

IL CRITERIO È APPLICABILE AD INTERVENTI CON AREE VERDI DI DIMENSIONE SIGNIFICATIVA. PER L'ANALISI DI PROGETTI SENZA TALI REQUISITI IL CRITERIO È DA DISATTIVARE OVVERO DA ESCLUDERE DALLA VALUTAZIONE COMPLESSIVA. IN CASO DI DISATTIVAZIONE PRODURRE LA DOCUMENTAZIONE NECESSARIA AD ATTESTARE LA NON APPLICABILITÀ DEL CRITERIO.

1. Calcolare il fabbisogno di riferimento base (A) per irrigazione considerando un volume d'acqua a metro quadro di area irrigata pari a 0,4 m³/m² annui.

- Individuare le aree verdi appartenenti al lotto di intervento e misurare l'estensione superficiale complessiva, S_v [m²];
- Calcolare il fabbisogno idrico di riferimento (A) per l'irrigazione di tali aree verdi tramite la seguente formula:

$$F_{irr, std} = S_v \cdot F_{sp, std} \quad (1)$$

dove:

$F_{irr, std}$ = fabbisogno idrico annuale standard per irrigazione, [m³/anno];

S_v = estensione superficiale complessiva delle aree verdi di pertinenza, [m²];

$F_{sp, std}$ = fabbisogno idrico standard per l'irrigazione di un metro quadro di area verde, pari a 0,4, [m³/m² anno].

2. Calcolare la quantità effettiva di acqua potabile annua risparmiata per l'irrigazione delle aree verdi di pertinenza (B).

- Nel caso la sistemazione del verde preveda piantumazioni particolari per le quali il fabbisogno irriguo sia minore di quello standard, procedere come segue. Altrimenti passare direttamente al passaggio successivo;
- Calcolare il fabbisogno effettivo d'acqua delle specie vegetali piantumate, ovvero:
 - Individuare le specifiche tipologie di sistemazioni a verde previste (ad es. prato, cespugli, tetti verdi...);
 - Individuare l'estensione superficiale S_i [m²] dell'area occupata da ogni tipologia di sistemazione i-esima;
 - Attribuire ad ogni tipologia di sistemazione a verde un fabbisogno idrico specifico $F_{sp, i}$ [m³/m² anno];
 - Calcolare il fabbisogno effettivo d'acqua per l'irrigazione delle aree verdi di progetto tramite la formula:

$$F_{irr} = \sum_{i=1}^n (S_i \cdot F_{sp, i}) \quad (2)$$

dove:

F_{irr} = fabbisogno idrico effettivo annuale per irrigazione, [m³/anno];

S_i = superficie dell'area occupata dall'i-esima tipologia di sistemazione a verde, [m²]

$F_{sp, i}$ = fabbisogno idrico specifico della i-esima tipologia di sistemazione [m³/m² · anno]

Nel caso siano in progetto vi siano sistemazioni a verde caratterizzate da piantumazioni con un fabbisogno irriguo inferiore a quello di riferimento, la quantità d'acqua risparmiata $V_{ris i}$ [m³/anno] rispetto alla situazione standard sarà pari a:

$$V_{ris_i} = F_{irr_std} - F_{irr} \quad (3)$$

- Nel caso sia previsto in progetto l'impiego di sistemi per la raccolta e il riuso di acqua non potabile per fini irrigui, calcolarne il contributo ovvero consultare la relativa documentazione tecnica di progetto e ricavare il volume di acqua potabile $V_{ris_{ii}}$ [$m^3/anno$] che verrà risparmiato per l'irrigazione del verde pertinenziale grazie all'uso di tale strategia.

Nota 1: Nel calcolo del volume di acqua non potabile raccolta e destinata all'irrigazione occorre tenere conto del reale periodo di necessità di irrigazione delle aree verdi.

Nota 2: Nel caso di impianto di raccolta e riutilizzo delle acque non potabili (grigie, meteoriche, da impianti, etc.) se la cisterna di raccolta è destinata ad alimentare anche la rete per utilizzi indoor, il calcolo del volume di acqua destinata all'irrigazione deve tenere conto sia della proporzione tra i due fabbisogni sia di eventuali priorità assegnate alla gestione dell'acqua raccolta.

- Calcolare la quantità effettiva di acqua potabile risparmiata V_{ris} per l'irrigazione delle aree verdi di pertinenza (B), sommando i contributi calcolati nei passaggi precedenti:

$$V_{ris} = V_{ris_i} + V_{ris_{ii}} \quad (4)$$

dove:

V_{ris_i} = volume di acqua potabile risparmiato grazie all'utilizzo di speciali piantumazioni a basso fabbisogno idrico, [$m^3/anno$];

$V_{ris_{ii}}$ = volume di acqua potabile risparmiato derivante dall'impiego di acqua non potabile, [$m^3/anno$].

3. Calcolare il rapporto tra il volume di acqua potabile risparmiato e quello necessario per soddisfare il fabbisogno di acqua per irrigazione: $B/A \times 100$

- Calcolare il valore dell'indicatore di prestazione come rapporto percentuale tra il volume V_{ris} [$m^3/anno$] di acqua potabile risparmiato (B) e quello di riferimento (A) necessario per soddisfare il fabbisogno di acqua per irrigazione F_{irr_std} [$m^3/anno$]:

$$Indicatore = \frac{B}{A} \cdot 100 = \frac{V_{ris}}{F_{irr_std}} \cdot 100 \quad (5)$$

Confrontare il valore calcolato con i benchmark della scala di prestazione e attribuire il punteggio.

- Il punteggio da attribuire al criterio si ricava per interpolazione lineare rispetto ai valori della scala di prestazione.

Contenuti minimi della "Relazione tecnica Protocollo ITACA"

Per la validazione del calcolo dell'indicatore di prestazione, la relazione tecnica deve presentare i seguenti contenuti:

- Tabella riassuntiva dei calcoli eseguiti per determinare il valore dell'indicatore di prestazione.

Acqua potabile

Acqua potabile per irrigazione

Documenti di supporto alla comprensione del progetto

Per consentire un eventuale approfondimento sul progetto da parte del validatore inviare quanto segue:

- Elaborati grafici di progetto quotati (planimetria generale).
- Relazione tecnica sullo studio e sui risparmi, se presenti, dovuto alle particolari piantumazioni previste in progetto.
- Relazione tecnica sull'impianto di recupero e riutilizzo delle acque non potabili, se presente, con la quantificazione di dettaglio delle acque destinate ad usi irrigui.

1. Calcolare il volume di acqua potabile (A) necessario per soddisfare il fabbisogno idrico per usi indoor, destinazione d'uso residenziale, pari a 120 litri a persona al giorno.

- Stimare il numero di abitanti previsti per l'edificio considerando:
 - Una persona per ogni camera da letto con superficie minore di 14 m²;
 - Due persone per ogni camera da letto con superficie maggiore o uguale a 14 m².
- Calcolare il volume di acqua potabile di riferimento (A) necessario per soddisfare annualmente il fabbisogno idrico per usi indoor degli abitanti dell'edificio, tramite la seguente formula:

$$F_{ind, std} = \frac{ab \cdot F_{pc, std} \cdot n_{gg}}{1000} \quad (1)$$

dove:

$F_{ind, std}$ = fabbisogno idrico annuale standard per gli usi indoor, [m³/anno];

ab = numero di abitanti previsti per l'edificio in progetto, [-];

$F_{pc, std}$ = fabbisogno idrico pro capite standard per usi indoor, pari a 120, [(litri/gg)·ab];

n_{gg} = numero di giorni del periodo di calcolo, pari a 365, [-].

2. Calcolare la quantità effettiva di acqua potabile annua risparmiata (B).

- Nel caso sia prevista l'installazione di apparecchiature per la riduzione dei consumi di acqua atti a diminuire il fabbisogno rispetto a quello di riferimento (come ad esempio aeratori frangi getto, riduttori di flusso, scarichi a doppio tasto per i wc, etc.), procedere nel calcolo del volume annuale di acqua potabile risparmiata, altrimenti passare al punto successivo. Per il calcolo di tale volume procedere come segue:
 - Consultare le specifiche di progetto relative agli impianti e ai sistemi di erogazione dell'acqua ed individuare le eventuali tecnologie/apparecchiature previste e lo specifico coefficiente di riduzione dei consumi R [%];
 - Calcolare il volume annuale di acqua potabile risparmiata moltiplicando il fabbisogno idrico di ciascuna attività domestica per il relativo coefficiente di riduzione dei consumi:

$$V_{ris, i} = \frac{\sum (V_i \cdot R_i) \cdot ab \cdot n_{gg}}{1000} \quad (2)$$

dove:

$V_{ris, i}$ = acqua potabile risparmiata grazie alle soluzioni tecnologiche adottate, [m³/anno];

V_i = acqua pro capite necessaria giornaliera per l'attività domestica i-esima, [l/ab·gg];

R_i = coefficiente di riduzione dei consumi idrici per l'attività domestica i-esima, [%];

ab = numero di abitanti previsti per l'edificio in progetto, [-];

n_{gg} = numero di giorni del periodo di calcolo, pari a 365, [-].

Nella tabella B.5.2.a sono riassunti i consumi idrici pro-capite di riferimento per le principali attività domestiche e i relativi valori dei coefficienti di riduzione dei consumi R da prendere come riferimento nel caso di aeratori frangigetto per rubinetti e docce e sciacquoni a doppio tasto per i WC.

Nota 1: qualora il progetto preveda l'adozione di tecnologie diverse da quelle indicate, o caratterizzate da un diverso valore del coefficiente di riduzione R, è necessario allegare la relativa documentazione tecnica a supporto dei valori utilizzati nei calcoli.

Utilizzo indoor	Consumo V [l/ab · gg]	R [%]	Risparmio [l/ab · gg]
Usi alimentari (cottura cibi bevande)	4,8	0	0
Lavaggio biancheria	30	0	0
Lavaggio stoviglie	4,8	10	0,48
Pulizia abitazione	7,2	10	0,72
Igiene personale (escluso bagno/doccia)	13,2	10	1,32
WC	30	35	10,5
Bagno, doccia	30	7	2,1
Totale	120		15,12

Tabella B.5.2.a – Consumo idrico pro-capite per le principali attività domestiche e risparmio ottenuto grazie all'installazione degli aeratori frangi getto e degli sciacquoni a doppi tasto.

- Nel caso sia previsto in progetto l'impiego di sistemi per la raccolta e il riuso di acqua non potabile per usi indoor (risciacquo dei WC e alimentazione delle lavatrici), calcolarne il contributo ovvero consultare la relativa documentazione tecnica di progetto e ricavare il volume di acqua potabile $V_{ris\ ii}$ [m³/anno] che verrà risparmiato grazie all'uso di tale strategia.

Nota 1: Nel caso di impianto di raccolta e riutilizzo delle acque non potabili (grigie, meteoriche, da impianti, etc.) per usi indoor, se la cisterna di raccolta è destinata ad alimentare anche la rete di irrigazione delle aree verdi esterne, il calcolo del volume di acqua destinata ad usi indoor deve tenere conto sia della proporzione tra i due fabbisogni sia di eventuali priorità assegnate alla gestione dell'acqua raccolta.

- Calcolare la quantità effettiva di acqua potabile risparmiata V_{ris} per utilizzi domestici (B) sommando i contributi calcolati nei passaggi precedenti:

$$V_{ris} = V_{ris\ i} + V_{ris\ ii} \quad (3)$$

dove:

$V_{ris\ i}$ = volume di acqua potabile risparmiato grazie all'utilizzo tecnologie per la riduzione dei consumi, [m³/anno];

$V_{ris\ ii}$ = volume di acqua potabile risparmiato derivante dall'impiego di acqua non potabile, [m³/anno].

3. Calcolare il rapporto tra il volume di acqua potabile risparmiato e quello necessario per soddisfare il fabbisogno idrico per usi indoor: $B/A \times 100$

- Calcolare il valore dell'indicatore di prestazione come rapporto percentuale tra il volume V_{ris} [m³/anno] di acqua potabile risparmiato (B) e quello di riferimento (A) necessario per soddisfare il fabbisogno di acqua per usi indoor $F_{ind\ std}$ [m³/anno]:

Acqua potabile

Acqua potabile per usi indoor

$$\text{Indicatore} = \frac{B}{A} \cdot 100 = \frac{V_{ris}}{F_{ind, std}} \cdot 100 \quad (4)$$

4. Confrontare il valore calcolato con i benchmark della scala di prestazione e attribuire il punteggio.

- Il punteggio da attribuire al criterio si ricava per interpolazione lineare rispetto ai valori della scala di prestazione.

Contenuti minimi della “Relazione tecnica Protocollo ITACA”

Per la validazione del calcolo dell'indicatore di prestazione, la relazione tecnica deve presentare i seguenti contenuti:

- Tabella riassuntiva dei calcoli eseguiti per determinare il valore dell'indicatore di prestazione.

Documenti di supporto alla comprensione del progetto

Per consentire un eventuale approfondimento sul progetto da parte del validatore inviare quanto segue:

- Elaborati grafici di progetto quotati (planimetria generale, piante, sezioni trasversali, sezioni longitudinali, prospetti, dettagli costruttivi).
- Relazione tecnica sull'impianto di recupero e riutilizzo delle acque non potabili, se presente, con la quantificazione di dettaglio delle acque destinate ad usi indoor.

Energia netta per il raffrescamento

IL CRITERIO È APPLICABILE UNICAMENTE AD INTERVENTI DI NUOVA COSTRUZIONE. PER L'ANALISI DI PROGETTI DI RISTRUTTURAZIONE IL CRITERIO È DA DISATTIVARE OVVERO DA ESCLUDERE DALLA VALUTAZIONE COMPLESSIVA.

1. Calcolare l'indice di prestazione energetica per il raffrescamento estivo dell'involucro edilizio ($EP_{e,inv}$) secondo le indicazioni contenute nel D.P.R. 59/09¹⁶ e secondo la procedura descritta nella norma UNI TS 11300-1¹⁷ (B).

- Calcolare l'indice di prestazione energetica per il raffrescamento estivo dell'involucro edilizio sulla base della procedura descritta dalla norma UNI TS 11300-1.

L'indice di prestazione energetica per il raffrescamento estivo dell'involucro edilizio è dato dalla seguente formula:

$$EP_{e,inv} = \frac{\sum_{i=1}^n (Q_{int} + Q_{sol}) - \eta_{C,ls} \cdot (Q_{C,tr} + Q_{C,ve})}{S_u} \tag{1}$$

dove:

- Q_{int} = apporti termici interni, [kWh];
- Q_{sol} = apporti termici solari, [kWh];
- $Q_{C,tr}$ = scambio termico per trasmissione, [kWh];
- $Q_{C,ve}$ = scambio termico per ventilazione, [kWh];
- $\eta_{C,ls}$ = fattore di utilizzazione delle dispersioni termiche, [-];
- n = numero di giorni di raffrescamento, [-];
- S_u = superficie utile di pavimento raffrescata, [m²].

Per il calcolo delle singole voci presenti nella formula si rimanda alle indicazioni specifiche della norma UNI TS 11300-1¹⁸.

2. Calcolare l'indice di prestazione energetica per il raffrescamento estivo dell'involucro edilizio limite ($EP_{e,inv,lim}$) da D.P.R. 59/09 (A).

- Selezionare, in relazione alla zona climatica e alla destinazione d'uso dell'edificio, il valore di $EP_{e,inv}$ limite di legge per l'edificio considerato ($EP_{e,inv,lim}$). Nella tabella B.6.2.a vengono riportati i valori limite di legge $EP_{e,inv,lim}$ previsti dal D.P.R. 59/09 in funzione della zona climatica.

Tipo edificio	Zona climatica					
	A	B	C	D	E	F
Residenziale (kWh/m ²)	40	40	30	30	30	30

Tabella B.6.2.a: Valori $EP_{e,inv,lim}$ previsti dal D.P.R. 59/09.

¹⁶ Decreto del Presidente della Repubblica 2 aprile 2009, n. 59 - Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.

¹⁷ UNI/TS 11300-1 - Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale

¹⁸ Il dato dell'indice di prestazione energetica per il raffrescamento estivo $EP_{e,inv}$ è fornito dai software di calcolo per le verifiche energetiche. Tali software devono essere coerenti con quanto disposto nel DM 26/06/09.

Energia netta per il raffrescamento

3. Calcolare il rapporto percentuale tra l'indice di prestazione energetica per il raffrescamento estivo dell'involucro ($EP_{e,inv}$) dell'edificio da valutare e l'indice di prestazione energetica per il raffrescamento estivo dell'involucro edilizio limite ($EP_{e,inv,lim}$).

- Calcolare il rapporto fra il valore dell'indice di prestazione energetica (B) per il raffrescamento estivo dell'involucro $EP_{e,inv}$ di progetto e il valore dell'indice di prestazione energetica (A) per il raffrescamento estivo dell'involucro edilizio limite $EP_{e,inv,lim}$ ed esprimerlo in percentuale:

$$Indicatore = \frac{B}{A} \cdot 100 = \frac{EP_{e,inv}}{EP_{e,inv,lim}} \cdot 100 \quad (2)$$

dove:

$EP_{e,inv}$ = indice di prestazione energetica per il raffrescamento estivo dell'involucro edilizio dell'edificio da valutare, [kWh/m²];

$EP_{e,inv,lim}$ = indice di prestazione energetica per il raffrescamento estivo dell'involucro edilizio limite, [kWh/m²].

4. Confrontare il valore calcolato con i benchmark della scala di prestazione e attribuire il punteggio.

- Il punteggio da attribuire al criterio si ricava per interpolazione lineare rispetto ai valori della scala di prestazione.

Contenuti minimi della "Relazione tecnica Protocollo ITACA"

Per la validazione dell'indicatore di prestazione, la relazione tecnica deve presentare i seguenti contenuti:

- Tabella riassuntiva dei calcoli eseguiti per determinare il valore dell'indicatore di prestazione (vedi esempio riportato in tabella B.6.2.b).

Indice di prestazione energetica per la climatizzazione estiva dell'involucro ($EP_{e,inv}$)		kWh/m ²
Zona climatica di riferimento dell'edificio		-
Indice di prestazione energetica per la climatizzazione estiva limite dell'involucro edilizio secondo il D.P.R. 59/09 ($EP_{e,inv,lim}$)		kWh/m ²

Tabella B.6.2.b- Esempio di tabella riassuntiva dei calcoli eseguiti per determinare il valore dell'indicatore di prestazione.

Documenti di supporto alla comprensione del progetto

Per consentire un eventuale approfondimento sul progetto da parte del validatore inviare quanto segue:

- Elaborati grafici di progetto quotati e con indicazione dell'orientamento (inquadramento territoriale, planimetria generale, piante, sezioni trasversali, sezioni longitudinali, prospetti).
- Relazione tecnica prevista dalla Legge 10/91 Art.28 completa dei dettagli di calcolo e dei dati di progetto, con data di redazione e firma del progettista responsabile.

Trasmittanza termica dell'involucro edilizio

1. Calcolare la trasmittanza termica media degli elementi di involucro U_m (B).

- Riportare la trasmittanza termica di tutti i componenti dell'involucro termico (opachi e trasparenti) inseriti nella relazione prevista dal D.Lgs. 192/2005 ss.mm.ii:
- Riportare la lunghezza L e la trasmittanza termica lineica ψ di tutti i ponti termici dell'involucro termico inseriti nella relazione prevista dal D.Lgs. 192/2005 ss.mm.ii.:
- Calcolare la trasmittanza termica media dell'involucro secondo la formula seguente:

$$U_m = \frac{\sum [(A_{c_i} + A_{f_i}) \cdot U_{c_i}] + \sum (A_{w_i} \cdot U_{w_i}) + \sum (L_i \cdot \Psi_i)}{\sum A_{c_i} + \sum A_{f_i} + \sum A_{w_i}} \quad (3)$$

dove:

A_{c_i} = area corrente dell'elemento d'involucro opaco, [m²];

U_{c_i} = trasmittanza termica media della parete corrente dell'elemento d'involucro opaco, [W/m²K];

A_{f_i} = area fittizia dell'elemento d'involucro opaco, [m²];

U_{f_i} = trasmittanza termica media della parete fittizia dell'elemento d'involucro opaco, [W/m²K];

L_i = lunghezza del ponte termico i-esimo, dove esiste, [m];

ψ_i = trasmittanza termica lineare del ponte termico i-esimo, dove esiste, [W/mK];

A_{w_i} = area dell'elemento d'involucro trasparente, [m²];

U_{w_i} = trasmittanza termica media dell'elemento d'involucro trasparente, [W/m²K].

2. Calcolare la trasmittanza termica corrispondente ai valori limite di legge $U_{m,lim}$ per ciascun componente di involucro.

- Selezionare, in relazione alla zona climatica e al tipo di componente, il valore di trasmittanza limite di legge dell'elemento considerato. Nella tabella B.6.3.a vengono riportati i valori limite di legge per componenti opache e trasparenti di involucro per ogni zona climatica previsti dal D.Lgs. 192/05 e ss.mm.ii.

Zona climatica	Strutture opache verticali	Coperture orizzontali o inclinate	Pavimenti verso locali non riscaldati o verso l'esterno	Chiusure trasparenti comprensive di infissi
	W/m ² K	W/m ² K	W/m ² K	W/m ² K
A	0.62	0.38	0.65	4.6
B	0.48	0.38	0.49	3.0
C	0.40	0.38	0.42	2.6
D	0.36	0.32	0.36	2.4
E	0.34	0.30	0.33	2.2
F	0.33	0.29	0.32	2.0

Tabella B.6.3.a: Valori U_{lim} previsti dal D.Lgs. 192/05 e ss.mm.ii. a partire dall'anno 2010.

3. Calcolare la trasmittanza termica media degli elementi di involucro corrispondente ai valori limite di legge $U_{m,lim}$ (A).

Trasmittanza termica dell'involucro edilizio

- Calcolare il valore di trasmittanza termica media dei componenti dell'involucro limite ($U_{m,lim}$) mediante la formula seguente:

$$U_{m,lim} = \frac{\sum [U_{c,i,lim} \cdot (A_{c_i} + A_{f_i})] + \sum (A_{w_i} \cdot U_{w,i,lim})}{\sum A_{c_i} + \sum A_{f_i} + \sum A_{w_i}} \quad (4)$$

dove:

- A_{c_i} = area corrente dell'elemento d'involucro opaco i-esimo, [m²];
- $U_{c,i,lim}$ = trasmittanza termica limite della parete corrente dell'elemento d'involucro opaco i-esimo, [W/m²K];
- A_{f_i} = area fittizia dell'elemento d'involucro opaco i-esimo, [m²];
- A_{w_i} = area dell'elemento d'involucro trasparente i-esimo, [m²];
- $U_{w,i,lim}$ = trasmittanza termica limite dell'elemento d'involucro trasparente i-esimo, [W/m²K].

4. Calcolare il rapporto percentuale tra la trasmittanza termica media di progetto degli elementi di involucro (B) e la trasmittanza termica media degli elementi di involucro corrispondente ai valori limite di legge (A).

- Calcolare il rapporto fra il valore della trasmittanza termica media U_m di progetto degli elementi di involucro (B) e il valore della trasmittanza termica media $U_{m,lim}$ degli elementi di involucro corrispondente ai valori limite di legge (A) ed esprimerlo in percentuale.

$$Indicatore = \frac{B}{A} \cdot 100 = \frac{U_m}{U_{m,lim}} \cdot 100 \quad (5)$$

dove:

- U_m = trasmittanza termica media dell'involucro dell'edificio da valutare, [W/m²K];
- $U_{m,lim}$ = trasmittanza termica media dell'involucro di riferimento, [W/m²K].

5. Confrontare il valore calcolato con i benchmark della scala di prestazione e attribuire il punteggio.

- Il punteggio da attribuire al criterio si ricava per interpolazione lineare rispetto ai valori della scala di prestazione.

Contenuti minimi della "Relazione tecnica Protocollo ITACA"

Per la validazione dell'indicatore di prestazione, la relazione tecnica deve presentare i seguenti contenuti:

- Tabella riassuntiva dei calcoli eseguiti per determinare il valore dell'indicatore di prestazione (vedi esempio riportato in tabella B.6.3.b).

Codice elemento involucro	Tipo elemento involucro (corrente / fittizio)	A_i [m ²]	U_i [W/m ² K]	$U_i \cdot A_i$ [W/K]	L_i [m]	ψ_i [W/mK]	$U_{i,lim}$ [W/m ² K]	$U_{i,lim} \cdot A_i$ [W/K]

Prestazioni dell'involucro

Trasmittanza termica dell'involucro edilizio

--	--	--	--	--	--	--	--	--

Tabella B.6.3.b– Esempio di tabella riassuntiva dei calcoli eseguiti per determinare il valore dell'indicatore di prestazione.

Documenti di supporto alla comprensione del progetto

Per consentire un eventuale approfondimento sul progetto da parte del validatore inviare quanto segue:

- Elaborati grafici di progetto quotati e con indicazione dell'orientamento (inquadramento territoriale, planimetria generale, piante, sezioni trasversali, sezioni longitudinali, prospetti).
- Relazione tecnica prevista dalla Legge 10/91 Art.28 completa dei dettagli di calcolo e dei dati di progetto, con data di redazione e firma del progettista responsabile.

Controllo della radiazione solare

IL CRITERIO È APPLICABILE UNICAMENTE AD INTERVENTI DI RISTRUTTURAZIONE. PER L'ANALISI DI PROGETTI DI NUOVA COSTRUZIONE IL CRITERIO È DA DISATTIVARE OVERTO DA ESCLUDERE DALLA VALUTAZIONE COMPLESSIVA.

1. Calcolare i pesi da attribuire alle esposizioni, compresa quella orizzontale, in funzione dei dati climatici riportati nella UNI 10349¹⁹ e della provincia di appartenenza.

Nota 1: Il peso di ciascuna esposizione viene determinato sulla base dei dati climatici della norma UNI 10349. Ai fini del calcolo si considera stagione estiva il periodo che comprende i mesi di giugno, luglio, agosto e settembre.

- Calcolare, per ogni esposizione compresa quella orizzontale, l'irradiazione solare estiva incidente secondo la formula seguente:

$$Irr_{esp} = \sum_{\text{giugno}}^{\text{settembre}} (Irr_d + Irr_b) \quad (1)$$

dove:

Irr_d = irradiazione solare diffusa mensile per l'esposizione considerata, [MJ/m²];

Irr_b = irradiazione solare diretta mensile per l'esposizione considerata, [MJ/m²].

- Calcolare il peso dell'esposizione considerata secondo la formula seguente:

$$peso_{esp,i} = \frac{Irr_{esp,i}}{\sum Irr_{esp,n}} \quad (2)$$

dove:

$Irr_{esp,i}$ = irradiazione solare estiva incidente per l'esposizione considerata, [MJ/m²];

$Irr_{esp,n}$ = irradiazione solare estiva incidente dell'esposizione n-esima dell'edificio, [MJ/m²];

Nota 2: L'irradiazione solare globale di ciascuna esposizione verticale va scelta in relazione all'angolo azimutale (α) che formano gli assi principali dell'edificio con la direzione NORD, misurato in senso orario, secondo la tabella B.6.4.a.

Angolo di azimut	Irradiazione di riferimento
$337,5 < \alpha < 22,5$	Irr_N
$22,5 < \alpha < 67,5$	$Irr_{NE/NO}$
$67,5 < \alpha < 112,5$	$Irr_{E/O}$
$112,5 < \alpha < 157,5$	$Irr_{SE/SO}$
$157,5 < \alpha < 202,5$	Irr_S
$202,5 < \alpha < 257,5$	$Irr_{SE/SO}$
$257,5 < \alpha < 292,5$	$Irr_{E/O}$
$292,5 < \alpha < 337,5$	$Irr_{NE/NO}$

Tabella B.6.4.a. Azimut ed esposizioni di riferimento per l'irraggiamento su superfici verticali.

2. Calcolare, per ciascuna esposizione verticale, i fattori di ombreggiamento medi delle finestre (F_{ov} , F_{fin} , F_{hor}) della stagione di raffrescamento per le esposizioni verticali come descritto nella serie UNI TS 11300.

¹⁹ UNI 10349 - Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.

Controllo della radiazione solare

Nota 3: I fattori di ombreggiamento medi vanno calcolati partendo dai fattori di ombreggiamento mensili calcolati per le principali latitudini nazionali. Ai fini del calcolo per stagione di raffrescamento si considera il periodo dell'anno solare compreso tra 01/06 e 30/09.

- Verificare la latitudine del luogo di ubicazione dell'edificio per poter scegliere i fattori di ombreggiamento all'interno della norma UNI TS 11300-1²⁰.
- Calcolare il fattore di ostruzione esterna medio attraverso i seguenti passaggi:
 - Verificare, per ogni finestra considerata, la presenza di ostacoli fissi frontali rispetto alla finestra considerata (alberi, altri edifici, recinzioni, etc.).

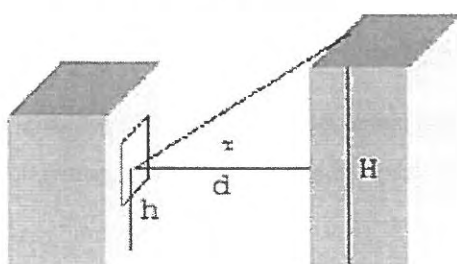


Figura B.6.4.b. Rappresentazione schematica di un'ostacolo esterno.

- Calcolare con la seguente formula l'angolo di ostruzione esterna (α), misurato dal centro della finestra, rappresentato nella figura B.6.4.b.

$$\alpha = \arctg\left(\frac{H-h}{d}\right) \quad (3)$$

dove:

H = altezza dell'ostacolo esterno, [m];

h = distanza tra il centro della finestra considerata e il terreno, [m].

d = distanza tra il bordo esterno della finestra e l'ostacolo esterno, [m].

- Confrontare l'angolo di ostruzione esterna calcolato, con quelli relativi alla stessa latitudine e alla stessa tipologia di esposizione riportati nella norma UNI TS 11300-1. Nel caso in cui l'angolo calcolato corrisponda ad uno di quelli riportati nella norma, utilizzare i relativi valori F_{hor} , altrimenti calcolare i valori esatti per interpolazione lineare, ovvero:

$$F_{hor,i,\alpha} = \left[\left(\frac{F_{hor,i,\alpha+1} - F_{hor,i,\alpha-1}}{\alpha_{+1} - \alpha_{-1}} \right) \cdot (\alpha - \alpha_{-1}) \right] + F_{hor,i,\alpha-1} \quad (4)$$

dove:

$F_{hor,i,\alpha+1}$ = fattore di ostruzione esterna del mese i-esimo della stagione di raffrescamento dell'angolo immediatamente superiore rispetto a quello calcolato tra quelli riportati nella norma UNI TS 11300-1, [-];

$F_{hor,i,\alpha-1}$ = fattore di ostruzione esterna del mese i-esimo della stagione di raffrescamento dell'angolo immediatamente inferiore rispetto a quello calcolato tra quelli riportati nella norma UNI TS 11300-1, [-];

α_{+1} = angolo immediatamente superiore rispetto a quello calcolato tra quelli riportati nella norma UNI TS 11300-1, [°];

²⁰ UNI/TS 11300-1:2008 - Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale

Controllo della radiazione solare

- α_{-1} = angolo immediatamente inferiore rispetto a quello calcolato tra quelli riportati nella norma UNI TS 11300-1, [°];
- α = angolo di ostruzione esterna della finestra considerata, [°].

- Calcolare il fattore di ostruzione esterna medio della stagione di raffrescamento secondo la formula seguente:

$$F_{hor,m} = \frac{\sum (F_{hor,i,\alpha} \cdot N_i)}{\sum N_i} \quad (5)$$

dove:

- N_i = numero di giorni del mese i-esimo, [-];
- $F_{hor,i,\alpha}$ = fattore di ostruzione esterna della finestra considerata dell'angolo α riferito al mese i-esimo, [-].

- Calcolare il fattore di ostruzione dovuto ad oggetti orizzontali medio attraverso i seguenti passaggi:
 - Verificare, per ogni finestra, la presenza di oggetti orizzontali che creano ombreggiamento sulla parte trasparente sulla finestra stessa.

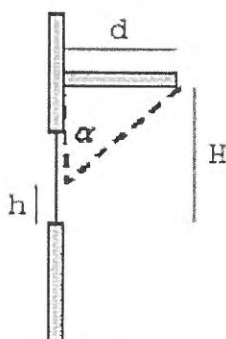


Figura B.6.4.c. Rappresentazione schematica di un oggetto orizzontale.

- Calcolare con la seguente formula l'angolo di oggetto orizzontale (α), misurato dal centro della finestra, rappresentato nella figura B.6.4.c.

$$\alpha = \arctg\left(\frac{d}{H-h}\right) \quad (6)$$

dove:

- H = distanza tra il bordo inferiore dell'oggetto orizzontale e il bordo inferiore della finestra considerata, [m];
- h = distanza tra il centro e il bordo inferiore della finestra considerata, [m];
- d = lunghezza dell'oggetto rispetto al bordo esterno della finestra, [m].

- Confrontare l'angolo di oggetto orizzontale calcolato con quelli relativi alla stessa esposizione riportati nella norma UNI TS 11300-1. Nel caso in cui l'angolo calcolato corrisponda ad uno di quelli riportati nella norma citata, utilizzare i relativi valori F_{ov} , altrimenti calcolare i valori esatti per interpolazione lineare, ovvero:

$$F_{ov,i,\alpha} = \left[\left(\frac{F_{ov,i,\alpha+1} - F_{ov,i,\alpha-1}}{\alpha_{+1} - \alpha_{-1}} \right) \cdot (\alpha - \alpha_{-1}) \right] + F_{ov,i,\alpha-1} \quad (7)$$

dove:

Controllo della radiazione solare

- $F_{ov,i,\alpha+1}$ = fattore di ostruzione dovuto ad oggetto orizzontale del mese i-esimo della stagione di raffrescamento dell'angolo immediatamente superiore rispetto a quello calcolato tra quelli riportati nella norma UNI TS 11300-1, [-];
- $F_{ov,i,\alpha-1}$ = fattore di ostruzione dovuto ad oggetto orizzontale del mese i-esimo della stagione di raffrescamento dell'angolo immediatamente inferiore rispetto a quello calcolato tra quelli riportati nella norma UNI TS 11300-1, [-];
- α_{+1} = angolo immediatamente superiore rispetto a quello calcolato tra quelli riportati nella norma UNI TS 11300-1, [°];
- α_{-1} = angolo immediatamente inferiore rispetto a quello calcolato tra quelli riportati nella norma UNI TS 11300-1, [°];
- α = angolo di ostruzione dovuto ad oggetto orizzontale della finestra considerata, [°].

- Calcolare il fattore di ostruzione dovuto ad oggetto orizzontale medio della stagione di raffrescamento secondo la formula seguente:

$$F_{ov,m} = \frac{\sum (F_{ov,i,\alpha} \cdot N_i)}{\sum N_i} \tag{8}$$

dove:

- N_i = numero di giorni del mese i-esimo, [-];
- $F_{ov,i,\alpha}$ = fattore di oggetto orizzontale della finestra considerata dell'angolo α riferito al mese i-esimo, [-].

- Calcolare il fattore di ostruzione dovuto ad oggetti verticali medio attraverso i seguenti passaggi:
 - Verificare, per ogni finestra, la presenza di oggetti verticali che creano ombreggiamento sulla parte trasparente della finestra stessa.

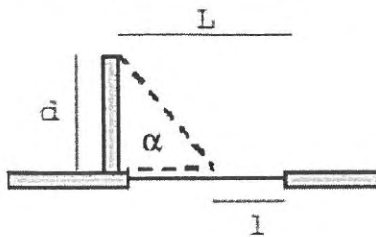


Figura B.6.4.d. Rappresentazione schematica di un oggetto verticale.

- Calcolare con la seguente formula l'angolo di oggetto orizzontale (α), misurato dal centro della finestra, rappresentato nella figura B.6.4.d.

$$\alpha = \arctg\left(\frac{d}{L-l}\right) \tag{9}$$

dove:

- d = lunghezza dell'oggetto rispetto al bordo esterno della finestra, [m];
- L = distanza tra il bordo interno dell'oggetto e il bordo più lontano dall'oggetto della finestra considerata, [m];
- l = distanza tra il centro e il bordo più lontano dall'oggetto della finestra considerata, [m].

- Confrontare l'angolo di oggetto verticale calcolato con quelli relativi alla stessa esposizione riportati nella norma UNI TS 11300-1. Nel caso in cui l'angolo calcolato corrisponda ad uno di

Controllo della radiazione solare

quelli riportati nella norma citata, utilizzare i relativi valori F_{fin} , altrimenti calcolare i valori esatti per interpolazione lineare ovvero:

$$F_{fin,i,\alpha} = \left[\left(\frac{F_{fin,i,\alpha+1} - F_{fin,i,\alpha-1}}{\alpha_{+1} - \alpha_{-1}} \right) \cdot (\alpha - \alpha_{-1}) \right] + F_{fin,i,\alpha-1} \quad (10)$$

dove:

$F_{fin,i,\alpha+1}$ = fattore di ostruzione dovuto ad oggetto verticale del mese i-esimo della stagione di raffrescamento dell'angolo immediatamente superiore rispetto a quello calcolato tra quelli riportati nella norma UNI TS 11300-1, [-];

$F_{fin,i,\alpha-1}$ = fattore di ostruzione dovuto ad oggetto verticale del mese i-esimo della stagione di raffrescamento dell'angolo immediatamente inferiore rispetto a quello calcolato tra quelli riportati nella norma UNI TS 11300-1, [-];

α_{+1} = angolo immediatamente superiore rispetto a quello calcolato tra quelli riportati nella norma UNI TS 11300-1, [°];

α_{-1} = angolo immediatamente inferiore rispetto a quello calcolato tra quelli riportati nella norma UNI TS 11300-1, [°];

α = angolo di ostruzione dovuto ad oggetto verticale della finestra considerata, [°].

- Calcolare il fattore di ostruzione dovuto ad oggetto verticale medio della stagione di raffrescamento secondo la formula seguente:

$$F_{fin,m} = \frac{\sum (F_{fin,i,\alpha} \cdot N_i)}{\sum N_i} \quad (11)$$

dove:

N_i = numero di giorni del mese i-esimo, [-];

$F_{fin,i,\alpha}$ = fattore di oggetto verticale della finestra considerata dell'angolo α riferito al mese i-esimo, [-].

Nota 4: Per gli oggetti su elementi trasparenti orizzontali non vi sono fattori di riduzione dovuti ad ombreggiamento e quindi si considerano F_{hor} , F_{ov} e F_{fin} tutti pari a 1. Tuttavia, qualora fossero presenti particolari accorgimenti utili a creare ombreggiamento anche su elementi orizzontali, si possono utilizzare valori diversi da 1 purchè adeguatamente documentati.

I fattori di ombreggiamento vanno scelti in relazione alla latitudine, all'esposizione di ciascuna superficie e all'angolo azimutale (α) che formano gli assi principali dell'edificio la direzione Nord, misurato in senso orario, secondo la tabella B.6.4.e.

Angolo di azimut	Fattori di ombreggiamento di riferimento
$315 < \alpha < 45$	$F_{ov}, F_{fin}, F_{hor}, N$
$45 < \alpha < 135$	$F_{ov}, F_{fin}, F_{hor}, E/O$
$135 < \alpha < 225$	$F_{ov}, F_{fin}, F_{hor}, S$
$225 < \alpha < 315$	$F_{ov}, F_{fin}, F_{hor}, E/O$

Tabella B.6.4.e. Azimut ed esposizioni di riferimento per i fattori di ombreggiamento su superfici verticali.

3. Calcolare, per ciascun pacchetto finestra/schermo, il valore di trasmittanza solare totale (gt) secondo la procedura descritta al punto 5.1 della norma UNI EN 13363-1²¹.

²¹ UNI EN 13363-1:2008 - Dispositivi di protezione solare in combinazione con vetrate - Calcolo della trasmittanza solare e luminosa - Parte 1: Metodo semplificato

Controllo della radiazione solare

- Verificare la posizione degli elementi schermanti rispetto all'edificio (interni, esterni o integrati).
- Calcolare il valore di trasmittanza solare totale del pacchetto finestra/schermo g_t secondo la norma UNI EN 13363-1. I dati del pacchetto finestra/schermo necessari per il calcolo del valore g_t sono:
 - trasmissione solare g_{gl} del vetro [-];
 - trasmittanza termica U_g del vetro [W/m^2K];
 - posizione dell'elemento schermante;
 - coefficiente di trasmissione solare dello schermo τ_{eB} [-];
 - coefficiente di riflessione solare dello schermo ρ_{eB} [-];
 - coefficiente di assorbimento solare dello schermo α_{eB} [-].

Se l'elemento schermante mobile è assente il valore g_t si considera uguale a g_{gl} .

4. Calcolare il fattore di riduzione delle schermature mobili $f_{sh,with,i}$ medi della stagione di raffrescamento da prospetto 15 della norma UNI TS 11300-1.

- Verificare la tipologia di schermatura presente nella finestra considerata: schermatura mobile o schermatura fissa.
- Calcolare il fattore di riduzione per le eventuali schermature mobili del periodo di raffrescamento secondo la seguente formula:

$$f_{sh,with,i} = \frac{\sum (f_{sh,with,i} \cdot N_j)}{\sum N_j} \quad (12)$$

dove:

N_j = numero di giorni del mese j-esimo, [-];

$f_{sh,with,i}$ = fattore di riduzione per schermature mobili della finestra considerata dell'angolo α riferito al mese i-esimo, [-].

Nota 5: I fattori sono riportati nel prospetto 15 della norma UNI TS 11300-1. Nel caso di schermatura fissa, il fattore di riduzione $f_{sh,with}$ del periodo di raffrescamento è sempre uguale a 1. In alternativa, il fattore di riduzione $f_{sh,with}$ può essere calcolato più accuratamente in relazione all'irradianza incidente sull'elemento vetrato (cap. 14.3.4 della norma UNI TS 11300-1).

5. Calcolare per ciascun pacchetto finestra/schermo il valore di trasmittanza totale effettiva g_f .

- Verificare, per ogni finestra la posizione dell'elemento schermante rispetto all'ambiente considerato: interno allo spazio a temperatura controllata oppure esterno all'ambiente a temperatura controllata.
- Calcolare il valore g_f di ciascuna finestra secondo la seguente formula:

$$g_f = F_{hor} \cdot F_{ov} \cdot F_{fin} \cdot [(1 - f_{sh,with}) \cdot g_{gl} + f_{sh,with} \cdot g_t] \quad (13)$$

dove:

F_{hor} = fattore di ombreggiamento dovuto ad ostruzioni esterne, [-];

F_{ov} = fattore di ombreggiamento dovuto ad oggetti orizzontali, [-];

F_{fin} = fattore di ombreggiamento dovuto ad oggetti verticali, [-];

$f_{sh,with}$ = fattore di riduzione per schermature mobili, [-];

g_{gl} = valore di trasmissione solare del vetro utilizzato, [-];

g_i = valore di trasmissione solare totale del pacchetto finestra schermo calcolato secondo la norma UNI EN 13363-1, [-].

6. Calcolare il valore g_f medio per ciascuna esposizione.

- Calcolare il valore g_f medio di ciascuna esposizione $g_{f_{esp}}$ secondo la seguente formula:

$$g_{f_{esp}} = \frac{\sum (g_{f_i} \cdot A_i)}{\sum A_i} \tag{14}$$

dove:

g_{f_i} = trasmittanza solare effettiva della finestra i-esima, [-];

A_i = superficie lorda totale della finestra i-esima per l'esposizione considerata, [m²].

7. Calcolare la trasmittanza solare totale effettiva dell'edificio g_f .

- Calcolare la trasmittanza solare totale effettiva dell'edificio g_f come media dei valori calcolati per i diversi orientamenti, pesata sulle esposizioni, mediante la seguente formula:

$$g_f = \frac{\sum_{i=1}^n (g_{f_{esp,i}} \cdot peso_{esp} \cdot At_{esp})}{\sum_{i=1}^n (peso_{esp} \cdot At_{esp})} \tag{15}$$

dove:

$g_{f_{esp,i}}$ = trasmittanza solare effettiva media delle finestre dell'esposizione i-esima, [-];

$peso_{esp}$ = peso dell'esposizione i-esima, [-];

At_{esp} = area totale delle finestre dell'esposizione i-esima, [-].

8. Confrontare il valore calcolato con i benchmark della scala di prestazione e attribuire il punteggio.

- Il punteggio da attribuire al criterio si ricava per interpolazione lineare rispetto ai valori della scala di prestazione.

Contenuti minimi della "Relazione tecnica Protocollo ITACA"

Per la validazione dell'indicatore di prestazione, la relazione tecnica deve presentare i seguenti contenuti:

Tabella dettagliata delle caratteristiche degli elementi finestrati (vedi esempio riportato in tabella B.6.4.f).

Nome finestra	Esp	A _i	g _{gl}	U _g	Posizione Schermo mobile	fshwith	reB	αeB	peB	Fhor	Fov	Ffin	g _f
					(Assente)								
					(Interno)								
					(Esterno)								
					(Assente)								

Prestazioni dell'involucro

Controllo della radiazione solare

					(Interno)								
					(Esterno)								
					(Assente)								
					(Interno)								
					(Esterno)								

Tabella B.6.4.f – Esempio di tabella dettagliata delle caratteristiche degli elementi finestrati

- Tabella riassuntiva dei calcoli eseguiti per determinare il valore dei pesi da attribuire alle esposizioni in funzione dei dati climatici (vedi esempio riportato in tabella B.6.4.g).

Esposizione	Irr _{esp,Giugno}	Irr _{esp,Luglio}	Irr _{esp,Agosto}	Irr _{esp,Settembre}	ΣIrr _{esp}	Peso _{esp}

Tabella B.6.4.g. – Esempio di tabella riassuntiva dei calcoli eseguiti per determinare il valore dei pesi da attribuire alle esposizioni in funzione dei dati climatici

- Tabella riassuntiva dei calcoli eseguiti per determinare il valore dell'indicatore di prestazione (vedi esempio riportato in tabella B.6.4.h).

Somma dei prodotti (gf _{esp} x Peso _{esp} x At _{esp})	
Somma dei prodotti (Peso _{esp} x At _{esp})	
Indicatore di prestazione: trasmittanza solare media (gf): $gf = \frac{\sum(gf_{esp} \times Peso_{esp} \times At_{esp})}{\sum(Peso_{esp} \times At_{esp})}$	

Tabella B.6.4.h – Esempio di tabella riassuntiva dei calcoli eseguiti per determinare il valore dell'indicatore di prestazione.

Documenti di supporto alla comprensione del progetto

Per consentire un eventuale approfondimento sul progetto da parte del validatore inviare quanto segue:

- Elaborati grafici di progetto quotati e con indicazione dell'orientamento (inquadramento territoriale, planimetria generale, piante, sezioni trasversali, sezioni longitudinali, prospetti).
- Relazione tecnica prevista dalla Legge 10/91 Art.28 completa dei dettagli di calcolo e dei dati di progetto, con data di redazione e firma del progettista responsabile.