetri è riempita con argon, un gas dalle ottime caratteristiche isolanti.

Descrizione	Composizione vetro (dall'interno all'esterno)	Spessore	Valore U_g [W/m ² K]	Valore g [%]	Valore LT [%]
Plus-Valor	4F-20-4v	28 mm	1,1	63	80
Plus-Valor	6F-20-4v	30 mm	1,1	62	79
Plus-Valor	4v-18-8F	30 mm	1,1	59	78
Plus-Valor + Multiprotect	44.2-18-4v	30 mm	1,1	62	78
Plus-Valor + Multiprotect + Multiprotect	44.2-18-44.2v	36 mm	1,1	56	76
Plus-Valor + Bodysafe	4T-20-4v	28 mm	1,1	63	80
Plus-Valor + Multiprotect + Bodysafe	4T-18-44.2v	30 mm	1,1	56	78

N.B.

F = Float, **v** = trattamento bassoemissivo, **xy.z** = vetro di sicurezza stratificato, **T** = vetro di sicurezza temprato.

FINSTRAL Super-Valor – Isolamento termico al top



Super-Valor, un vetro dalle eccezionali prestazioni termiche: Il trattamento basso-emissivo su due lastre conferisce a questo triplo vetro ottime proprietà di isolamento termico nei mesi invernali. E in estate mantiene il fresco all'interno della vostra abitazione.

Descrizione	Composizione vetro (dall'interno all'esterno)	Spessore	Valore U_g [W/m²K]	Valore g [%]	Valore LT [%]
Super-Valor	4v-8-4F-10-4v	30 mm	0,9	50	71
Super-Valor	4v-12-4F-12-4v	36 mm	0,7	50	71
Super-Valor	4v-14-4F-14-4v	40 mm	0,6	50	71
Super-Valor + Multiprotect + Multiprotect	33.1v-8-4F-13-44.2v	40 mm	0,7	46	68
Super-Valor + Multiprotect + Multiprotect	44.2v-12-4F-12-44.2v	46 mm	0,7	46	68
Super-Valor + Bodysafe	3Tv-15-4F-14-4v	40 mm	0,6	50	71
Super-Valor + Multiprotect + Bodysafe	33.2v-16-4F-16-3Tv	46 mm	0,6	51	70
Super-Valor + Bodysafe + Bodysafe	3Tv-18-4F-18-3Tv	46 mm	0,5	51	72

N.B.

F = Float, **v** = trattamento bassoemissivo, **xy.z** = vetro di sicurezza stratificato, **T** = vetro di sicurezza temprato.

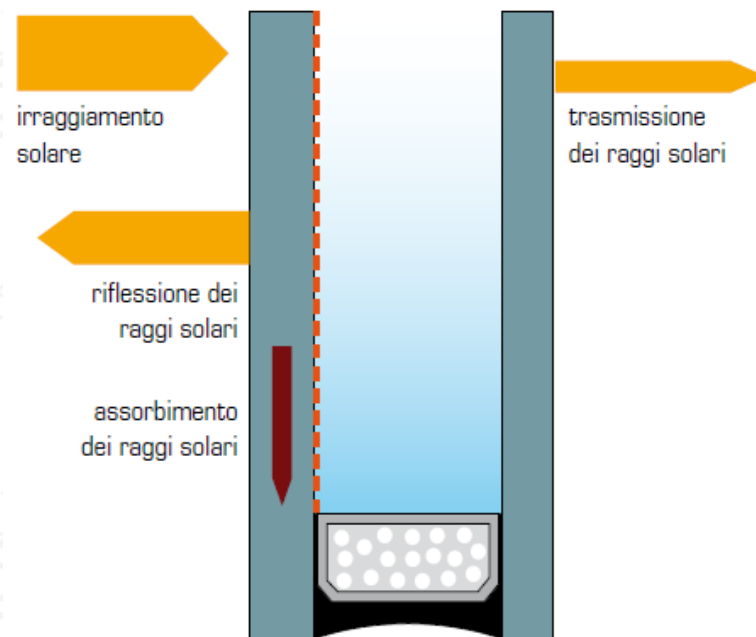
Vetri a controllo solare riflettenti

Sono vetri pirolitici o magnetronici che hanno il compito di *respingere la luce visibile ed il calore solare*, ovvero di **ridurre TL e FS**, e consentono di ottenere l'effetto specchio.

Il fattore solare dipende dallo spessore del vetro, dal tipo di ossido depositato e dalla tecnologia di deposizione. È possibile anche *pigmentare nella massa* il vetro con differenti tonalità a scopo estetico.

Si possono raggiungere **valori del fattore solare anche inferiori al 20%**.

Nel caso di vetri doppi il coating è solitamente presente sulla superficie del vetro esterno rivolta verso l'intercapedine (faccia 2), ma può anche trovarsi sulla superficie del vetro esterno rivolta verso l'esterno (faccia 1) per ottenere l'effetto specchio.



Scheda Saint Gobain.

Antelio: vetro *pirolitico* chiaro o colorato. Se posizionato in faccia 1, la superficie vetrata esterna assume un tono riflettente, in faccia 2 la riflessione viene attenuata e si esalta il colore naturale.



SGG CLIMAPLUS ANTELIO : Double-Glazing									
External pane		SGG ANTELIO SILVER		SGG ANTELIO CLEAR		SGG ANTELIO EMERALD		SGG ANTELIO BRONZE	
Internal Pane		SGG PLANITHERM TOTAL+				SGG PLANITHERM TOTAL+			
Composition (1)	mm	6(16)6	6(16)6	6(16)6	6(16)6	6(16)6	6(16)6	6(16)6	6(16)6
Solar control coating	face	1	2	1	2	1	2	1	2
Low-E coating position	face	3	3	3	3	3	3	3	3
Light factors									
LT	%	60	60	41	41	59	59	39	39
LRe	%	33	32	33	28	32	29	33	29
LRI	%	30	31	27	31	28	30	28	32
UV	%	24	24	13	13	25	24	10	10
Energy Factor									
T	%	49	49	37	38	51	51	34	34
Re	%	35	32	33	28	34	31	33	27
Ri	%	29	30	28	31	28	30	28	31
A1	%	8	10	22	26	6	9	27	33
A2	%	9	9	7	7	9	9	6	6
Solar factor g		0.57	0.57	0.45	0.45	0.59	0.59	0.40	0.41
Shading Coefficient		0.65	0.65	0.51	0.52	0.68	0.68	0.47	0.47
U-value	W/(m².K)	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Air		1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
Argon 85%		1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2

(1) Cavity width 15 or 16mm

Scheda Saint Gobain.

Cool Lite: sono vetri coatizzati di tipo *magnetronico* ottenuti per deposizione sottovuoto di più strati di leghe metalliche su supporto chiaro o verde. Il prodotto potrà essere utilizzato sia in lastra semplice monolitica che in vetrata isolante, ma sempre con il deposito rivolto verso l'interno (faccia 2).



Caratteristiche spettrofotometriche vetrate isolanti SGG COOL-LITE ST-STB con o senza SGG PLANITHERM ULTRA N																
Vetro esterno		Camera	Vetro interno			Fattori luminosi		UV	Fattori energetici				Fattore solare	Valore Ug	Valore Ug	
			coating in faccia 2	mm	mm	stratificato	coating in faccia 3		mm	T/ %	R/E %	R/I %				TUV %
SGG COOL-LITE ST 108	6	15	SGG STADIP 33,1	nessuno	6,4	7	44	38	<1	5	38	56	1	0,10	1,7	1,4
	8	15	SGG STADIP 44,1		8,4	7	44	38	<1	5	36	59	1	0,10	1,7	1,4
	6	15	SGG STADIP 33,1	SGG PLANITHERM ULTRA N	6,4	7	44	35	<1	4	38	56	1	0,09	1,4	1,1
	8	15	SGG STADIP 44,1		8,4	7	44	34	<1	4	36	59	1	0,09	1,4	1,1
SGG COOL-LITE ST 120	6	15	SGG STADIP 33,1	nessuno	6,4	18	32	29	<1	13	27	57	3	0,21	2,5	2,4
	8	15	SGG STADIP 44,1		8,4	18	31	29	<1	12	25	60	3	0,21	2,5	2,35
	6	15	SGG STADIP 33,1	SGG PLANITHERM ULTRA N	6,4	18	32	26	<1	11	27	59	3	0,17	1,4	1,1
	8	15	SGG STADIP 44,1		8,4	18	31	26	<1	10	25	61	3	0,17	1,4	1,1
SGG COOL-LITE ST 136	6	15	SGG STADIP 33,1	nessuno	6,4	33	23	23	<1	24	18	52	5	0,34	2,65	2,5
	8	15	SGG STADIP 44,1		8,4	32	23	22	<1	23	17	54	6	0,33	2,6	2,5
	6	15	SGG STADIP 33,1	SGG PLANITHERM ULTRA N	6,4	33	23	20	<1	20	20	55	6	0,28	1,4	1,1
	8	15	SGG STADIP 44,1		8,4	32	22	19	<1	19	19	57	6	0,27	1,4	1,1
SGG COOL-LITE ST 150	6	15	SGG STADIP 33,1	nessuno	6,4	46	20	21	1	35	16	41	8	0,45	2,7	2,6
	8	15	SGG STADIP 44,1		8,4	44	20	21	1	32	15	44	9	0,43	2,7	2,55
	6	15	SGG STADIP 33,1	SGG PLANITHERM ULTRA N	6,4	45	19	18	<1	28	20	45	8	0,37	1,4	1,1
	8	15	SGG STADIP 44,1		8,4	44	19	18	<1	26	18	47	8	0,36	1,4	1,1
SGG COOL-LITE STB 120	6	15	SGG STADIP 33,1	nessuno	6,4	20	22	31	<1	14	19	64	3	0,23	2,55	2,4
	8	15	SGG STADIP 44,1		8,4	19	21	30	<1	13	18	65	3	0,23	2,5	2,4
	6	15	SGG STADIP 33,1	SGG PLANITHERM ULTRA N	6,4	19	22	28	<1	12	20	65	4	0,19	1,4	1,1
	8	15	SGG STADIP 44,1		8,4	19	21	27	<1	11	19	67	4	0,18	1,4	1,1
SGG COOL-LITE STB 136	6	15	SGG STADIP 33,1	nessuno	6,4	33	18	21	<1	24	15	56	5	0,33	2,6	2,5
	8	15	SGG STADIP 44,1		8,4	32	17	21	<1	22	15	58	6	0,32	2,6	2,5
	6	15	SGG STADIP 33,1	SGG PLANITHERM ULTRA N	6,4	32	17	18	<1	19	17	58	6	0,28	1,4	1,1
	8	15	SGG STADIP 44,1		8,4	32	17	18	<1	18	16	60	6	0,27	1,4	1,1
SGG COOL-LITE ST 408	6	15	SGG STADIP 33,1	nessuno	6,4	6	32	38	<1	3	17	79	0	0,09	1,7	1,4
	8	15	SGG STADIP 44,1		8,4	5	28	38	<1	3	14	83	0	0,09	1,7	1,4
	6	15	SGG STADIP 33,1	SGG PLANITHERM ULTRA N	6,4	6	32	35	<1	3	17	80	1	0,08	1,4	1,1
	8	15	SGG STADIP 44,1		8,4	5	28	34	<1	2	14	83	0	0,08	1,4	1,1
SGG COOL-LITE ST 420	6	15	SGG STADIP 33,1	nessuno	6,4	15	23	29	<1	8	13	78	1	0,17	2,5	2,4
	8	15	SGG STADIP 44,1		8,4	14	21	29	<1	7	11	81	1	0,16	2,5	2,35
	6	15	SGG STADIP 33,1	SGG PLANITHERM ULTRA N	6,4	15	23	26	<1	7	13	78	1	0,13	1,4	1,1
	8	15	SGG STADIP 44,1		8,4	14	20	26	<1	6	11	81	1	0,12	1,4	1,1
SGG COOL-LITE ST 436	6	15	SGG STADIP 33,1	nessuno	6,4	27	17	22	<1	15	11	73	2	0,24	2,65	2,5
	8	15	SGG STADIP 44,1		8,4	25	15	22	<1	12	9	77	2	0,22	2,6	2,5
	6	15	SGG STADIP 33,1	SGG PLANITHERM ULTRA N	6,4	27	17	19	<1	13	11	74	3	0,20	1,4	1,1
	8	15	SGG STADIP 44,1		8,4	25	15	19	<1	11	9	77	2	0,18	1,4	1,1
SGG COOL-LITE ST 450	6	15	SGG STADIP 33,1	nessuno	6,4	37	15	21	<1	20	10	67	3	0,30	2,7	2,6
	8	15	SGG STADIP 44,1		8,4	34	14	21	<1	17	9	72	3	0,27	2,7	2,55
	6	15	SGG STADIP 33,1	SGG PLANITHERM ULTRA N	6,4	37	15	18	<1	18	10	69	4	0,25	1,4	1,1
	8	15	SGG STADIP 44,1		8,4	34	13	18	<1	15	9	73	3	0,22	1,4	1,1

Vetri a controllo solare assorbenti

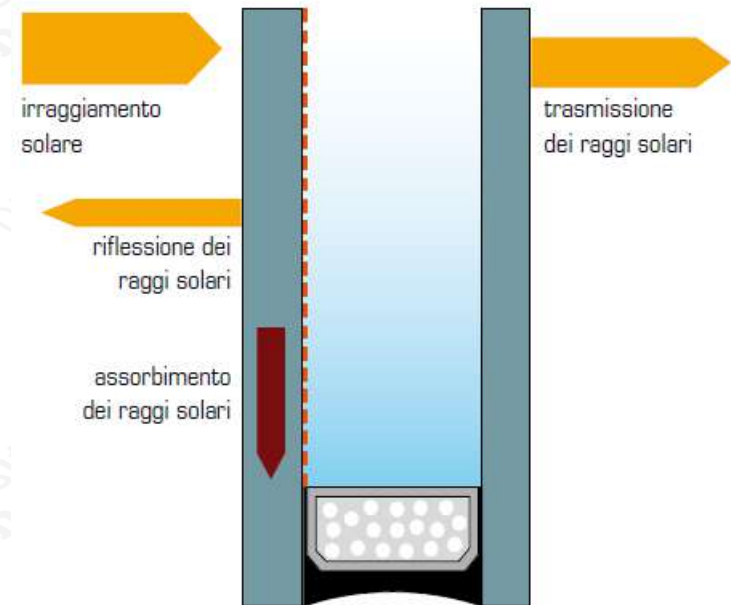
Il vetro assorbente viene **pigmentato nella massa** durante il processo di fusione in fabbrica.

La pigmentazione azzurra, marrone, color grafite o verde comporta un notevole assorbimento della parte di spettro corrispondente. Tramite il fenomeno dell'assorbimento, i vetri si scaldano notevolmente, **accumulando circa il 50% dell'energia solare incidente**, che successivamente viene dispersa all'esterno.

Per questo motivo, questo tipo di vetro viene montato in posizione esterna rispetto agli altri elementi delle vetrocamere.

I vetri assorbenti hanno un *livello di riflessione della luce ridotto*, leggermente inferiore a quello del vetro trasparente float.

A seconda delle necessità del bilancio energetico per l'intera vetrata, vengono selezionati *il colore e lo spessore* più adatti, poiché *l'effetto dei vetri assorbenti aumenta con l'aumento dello spessore del vetro*.



Scheda Saint Gobain.

Parsol: vetro float colorato nella massa (verde, bronzo, grigio, rosa).



sgg PARSOL®: Double-glazing for composition 6(12)6											
External pane: sgg PARSOL®		Bronze	Green	Grey	Dark Grey	Blue	Bronze	Green	Grey	Dark Grey	Blue
Internal pane:		sgg PLANILUX®					sgg PLANITHERM® T				
Low E coating	face	-	-	-	-	-	3	3	3	3	3
Light factors											
LT	%	44	66	39	12	51	42	63	37	12	49
LRe	%	7	11	7	5	9	7	10	6	5	8
LRI	%	12	14	12	12	13	10	11	10	9	10
Energy factors											
T	%	41	42	38	22	37	30	34	28	15	30
Re	%	7	8	7	5	7	12	9	11	7	9
RI	%	11	11	11	11	11	18	18	18	18	18
A1		47	47	51	70	53	50	50	54	74	56
A2	%	5	4	5	3	3	12	9	11	7	8
Solar factor g		0.50	0.50	0.47	0.32	0.46	0.43	0.45	0.40	0.26	0.40
Shading coefficient SC		0.58	0.58	0.54	0.37	0.53	0.50	0.52	0.47	0.30	0.46
U-value	W/(m².K)										
Air		2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
Argon 90%		-	-	-	-	-	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5

(1) The values are average values and subject to modification. Standards used ISO 9050 & EN 673

**sgg PARSOL
ULTRA GRIGIO®**

Vetri a controllo solare selettivi

Un vetro chiaro non ha particolari caratteristiche di selettività spettrale e la sua *trasmissione solare è molto simile alla trasmissione luminosa*.

I vetri selettivi offrono un **comportamento differenziato per le diverse lunghezze d'onda**. Grazie al *deposito di particolari ossidi metallici* sulla superficie della lastra di vetro, è possibile ottenere *elevata trasmissione luminosa, basso fattore solare e bassa trasmittanza termica*.

Si definisce **indice di selettività IS**:

$$IS = TL/FS$$

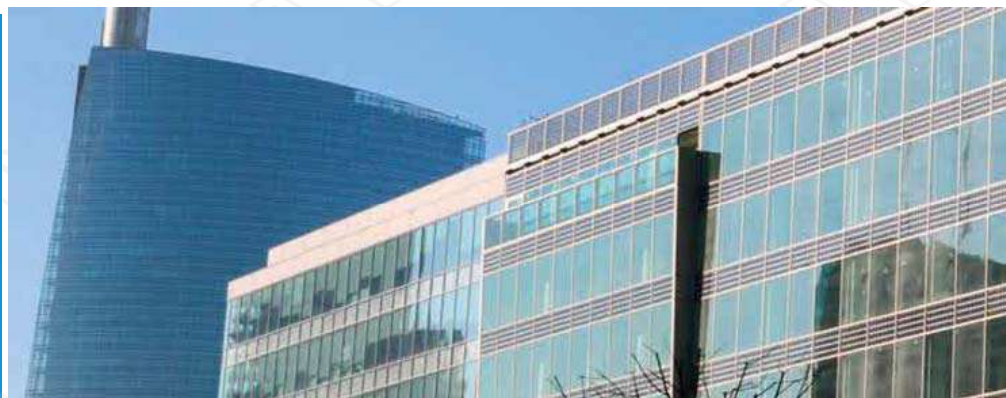
$TL = \tau_v$ = fattore di trasmissione luminosa (tra 0.38 e 0.76 μm)

$FS = g$ = fattore solare

Un componente trasparente è definito **selettivo** se **$IS > 1.25$** .

SGG COOL-LITE® XTREME 60/28 e XTREME 60/28II

VETRO A CONTROLLO
SOLARE A ELEVATA
SELETTIVITÀ



Vetro	
Esterno	SGG COOL-LITE® XTREME 60/28 e 60/28 II
Interno	SGG PLANICLEAR®
Composizione (argon 90%) mm	6(16)6
Posizione deposito a controllo solare faccia	2
Fattori Luminosi	
T/	61%
R/est	14%
R/int	17%
Fattori Energetici	
TE	26%
RE est	43%
AE 1	30%
AE 2	1%
Fattore Solare g	0,28
valore Ug W/(m².K)	1,0
Selettività*	2,17

* Rapporto fra la trasmissione luminosa e il fattore solare g:
quanto più elevato è tale fattore, tanto migliore è la selettività.

5.3.2 Schermature mobili

Il **fattore di riduzione** degli apporti solari relativo all'utilizzo di **schermature mobili** $F_{sh,gl}$ è il rapporto tra la radiazione solare entrante nell'ambiente in presenza di tendaggi e la radiazione solare entrante in assenza di tendaggi.

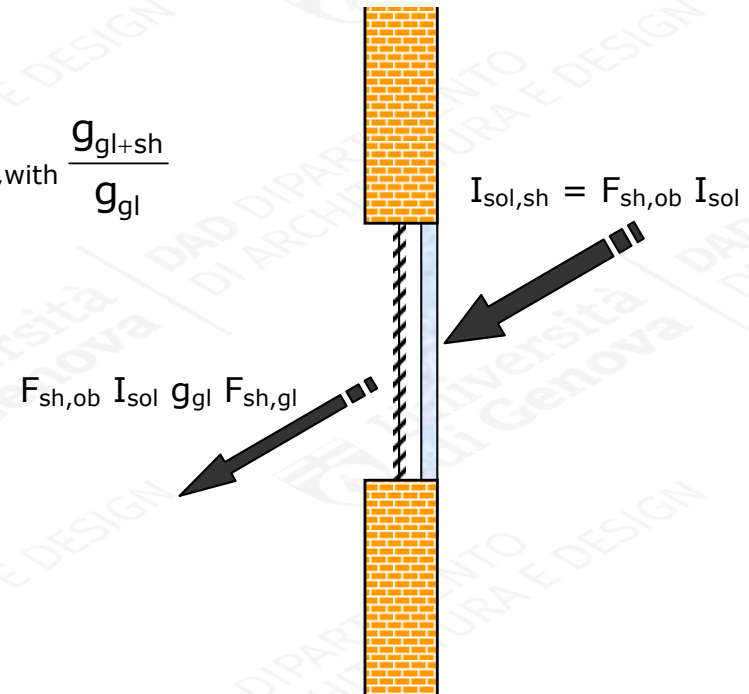
Si tratta di un parametro adimensionale con valore compreso tra 0 e 1 che può essere ricavato mediante la seguente relazione:

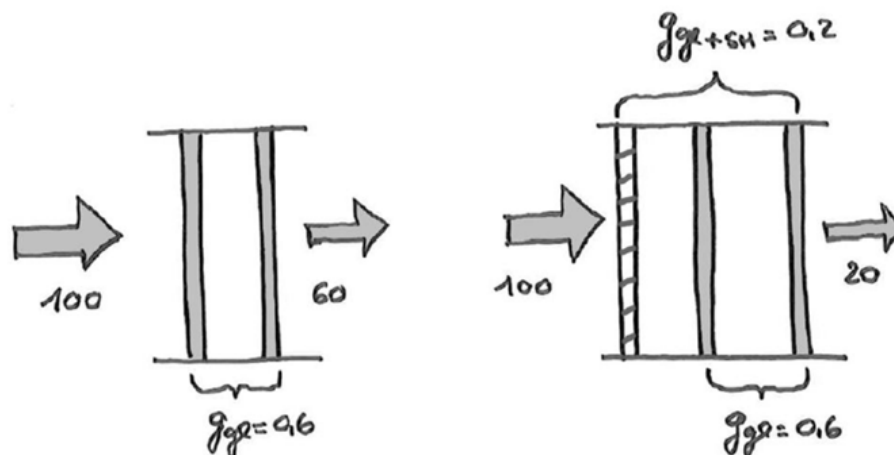
$$F_{sh,gl} = \frac{(1 - f_{sh,with})g_{gl} + f_{sh,with}g_{gl+sh}}{g_{gl}} = (1 - f_{sh,with}) + f_{sh,with} \frac{g_{gl+sh}}{g_{gl}}$$

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

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

$f_{sh,with}$ = frazione di tempo in cui la schermatura solare è utilizzata pesata sull'irraggiamento solare incidente.





$$g_{gl+sh} = g_{sh} g_{gl}$$

$$g_{sh} = \frac{g_{gl+sh}}{g_{gl}} = \frac{0.2}{0.6} = 0.33$$

2. Tapparelle e scuri sono solo chiusure oscuranti?

Tapparelle e scuri sono inquadrabili per le UNI TS 11300-1 come chiusure oscuranti. Per la valutazione standard A1 e A2 sono anche inquadrabili come schermature mobili esterne ed è possibile impiegare il metodo semplificato della UNI 52002-1 (che sostituisce UNI EN 13363-1) per valutare il g_{tot} che corrisponde al g_{gl+sh} (in relazione alle definizioni del punto 1.) a meno del fattore di esposizione (vedi dopo).

6. Se ho un frangisole esterno parallelo alla vetrata (e collegato al telaio) non posso valutarlo come schermatura mobile?

Se il frangisole è fisso, non può essere considerato come “schermatura mobile” poiché definendolo “mobile” si attribuisce all’utente la possibilità di avere la parte vetrata con il suo valore di g_{gl} o con il suo valore di g_{gl+sh} .

Il beneficio della presenza di un frangisole fisso è comunque valutabile in quanto è a tutti gli effetti come un’ostruzione esterna fissa. Può essere valutato in modo mensile o in modo orario a secondo dei metodi di calcolo.

Ostruzioni fisse: $F_{sh,ob}$

Schermature mobili: $F_{sh,gl}$

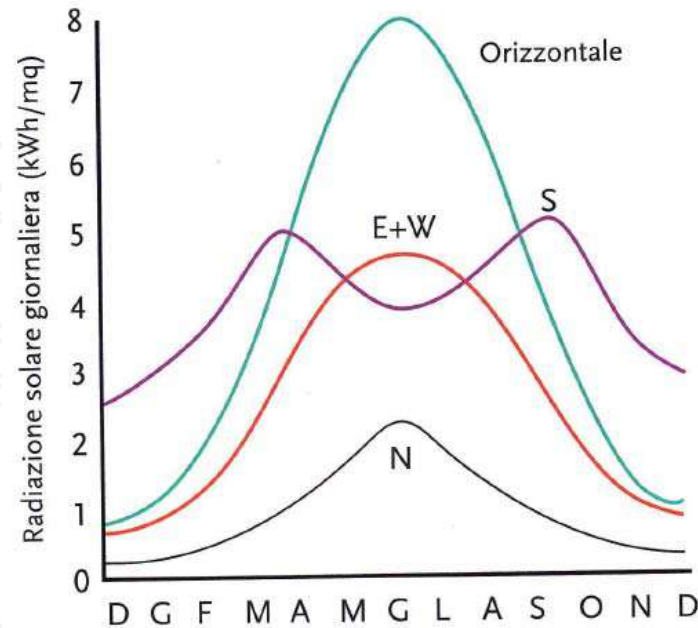
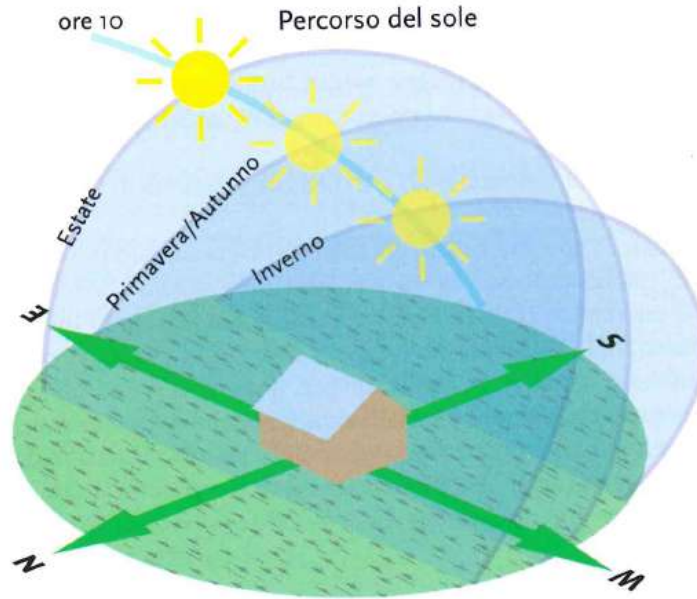
Per ciascun mese e per ciascuna esposizione il valore del parametro $f_{sh,with}$ può essere ricavato come rapporto tra la somma dei valori orari di irradianza maggiori di 300 W/m² e la somma di tutti i valori orari di irradianza del mese considerato.

Nel caso di *calcolo di progetto o in condizioni standard* il valore del parametro $f_{sh,with}$ si ricava in funzione del *mese* e dell'*orientamento* della finestra dal **Prospetto 21** della **UNI/TS 11300-1:2014**.

Per *orientamenti non considerati* in tabella si procede per *interpolazione lineare*.

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

Percorso del sole nelle diverse stagioni e andamento della radiazione solare giornaliera nel corso dell'anno.



Nel **Prospetto B.6** della **UNI/TS 11300-1:2014** sono riportati per diversi tipi di tende i valori del rapporto g_{gl+sh}/g_{gl} tra la trasmittanza di energia solare totale della finestra in caso di utilizzo della schermatura mobile e la trasmittanza di energia solare totale della finestra in caso di non utilizzo della schermatura mobile. Tale rapporto dipende dai *fattori di assorbimento e di trasmissione* della 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

Ai fini del calcolo del fabbisogno di energia termica per il riscaldamento e il raffrescamento, si prende in considerazione **solo l'effetto delle schermature mobili permanenti**, cioè *integrate nell'involucro edilizio e non liberamente montabili e smontabili dall'utente*.

Se i dati del Prospetto B.6 non sono applicabili, si può fare riferimento per valutare *l'effetto delle schermature mobili* alle seguenti norme:

UNI EN ISO 52022-1:2018, "Prestazione energetica degli edifici. Proprietà termiche, solari e luminose di componenti ed elementi edilizi. Parte 1: Metodo di calcolo semplificato delle caratteristiche luminose e solari per dispositivi di protezione solare in combinazione con vetrate".

La norma specifica un metodo semplificato, basato sulle caratteristiche termiche, solari e luminose delle vetrate e sulle caratteristiche solari e luminose dei dispositivi di protezione solare, per stimare la trasmittanza totale di energia solare, la trasmittanza solare diretta e la trasmittanza luminosa di un dispositivo di protezione solare associato ad una vetrata.

UNI EN ISO 52022-3:2018, "Prestazione energetica degli edifici. Proprietà termiche, solari e luminose di componenti ed elementi edilizi. Parte 3: Metodo di calcolo dettagliato delle caratteristiche luminose e solari per dispositivi di protezione solare in combinazione con vetrate".

L'insieme vetrata-protezione solare viene descritta come una successione di strati omogenei costituiti da strati solidi ed intercapedini d'aria attraversati da un flusso termico per convezione e per irraggiamento. Si trascura la resistenza conduttiva degli strati solidi.

UNI CEN ISO/TR 52022-2:2018: Prestazioni energetiche degli edifici. Proprietà termiche, solari e luminose di componenti ed elementi edilizi. Parte 2: Spiegazione e giustificazione.

Il rapporto tecnico contiene informazioni per supportare la corretta comprensione e il corretto utilizzo delle ISO 10077-1, ISO 10077-2, ISO 12631, ISO 52022-1 e ISO 52022-3. Esso non contiene alcuna disposizione normativa.

Le schermature mobili possono essere:

- *esterne* (frangisole regolabili a pale orizzontali, frangisole a lamelle, tende alla veneziana da esterno, sistemi a rullo in tessuto, ...)
- *interne* (tende a rullo in tessuto, tende a lamelle o alla veneziana, tende plissettate e a pacchetto, tende a bande verticali, ...)
- *integrate nel vetro* (sistemi a lamelle orientabili, sistemi in tessuto, ...)

Le tende esterne sono più efficaci nell'intercettare la radiazione solare incidente in quanto agiscono prima che questa incontri il vetro, riducendo il fenomeno dell'effetto serra: più basso valore di g_{gl+sh}/g_{gl} .

Il colore e la finitura comportano una maggiore influenza sull'efficacia della schermatura nel caso di posizione esterna.

Tende bianche interne



Veneziane esterne



5.3.3.1 Norme sui dispositivi di protezione solare

UNI EN ISO 52022-1:2018 (sostituisce UNI EN 13363-1): Prestazione energetica degli edifici. Proprietà termiche, solari e luminose di componenti ed elementi edilizi. Parte 1: Metodo di calcolo semplificato delle caratteristiche luminose e solari per dispositivi di protezione solare in combinazione con vetrate.

Table 1 — Position of this document (in casu M2-8) within the modular structure of the set of EPB standards

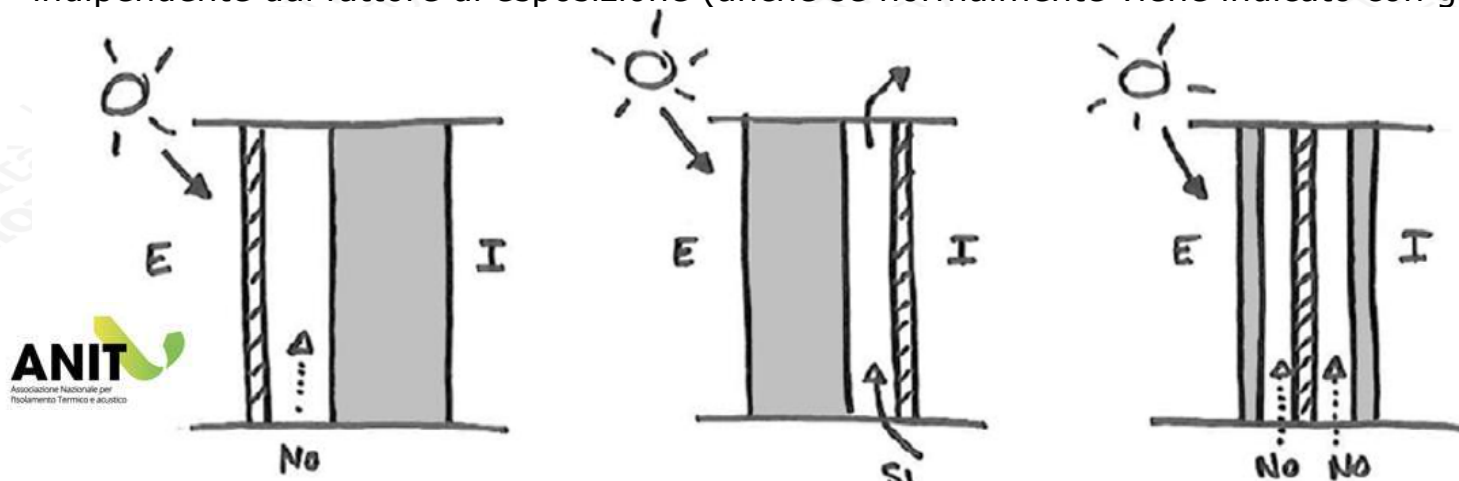
	Overarching		Building (as such)		Technical building systems									
Sub module	Descriptions		Descriptions		Descriptions	Heating	Cooling	Ventilation	Humidification	Dehumidification	Domestic hot water	Lighting	Building automation and control	PV, wind, ..
sub1		M1		M2		M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11
7	Aggregation of energy services and energy carriers		Internal heat gains		Storage and control									
8	Building zoning		Solar heat gains	ISO 52022-1	Generation and control									
9	Calculated energy performance		Building dynamics (thermal mass)		Load dispatching and operating conditions									
10	Measured energy performance		Measured energy performance		Measured energy performance									

La norma riporta equazioni che, sulla base di dati caratterizzanti la parte vetrata e la schermatura, restituiscono il valore di g_{tot} :

- trasmittanza della vetrata U_g ,
- trasmittanza solare della vetrata $g_{gl,n}$,
- trasmittanza solare del dispositivo di protezione $\tau_{e,B}$,
- riflettanza solare del dispositivo di protezione $\rho_{e,B}$.

N.B.

Il parametro g_{tot} così determinato si valuta *a partire dalla trasmittanza solare per incidenza normale $g_{gl,n}$* (caratteristica di un componente vetrato) e quindi corrisponde a $g_{gl,n+sh}$, ovvero è indipendente dal fattore di esposizione (anche se normalmente viene indicato con g_{gl+sh}).



Ipotesi a favore di sicurezza:

- no effetto camino se schermatura esterna,
- sì effetto camino se schermatura interna,
- no effetto camino se schermatura in intercapedine.

Se non sono disponibili dati da scheda tecnica, possono essere utilizzati i valori indicativi della **UNI CEN ISO/TR 52022-2:2020**, Appendice E.

Table E.1 — Indicative data for typical glazing

Product	Thermal transmittance U_g $W/(m^2 \cdot K)$	Total solar energy transmittance g	Light transmittance τ_v	Light reflectance $\rho_v = \rho'_v$
Single clear glass	5,8	0,85	0,90	0,08
Double clear glass with air filling	2,9	0,76	0,82	0,15
Double clear glass with low emissivity coating and Argon filling	1,2	0,59	0,80	0,13
Triple clear glass with low emissivity coating and Argon filling	0,8	0,55	0,73	0,16

Table E.2 — Indicative data for typical solar protection devices

Transmittance $\tau_{e,B}$		Reflectance $\rho_{e,B}$			
		white	pastel	dark	black
Opaque (e.g., closed roller shutter)	0,0	0,7	0,5	0,3	0,1
Closed venetian blind with opaque slats	0,1	0,7	0,5	0,3	0,1
Medium translucent	0,2	0,6	0,4	0,2	0,1
High translucent	0,4	0,4	0,3	0,2	0,1

In case of uncertainty between two categories in Table E.2, the category with the highest transmittance and lowest reflectance should be selected.

These are typical values for transmittance and reflectance of solar protection device materials. The absorptance, $\alpha_{e,B}$, is given by $\alpha_{e,B} = 1 - \tau_{e,B} - \rho_{e,B}$. It is assumed that the transmittance and the reflectance for light are equal to the corresponding values for solar energy.

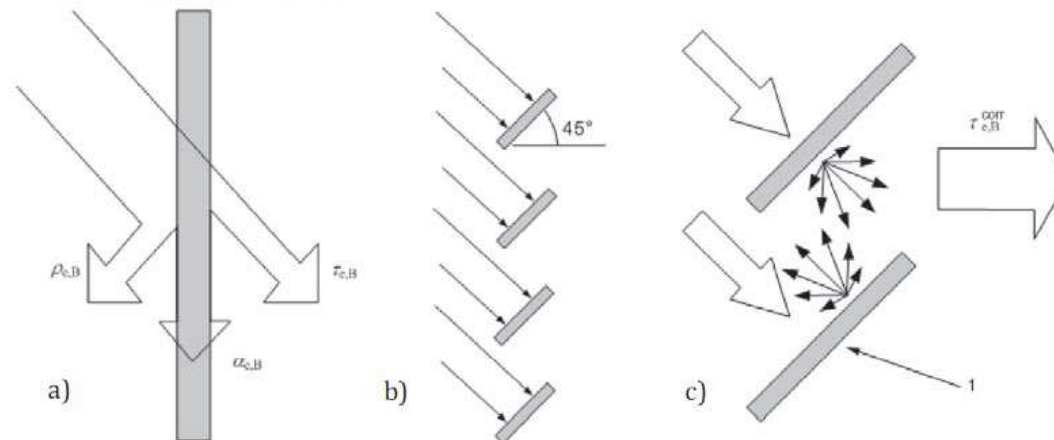
Per le veneziane aperte a 45° (ad es. **persiane**) possono essere utilizzati i seguenti valori corretti, supponendo che:

- non si consideri l'irradiazione diffusa (solo diretta, altrimenti Appendice D della UNI EN ISO 52022-3)
- non ci sia penetrazione solare diretta,
- la riflessione delle lamelle sia solo diffusa.

$$\tau_{e,B}^{\text{corr}} = 0.65 \tau_{e,B} + 0.15 \rho_{e,B}$$

$$\rho_{e,B}^{\text{corr}} = \rho_{e,B} (0.75 + 0.70 \tau_{e,B})$$

The simplified equations in ISO 52022-1 for venetian blinds open to 45° to not take into account direct solar transmittance and diffuse radiation. The reflection of the slats is to be considered diffuse. If diffuse irradiation has to be considered the relevant properties of louvre or Venetians blinds should be calculated in accordance with ISO 52022-3.



Key

- 1 blinds 45°
- a) transmittance, absorptance and reflectance of a solar protection device
- b) no direct penetration in the case of louvre or Venetian blinds open to 45°
- c) principle of the correction of the transmittance in the case of blinds open to 45°

Schermatura esterna

$$g_{\text{tot}} = \tau_{e,B} \cdot g + \alpha_{e,B} \frac{G_{\text{ext}}}{G_2} + \tau_{e,B} (1 - g) \frac{G_{\text{ext}}}{G_1}$$

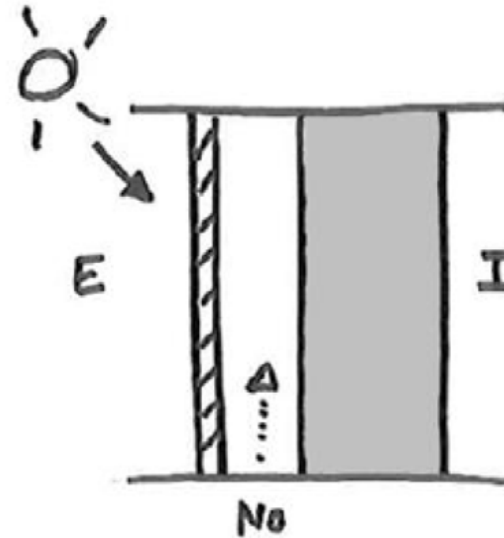
where

$$\alpha_{e,B} = 1 - \tau_{e,B} - \rho_{e,B};$$

$$G_1 = 5 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)};$$

$$G_2 = 10 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)};$$

$$G_{\text{ext}} = \left(\frac{1}{U_g} + \frac{1}{G_1} + \frac{1}{G_2} \right)^{-1}$$



ANIT: software APOLLO

Tipo di calcolo

☐ Secondo UNI TS 11300-1 ☒ Secondo UNI EN 13363-1

Calcolo UNI EN 13363-1

☐ Schematura interna ☒ Schematura esterna ☐ Schematura integrata

Trasmissione: media

Colore: pastello

Fattore di trasmissione: 0.2

Fattore di riflessione: 0.4

Trasmissione di energia solare per incidenza normale $g_{gl,n}$ [-]: 0.666

Trasmissione di energia solare con schematura g_{gl+sh} [-]: 0.192

e i



Calcoli a partire da dati UNI CEN ISO/TR 52022-2:2020, Appendice E a partire dai dati di Tabella E.1.

TRASMITTANZA DELL' ENERGIA TOTALE g_{tot}																	
Dispositivo di protezione solare esterna		CRISTALLO SEMPLICE TRASLUCIDO				DOPPIO CRISTALLO TRASLUCIDO				TRIPLO CRISTALLO TRASLUCIDO				DOPPIO CRISTALLO (BASSO EMISSIVO)			
		FATTORE DI RIFLESSIONE ρ_e				FATTORE DI RIFLESSIONE ρ_e				FATTORE DI RIFLESSIONE ρ_e				FATTORE DI RIFLESSIONE ρ_e			
Fattore di trasmittanza τ_e		Bianco	Pastel	Scuro	Nero	Bianco	Pastel	Scuro	Nero	Bianco	Pastel	Scuro	Nero	Bianco	Pastel	Scuro	Nero
Opaco	0	0,06	0,11	0,15	0,19	0,05	0,08	0,11	0,14	0,04	0,06	0,09	0,11	0,03	0,05	0,08	0,10
Mediamente traslucido	0,2	0,22	0,27	0,31	0,33	0,20	0,23	0,26	0,28	0,17	0,20	0,22	0,24	0,17	0,20	0,22	0,23
Molto traslucido	0,4	0,41	0,43	0,45	0,47	0,36	0,38	0,39	0,41	0,32	0,33	0,35	0,36	0,33	0,34	0,35	0,36

N.B.

Nel caso in cui $\tau_e = 0$ (tapparella opaca), risulta $g_{tot} > 0$ poiché, essendo $\alpha_e > 0$, una parte del calore assorbito dalla chiusura viene rilasciato nell'intercapedine tra tapparella e vetro e quindi trasmesso per conduzione, convezione ed irraggiamento (ad alta lunghezza d'onda) verso l'interno.

Esempio: persiane alla genovese

Doppio vetro basso emissivo con argon: **$g_{gl,n} = 0.59$**

$$U_g = 1.2 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Persiane stecche verdi scure:

$$\tau_{e,B} = 0.1 \text{ (favore di sicurezza)}$$

$$\rho_{e,B} = 0.3$$

$$\alpha_{e,B} = 1 - 0.1 - 0.3 = 0.6$$

Correzione stecche a 45°:

$$\tau_{e,B,corr} = 0.65 \cdot 0.1 + 0.15 \cdot 0.3 = 0.11$$

$$\rho_{e,B,corr} = 0.3 \cdot (0.75 + 0.7 \cdot 0.1) = 0.25$$

$$\alpha_{e,B,corr} = 1 - 0.11 - 0.25 = 0.64$$

Schermatura esterna:

$$G_1 = 5 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$G_2 = 10 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$G_{ext} = (1.2^{-1} + 5^{-1} + 10^{-1})^{-1} = 0.88 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$g_{gl+sh} = 0.11 \cdot 0.59 + 0.64 \cdot 0.88 / 10 + 0.11 \cdot (1 - 0.59) \cdot 0.88 / 5 = \mathbf{0.13}$$

Schermatura interna

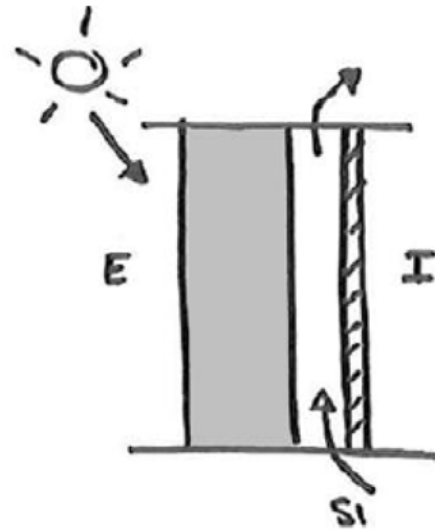
$$g_{\text{tot}} = g(1 - g \cdot \rho_{e,B} - \alpha_{e,B} \frac{G_{\text{int}}}{G_3})$$

where

$$\alpha_{e,B} = 1 - \tau_{e,B} - \rho_{e,B};$$

$$G_3 = 30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K});$$

$$G_{\text{int}} = \left(\frac{1}{U_g} + \frac{1}{G_3} \right)^{-1}$$



Schermatura integrata

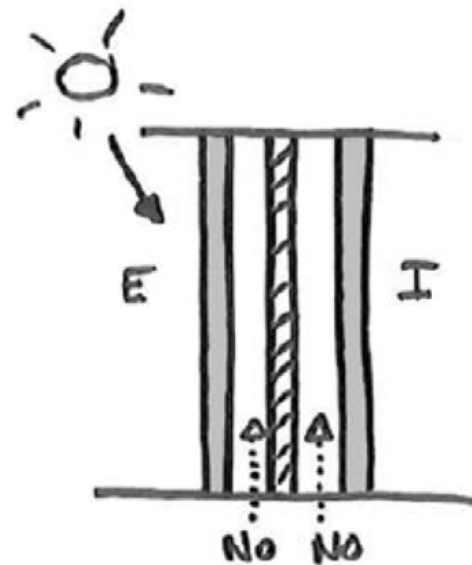
$$g_{\text{tot}} = g \cdot \tau_{e,B} + g \left[\alpha_{e,B} + (1 - g) \rho_{e,B} \right] \frac{G_{\text{integr}}}{G_4}$$

where

$$\alpha_{e,B} = 1 - \tau_{e,B} - \rho_{e,B};$$

$$G_4 = 3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K});$$

$$G_{\text{integr}} = \left(\frac{1}{U_g} + \frac{1}{G_4} \right)^{-1}$$



Esempio scheda tecnica tende

protezione solare

cod. 6571/657L LowE

Soltis/92

TIPOLOGIA: tessuto in poliestere spalmato PVC.

CARATTERISTICHE: Il tessuto è prodotto secondo la tecnologia esclusiva brevettata Pricorfrant. Il tessuto viene tenuto in trazione durante tutto il ciclo di fabbricazione dandogli un'elevatissima stabilità dimensionale, permettendo al materiale di non deformarsi durante la posa o l'utilizzo. Il tessuto ha una garanzia di 5 anni.

UTILIZZI: Ideale per tende fibrati per esterni, tende da veranda, verande e vele di ombreggiatura.



protezione solare

cod. 6571/657L LowE

colori

Bronzo 2043	Grigio 2011
Azzurro chiaro 2072	Grigio 2023
Blu 2009	Grigio 2069
Verde 2008	Grigio 2022
Verde 2007	Azzurro 2040
Verde 2016	Antracite 2047
Verde 2019	Nero 2053
Verde 2020	Grigio iridescente rosso/verde 2065
Verde 2035	Grigio iridescente grigio/azzurro 2070
Verde 2039	Alluminio 2045
Lavanda 2005	Alluminio 2048
Acciaio 2021	Alluminio/bianco 2061 LowE
Blu 2032	Alluminio/alluminio 2063 LowE
Blu 2031	Alluminio/bianco 2051
Blu 2030	Alluminio/beige 2046
Bordeaux 2042	Alluminio/grigio 2074

TS: Trasmissione solare in %
RS: Riflessione solare in %
AS: Assorbimento solare in %
TS+RS+AS = 100% dell'energia
incidente
TV n-h: Trasmissione luce visibile
normale-emissioni in %

TV n-n: Trasmissione luce visibile
normale-normale in %
 g_{ext} : Fattore solare esterno
 g_{int} : Fattore solare interno
A: Facciaia alluminio esposta al sole
B: Facciaia a colori esposta al sole

Proprietà solari e luce (secondo la norma EN 14501)

colori	TS	RS	AS	TV n-h	TV n-n	g_{ext}	g_{int}	codifica NCS
2001	16	62	22	13	2	0.12	0.37	1003 R 05 B
2002	11	53	36	8	4	0.09	0.39	2010 Y 30 R
2003	14	46	40	10	6	0.11	0.41	2005 Y 50 R
2004	14	54	32	9	4	0.11	0.39	1012 Y 60 R
2005	17	57	26	9	5	0.13	0.38	1030 R 70 B
2006	19	60	21	17	3	0.13	0.37	0030 Y 10 R
2007	19	60	21	18	4	0.14	0.37	1020 G 50 Y
2008	17	59	24	14	3	0.13	0.38	1020 B 90 G
2009	12	55	33	7	3	0.10	0.39	1020 B 30 G
2010	14	57	29	13	3	0.11	0.38	1502 B
2011	9	42	49	8	4	0.08	0.42	2502 B
2012	11	44	45	4	4	0.10	0.42	4010 Y 30 R
2013	18	57	25	16	4	0.14	0.38	0040 Y 20 R
2014	12	44	44	6	4	0.10	0.42	2040 Y 80 R
2016	11	37	52	8	5	0.10	0.44	3010 G 30 Y
2019	11	38	51	5	3	0.10	0.44	3030 B 70 G
2020	9	28	63	4	4	0.09	0.47	3050 B 60 G
2021	7	30	63	4	3	0.08	0.48	4030 R 90 B
2022	6	25	69	4	4	0.08	0.48	5010 R 70 B
2023	7	32	61	6	5	0.08	0.48	3502 R
2024	20	53	27	16	4	0.15	0.40	0765 Y 17 R
2025	18	46	36	8	4	0.14	0.42	2060 Y 40 R
2027	17	44	39	5	4	0.13	0.42	1473 Y 95 R
2030	12	29	59	3	3	0.11	0.47	5050 R 70 B
2031	13	33	54	5	4	0.12	0.46	3060 R 80 B
2032	13	39	48	4	3	0.11	0.43	2090 R 90 B
2035	4	14	82	3	3	0.07	0.51	4837 B 77 G
2037	8	34	58	5	4	0.09	0.45	3040 Y 20 R
2039	3	8	89	3	3	0.07	0.53	8010 B 90 G
2040	10	13	77	10	8	0.11	0.52	6020 R 90 B
2042	7	18	75	3	2	0.08	0.50	5040 R 20 B
2043	2	12	86	2	3	0.06	0.52	7404 Y 51 R
2044	20	70	10	19	5	0.14	0.34	0601 Y 17 R
2045	3	35	62	3	3	0.05	0.45	/
2046 - A	9	48	43	8	3	0.08	0.41	/
2046 - B	9	63	28	8	3	0.07	0.36	/
2047	5	8	87	5	4	0.08	0.53	/
2048	8	46	46	8	3	0.08	0.41	/
2051 - A	10	50	40	10	3	0.09	0.40	/
2051 - B	9	70	21	9	3	0.07	0.34	/
2053	3	6	91	3	3	0.07	0.54	8500 N
2061 LowE - A	4	70	26	4	3	0.04	0.34	/
2061 LowE - B	4	71	25	4	3	0.04	0.33	/
2063 LowE	5	69	26	4	4	0.04	0.34	/
2065	10	46	44	7	4	0.09	0.41	/
2069	6	24	70	5	4	0.07	0.48	4502 B
2070	5	38	57	3	3	0.06	0.44	/
2072	17	59	24	11	4	0.12	0.38	1020 B
2074 - A	4	38	58	4	3	0.06	0.44	/
2074 - B	4	25	71	4	3	0.07	0.48	/
2088	9	39	52	4	3	0.09	0.43	/
2089	13	39	48	9	5	0.11	0.44	/
2090	5	13	82	3	2	0.08	0.52	7020 Y 40 R
2175	19	64	17	16	3	0.13	0.36	/

Le caratteristiche tecniche menzionate sono dei valori medi dati a titolo indicativo e suscettibili di modifiche.
* I dati relativi alla lunghezza dei rotoli sono indicativi e possono variare in funzione delle esigenze di fabbricazione.

I colori utilizzati sono puramente indicativi e non vincolanti.

Tapparella esterna VELUX SML, SSL, SHL, SST, SCL

Esempio

Scheda tecnica chiusura oscurante



Descrizione del prodotto

Tapparella esterna per finestre per tetti VELUX con funzione di protezione totale ed oscuramento.

Realizzata con un telo di solide lamelle in alluminio coibentate con schiuma isolante che assicura un'ottimale isolamento termico ed acustico.

È conforme al:

- Decreto attuativo DPR 59/2009 e successivo Decreto Requisiti minimi 26/6/2015
- D.Lgl 311/2006 - all'allegato M
- Marcatura CE

Prestazioni tecniche— Tapparelle installate

	Trasmittanza termica Finestra	Trasmittanza termica totale Finestra + Tapparella	Fattore solare Finestra	Fattore solare totale Finestra + Tapparella	Classificazione energetica Finestra + Tapparella
	U_w [W/m²K]	U_{w+sh} [W/m²K]	g [%]	g_{tot} [%]	Classe
Standard stratificata --70	1,3	1,09	0,46	0,06	4
Energy --68	1,1	0,94	0,52	0,04	4
Performance --62	0,83	0,74	0,52	0,03	4
Tripla Protezione --86 (--66)	1,0	0,87	0,51	0,03	4
Antieffrazione --70Q	1,3	1,09	0,63	0,06	4
Per ambienti non accessibili -- 50	1,3	1,09	0,46	0,06	4
Energy --60	1,3	1,09	0,30	0,06	4

Standard di riferimento

EN ISO 12567-2

EN 12567-2

EN 410

EN 13363-2

EN 14501:2006

5.3.3 Verifica del g_{gl+sh}

Il **DM 28-10-2025** (requisiti minimi, analogamente a quanto era previsto dal DM 26-06-2015) prevede che, nel caso di *ristrutturazione importante di secondo livello* e di *riqualificazione energetica*, è necessario verificare che per le **chiusure tecniche trasparenti** delimitanti il volume climatizzato verso l'esterno con orientamento da Est a Ovest, passando per Sud risulti:

$$g_{gl+sh} \leq 0.35$$

$g_{gl+sh} = g_{tot}$ = trasmittanza di energia solare totale del componente vetrato quando la schermatura solare è utilizzata (calcolato con il $g_{gl,n}$), calcolato secondo le norme **UNI EN ISO 52022-1, UNI EN ISO 52022-3, UNI EN 14501**).

Tabella 5- Valore del fattore di trasmissione solare totale g_{gl+sh} per componenti finestrati con orientamento da Est a Ovest passando per Sud, in presenza di una schermatura mobile.

Zona climatica	g_{gl+sh}	
	2015 ⁽¹⁾	2021 ⁽²⁾
Tutte le zone	0,35	0,35

⁽¹⁾ dal 1 luglio 2015 per tutti gli edifici

⁽²⁾ dal 1 gennaio 2021 per tutti gli edifici

Ai fini del soddisfacimento del requisito, nel calcolo è possibile tener conto di qualsiasi tipologia di schermatura, cioè **anche dell'eventuale contributo delle chiusure oscuranti**, oltre che delle schermature mobili.

La FAQ MISE 2.34, agosto 2016 aggiunge che il soddisfacimento del requisito sul valore del fattore di trasmissione solare totale può essere verificato anche in assenza di schermatura, attraverso le *sole caratteristiche della componente finestrata*.

5.3.4 Schermature mobili: detrazioni fiscali

Ecobonus



Vademecum: Schermature solari e chiusure oscuranti
Aggiornamento: 25/01/2021



SCHEMATURE SOLARI E CHIUSURE OSCURANTI (art. 14 del D.L. 63/2013 e ss.mm.ii.)

TIPOLOGIA DI INTERVENTO:

Sono agevolabili l'acquisto e la posa in opera di schermature solari e/o chiusure tecniche mobili oscuranti elencate nell'allegato M al D.Lgs. 311/2006, montate in modo solidale all'involucro edilizio o ai suoi componenti e installate all'interno, all'esterno o integrate alla superficie vetrata.

Chi può accedere?	Tutti i contribuenti che: - sostengono le spese di riqualificazione energetica; - possiedono un diritto reale sulle unità immobiliari costituenti l'edificio. Per le spese sostenute negli anni 2020 e 2021, i contribuenti, in alternativa all'utilizzo diretto della detrazione fiscale, possono optare ¹: - per la cessione del credito; - per lo sconto in fattura.
Per quali edifici?	Gli edifici che, alla data d'inizio dei lavori, siano “esistenti”, ossia accatastati o con richiesta di accatastamento in corso, e in regola con il pagamento di eventuali tributi.
Entità del beneficio	Aliquota di detrazione: 50% delle spese totali sostenute ². Limite massimo di detrazione ammissibile: 60.000 euro per unità immobiliare.



Requisiti tecnici dell'intervento

- È agevolabile l'installazione di **sistemi di schermatura di cui all'allegato M** al D.lgs. 311/2006³.
- Le schermature devono essere:
 - applicate **in modo solidale** con l'involucro edilizio e non liberamente montabili/smontabili dall'utente;
 - **a protezione di una superficie vetrata**;
 - installate **all'interno o all'esterno della superficie vetrata**;
 - **mobili**;
 - schermature **"tecniche"**.
- Le **"chiusure oscuranti"** possono essere **in combinazione con vetrate o autonome** (aggettanti). Nel caso di sola sostituzione di chiusure oscuranti, la nuova installazione deve possedere un valore della resistenza termica supplementare superiore a quella della precedente installazione affinché venga conseguito un risparmio energetico.
- Per le **"schermature solari"** (ad esempio tende da sole, veneziane, tende a rullo, tende a bracci) sono ammessi **gli orientamenti da EST a OVEST passando per SUD** e sono pertanto esclusi NORD, NORD-EST e NORD-OVEST. Per le **"chiusure oscuranti"** (ad esempio persiane, avvolgibili, tapparelle) sono ammessi **tutti gli orientamenti**.
- Le schermature solari devono possedere un valore del **fattore di trasmissione solare totale** accoppiato al tipo di vetro della superficie vetrata protetta **inferiore o uguale a 0,35** valutato con riferimento al vetro tipo C secondo la norma UNI EN 14501.

Devono essere rispettate, inoltre, le pertinenti norme nazionali e locali vigenti in materia urbanistica, edilizia, di efficienza energetica e di sicurezza (impianti, ambiente, lavoro).

Vetro tipo C secondo **UNI EN 14501** "Tende e chiusure oscuranti - Benessere termico e visivo - Caratteristiche prestazionali e classificazione".

A.2.3 Glazing C

Double glazing (4 mm + 16 mm space + 4 mm), with low emissivity coating in position 3 (outer surface of the inner pane), space filled with 90 % argon.

Table A.5 — Glazing C — Thermal properties

U W/(m ² K)	g	τ_e	ρ_e	ρ'_e	τ_v	ρ_v	ρ'_v
1,2	0,59	0,49	0,29	0,27	0,80	0,15	0,10

N.B.

Nel caso delle detrazioni fiscali, $\mathbf{g_{tot} = g_{gl+sh}}$ è valutato *in relazione ad un vetro di riferimento (Glazing C)* e non con riferimento al vetro a cui la schermatura è applicata proprio per caratterizzare il comportamento della schermatura stessa!!

5.3.5 Verifica dell'area solare estiva equivalente

Il **DM 28-10-2025** (requisiti minimi, senza nessun cambiamento rispetto a quanto era previsto dal DM 26-06-2015) prevede verifiche al fine di limitare il carico termico dell'edificio dovuto alla radiazione solare estiva. Nel caso di *nuova costruzione* e di *ristrutturazione importante di primo livello*:

- il progettista, al fine di limitare i fabbisogni energetici per la climatizzazione estiva e di contenere la temperatura interna degli ambienti, valuta puntualmente e documenta *l'efficacia dei sistemi schermanti delle superfici vetrate, esterni o interni*, tali da ridurre l'apporto di calore per irraggiamento solare;
- con riferimento all'intero edificio, è necessario verificare che il rapporto tra l'area solare equivalente estiva $A_{sol,est}$ e l'area della superficie utile dell'edificio $A_{sup,utile}$ risulti:
 -) $A_{sol,est}/A_{sup,utile} < 0.030$ edifici E.1, eccetto residenze collettive e alberghi
 -) $A_{sol,est}/A_{sup,utile} < 0.040$ altri edifici

L'area $A_{sol,est}$ è calcolata come sommatoria delle aree equivalenti estive $A_{sol,est,k}$ di ogni componente vetrato:

$$A_{sol,est} = \sum_k A_{sol,est,k}$$

$$A_{sol,est,k} = F_{sh,ob,k} g_{gl+sh,k} (1 - F_{F,k}) A_{w,k} F_{sol,est,k}$$

$F_{sh,ob,k}$ = fattore di riduzione per ombreggiatura relativo ad ostacoli esterni per l'area di captazione solare effettiva del k-esimo componente vetrato, riferito al mese di luglio

$g_{gl+sh,k}$ = trasmittanza di energia solare totale della k-esimo componente vetrato calcolata nel mese di luglio , quando la schermatura solare è utilizzata (è calcolata con il g_{gl} della UNI/TS 11300-1, ovvero tenendo conto del fattore di esposizione F_w)

$F_{F,k}$ = fattore telaio del k-esimo componente vetrato

$A_{w,k}$ = area del k-esimo componente finestrato

$F_{sol,est,k}$ = fattore di correzione per l'irraggiamento incidente del k-esimo componente vetrato, ricavato come rapporto tra l'irradianza media nel mese di luglio, nella località e sull'esposizione considerata, e l'irradianza media annuale di Roma, sul piano orizzontale

La verifica di $A_{sol,est}/A_{sup,utile}$ si effettua per unità immobiliare e non per intero fabbricato (FAQ MISE 01/10/2015).

Osservazione

Il parametro $A_{sol,est}/A_{sup,utile}$ interviene anche nella certificazione energetica degli edifici al fine di determinare la qualità della prestazione estiva dell'involucro edilizio.

Essa viene definita in base alla **trasmittanza termica periodica Y_{IE}** e all'**area solare equivalente estiva per unità di superficie utile $A_{sol,est}/A_{sup,utile}$** .

Tabella 4 - Indicatore della prestazione energetica estiva dell'involucro, al netto dell'efficienza degli impianti presenti.

Prestazione estiva dell'involucro		Qualità	Indicatore
$A_{sol,est}/A_{sup,utile} \leq 0,03$	$Y_{IE} \leq 0,14$	alta	
$A_{sol,est}/A_{sup,utile} \leq 0,03$	$Y_{IE} > 0,14$	media	
$A_{sol,est}/A_{sup,utile} > 0,03$	$Y_{IE} \leq 0,14$		
$A_{sol,est}/A_{sup,utile} > 0,03$	$Y_{IE} > 0,14$	bassa	

5.4 AREA DI CAPTAZIONE SOLARE EFFETTIVA DEI COMPONENTI OPACHI

L'**area di captazione solare effettiva** di un **componente opaco** dell'involucro $A_{sol,op}$ può essere calcolata con la seguente formula:

$$A_{sol,op} = \alpha_{sol,c} R_{se} U_{c,eq} A_c$$

$\alpha_{sol,c}$ = fattore di assorbimento alla radiazione solare del componente opaco

R_{se} = resistenza termica superficiale esterna del componente opaco da **UNI EN ISO 6946:2008** [m^2K/W]

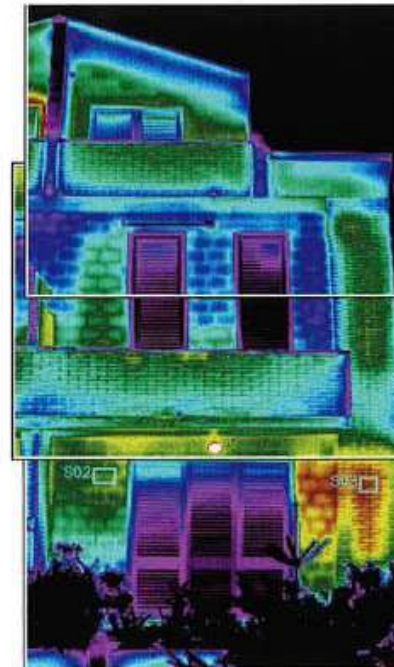
$U_{c,eq}$ = trasmittanza termica equivalente del componente opaco [W/m^2K]

A_c = area (proiettata, non sviluppata) del componente opaco [m^2]

Termografia di una facciata esposta a sud: le zone ombreggiate sono a temperatura superficiale inferiore.

N.B.

Il fatto di utilizzare le *dimensioni interne o esterne* per la valutazione del disperdimento per trasmissione attraverso i componenti opachi influenza il valore di A_c e quindi il contributo degli apporti solari!!!



In assenza di dati di progetto attendibili o comunque di informazioni più precise il **fattore di assorbimento** alla radiazione solare di un componente opaco $\alpha_{sol,c}$ può essere assunto in base al seguente prospetto (da **UNI EN ISO 13791:2012** "Prestazione termica degli edifici. Calcolo della temperatura interna estiva di un locale in assenza di impianti di climatizzazione. Criteri generali e procedure di validazione" (abrogata)).

colore della superficie esterna	$\alpha_{sol,c}$
chiaro	0.3
medio	0.6
scuro	0.9

Reagan J.A. e Acklam D.M. nell'articolo "Solar Reflectivity of Common Building Materials and its Influence on the Roof Heat Gain of Typical Southwestern USA Residences" pubblicato sulla rivista internazionale "Energy and Buildings" Vol. 2, pp. 237-248, 1979, consigliano i seguenti valori:

- **molto scuro** ($\alpha_c = 0.9$) solo per superfici nere, marrone scuro o verde/blu scuro;
- **scuro** ($\alpha_c = 0.75$, valore che non trova riscontro in Tabella essendo esattamente a metà tra 0.6 e 0.9), per marrone, legno, mattone, pietra, asfalto, bitume;
- **medio** ($\alpha_c = 0.55$) per i colori forti: mattoni, rosa antico, legno, rosso forte;
- **chiaro** ($\alpha_c = 0.35$) per la maggioranza dei colori "pastello" che si utilizzano per le facciate degli edifici indipendentemente dalla tinta;
- **molto chiaro** ($\alpha_c = 0.25$) pitture bianche.



chiaro



medio