

APPENDICE 11 AL CAPITOLATO TECNICO

METODOLOGIA DI CALCOLO DEL FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA PER RISCALDAMENTO



METODOLOGIA DI CALCOLO DEL FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA PER RISCALDAMENTO

La metodologia si basa sulla norma EN ISO 13790-2008 con metodo mensile secondo la procedura di seguito riportata.

Punto 1: Determinazione delle seguenti caratteristiche termofisiche dell'edificio per ogni superficie disperdente j-esima e ogni zona termica k-esima:

- Superfici disperdenti (A_j);
- Coefficienti di riduzione (b_j) (max=1 se la superficie è a contatto con l'ambiente esterno);
- Trasmittanze (U_j);
- Volumi riscaldati (V_k);
- Ricambi d'aria orari (n_k).

Punto 2: Determinazione del numero di ricambi d'aria orari n (n_k). secondo le seguenti modalità:

- pari a 0,5 per tutte le zone termiche dotate di sola ventilazione naturale;
- pari al valore di progetto per impianti dotati di ventilazione forzata. La eventuale presenza di un recuperatore di calore (entalpico o termico) deve essere conteggiata come riduzione del numero di volumi/ore; se tale operazione non è effettuata nel calcolo del valore di progetto si procede moltiplicando il numero di ricambi d'ora orari n_k di progetto per $(1-\varepsilon_r)$ dove ε_r rappresenta l'efficienza del recuperatore di calore.

Punto 3: Definizione della temperatura interna dei locali riscaldati (θ_i) e determinazione delle temperatura media mensile (θ_e).

Punto 4: Determinazione dei guadagni interni (Φ_p) per occupazione, apparecchiature, illuminazione, acqua calda di rete e reflua, impianti di riscaldamento, raffrescamento, ventilazione, processi e prodotti.

Punto 5: Determinazione dei guadagni per irraggiamento solare tramite i seguenti coefficienti:

- Fattore di riduzione per ombreggiatura per ostacoli esterni (F_m);
- Area di captazione (A_m);
- Irradianza solare (I_m).

Punto 6: Determinazione della dispersione termica per conduzione e ventilazione (Q_{HHT}) per ogni mese la cui durata t , del mese stesso, è espressa in ore:

$$Q_{HHT} = (H_{TR} + H_{VE}) * (\theta_i - \theta_e) * t = \left(\sum_j b_j * A_j * U_j + 0,35 * \sum_k n_k * V_k \right) * (\theta_i - \theta_e) * t$$

dove:

H_{TR} : coefficiente di dispersione termica per conduzione;

H_{VE} : coefficiente di dispersione termica per ventilazione.

Punto 7: Determinazione dei guadagni energetici (Q_{HGN}) mensili:

$$Q_{HGN} = \sum_p \Phi_p * t + \sum_m F_m * A_m * I_m$$



Punto 8: Determinazione dell'indicatore sui guadagni termici (γ_H):

$$\gamma_H = \frac{Q_{HGN}}{Q_{HHT}}$$

Punto 9: Determinazione della capacità termica interna dell'edificio (C_m):

$$C_m = X * 10^3 * A_f$$

essendo (X) definita tramite la seguente tabella:

Struttura	X
Molto leggera	80
Leggera	110
Media	165
Pesante	260
Molto pesante	370

e rappresentando (A_f) la superficie calpestabile climatizzata dell'edificio.

Punto 10: Determinazione della costante di tempo dell'edificio (τ):

$$\tau = \frac{C_m / 3600}{H_{TR} + H_{VE}}$$

Punto 11: Determinazione del coefficiente (a_H) essendo:

$$a_H = a_{H0} + \frac{\tau}{\tau_{H0}} = 1 + \frac{\tau}{15}$$

Punto 12: Determinazione dell'indice (η_H) essendo:

$$\eta_H = \frac{1 - \gamma_H^{a_H}}{1 - \gamma_H^{a_H+1}} \leftarrow se \{ \gamma_H > 0; \gamma_H \neq 1 \}$$

$$\eta_H = \frac{a_H}{1 + a_H} \leftarrow se \{ \gamma_H = 1 \}$$

$$\eta_H = \frac{1}{\gamma_H} \leftarrow se \{ \gamma_H < 0 \}$$



Punto 13: Calcolo del fabbisogno termico dell'involucro edilizio in condizioni continue (Q_{HND}):

$$Q_{HND} = Q_{HHT} - \eta_H * Q_{HGN}$$

Punto 14: Determinazione della durata del comfort settimanale richiesto, definito (ORE_{RS}):

Gli edifici della Pubblica Amministrazione Sanitaria sono suddivisi secondo due macro categorie:

- edifici Ospedalieri o di Ricovero;
- edifici non identificabili come edifici Ospedalieri o di Ricovero (ad esempio ad uso non ospedaliero e/o extraospedaliero).

Per gli edifici Ospedalieri o di Ricovero le ore di comfort settimanali (ORE_{RS}) sono poste pari a 168.

Per gli edifici non identificabili come edifici Ospedalieri o di Ricovero, individuati in fase di PTE, l'Amministrazione Sanitaria per ognuno di essi individua una settimana tipo e le ore di comfort che richiederà all'Assuntore durante lo svolgimento delle attività del presente contratto.

Verranno computate le ore di comfort settimanali (ORE_{RS}) mediante somma delle ore di comfort previste nella settimana tipo. La durata del comfort giornaliero richiesto (ORE_{RG}) è il rapporto tra le ore di comfort settimanali (ORE_{RS}) e n, dove n è il numero di giorni in cui viene fornito il servizio di comfort. Viene considerato giorno di fornitura il giorno in cui il numero di ore di confort richiesto è uguale o superiore alla metà delle ore medie giornaliere calcolate mediante rapporto tra numero di ore settimanali (ORE_{RS}) e numero di giorni in cui è richiesta anche una sola ora di comfort. Si ricorda che le ore di funzionamento dell'impianto non contemporanee al comfort (es. domenica notte in un ufficio) non vengono computate né come ore settimanali (ORE_{RS}) né come giorni in cui è richiesto il comfort.

Punto 15: Determinazione dell'effetto intermittenza ($\alpha_{PI}^{\#}$):

Il coefficiente ($\alpha_{PI}^{\#}$) viene anch'esso valutato in funzione della macro categoria di edificio:

Per gli edifici Ospedalieri o di Ricovero ($\alpha_{PI}^{\#}$) è pari a 1 (nessuna intermittenza);

Per gli edifici non identificabili come edifici Ospedalieri o di Ricovero ($\alpha_{PI}^{\#}$) viene estratto dalla seguente tabella a doppio ingresso in funzione della capacità termica dell'edificio, a scelta tra quelle indicate nelle righe, e la durata del comfort giornaliero richiesto, definito (ORE_{RG}) e calcolato mediante quanto definito al punto precedente, a scelta tra le durate proposte nelle colonne.

Inerzia (i)	ORE_{RG} <6	ORE_{RG} ≥6 - <9	ORE_{RG} ≥9 - <12	ORE_{RG} ≥12 - <15	ORE_{RG} ≥15
Leggera	0,19999	0,41342	0,52341	0,63339	0,85335
Media	0,39071	0,52445	0,61362	0,70278	0,88111
Pesante	0,68376	0,75318	0,79945	0,84573	0,96143

Nel caso in cui, in fase di definizione della capacità termica dell'edificio, sia difficoltoso (e/o non condiviso tra le parti), è possibile utilizzare due ulteriori categorie intermedie "leggera-media" e "media-pesante" mediante interpolazione lineare (media) tra i valori della classe inferiore e superiore alla nuova classe generata.



Punto 16: Determinazione del Fabbisogno Termico dell'involucro edilizio in condizioni di funzionamento intermittente (Q_{Hmens}) per ognuno dei mesi della stagione termica:

$$Q_{Hmens} = a_H^* \times Q_{HND} = a_H^* \times (Q_{HHT} - \eta_H \times Q_{HGN})$$

$$Q_{Hmens} = a_H^* \times \left\{ \left(\sum_j b_j \times A_j \times U_j + 0,35 \times \sum_k n_k \times V_k \right) \times (\theta_i - \theta_e) \times t - \eta_H \times Q_{HGN} \right\}$$

La metodologia di calcolo del rendimento dell'impianto risulta semplificata e valutabile secondo le modalità di seguito riportate.

Punto 17: Definizione del rendimento di emissione (η_e):

Il valore di rendimento di emissione η_e è posta pari a **0,97** indipendentemente dal tipo di terminali di emissione utilizzati.

Punto 18: Definizione del rendimento di regolazione (η_r):

Il valore di rendimento di regolazione η_r è posta pari a **0,97** indipendentemente dal tipo di sistema di regolazione.

Punto 19: Definizione del rendimento di distribuzione (η_d):

Il valore di rendimento di distribuzione η_d è definito in funzione della configurazione del sistema impiantistico secondo quanto indicato dalla successiva tabella; il valore è indipendente dal sistema di emissione presente nel sistema impiantistico.



Tipo di impianto	Tipo di distribuzione	Numero di piani	Isolamento distribuzione nel cantinato			
			Insufficiente Prima del 1961	Medio Tra 1961-1976	Discreto Tra 1977-1993	Legge 10/91 Dopo il 1993
			η_d			
IMPIANTO CENTRALIZZATO	VERTICALE. Montanti in traccia nei paramenti interni. Isolamento secondo legge 10/91. Tubazioni posteriori al 1993.	1				0,936
		2				0,947
		3				0,958
		4				0,969
		5 e più				0,98
IMPIANTO CENTRALIZZATO	VERTICALE. Montanti in traccia nei paramenti interni o nell'intercapedine. Isolamento leggero. Tubazioni realizzate tra il 1993 e il 1977.	1	0,856	0,868	0,880	0,908
		2	0,889	0,901	0,913	0,925
		3	0,904	0,917	0,927	0,939
		4	0,915	0,927	0,938	0,949
		5 e più	0,922	0,934	0,943	0,955
IMPIANTO CENTRALIZZATO	VERTICALE. Montanti correnti nell'intercapedine. Senza isolamento. Tubazioni precedenti al 1977	1	0,824	0,851	0,876	0,901
		2	0,876	0,901	0,925	0,913
		3	0,889	0,913	0,936	0,925
		4	0,901	0,913	0,936	0,936
		5 e più	0,913	0,925	0,947	0,947
IMPIANTO CENTRALIZZATO	ORIZZONTALE	Fino a 3	0,947	0,958	0,969	0,980
		Oltre a 3	0,958	0,969	0,980	0,990
IMPIANTO AUTONOMO			0,958	0,969	0,980	0,990

Prospetto XLIII – Rendimenti di distribuzione, η_{dh}

(Fonte: UNI TS 11300-2:2008)

Punto 20: Definizione del rendimento di generazione (η_g):

Il rendimento di generazione η_g è definito secondo al seguente equazione:

$$\eta_g = \eta_c * f_g$$

dove:

η_c = rendimento di combustione valutato a partire dal rendimento misurato in opera secondo le modalità cogenti e pari alla media delle ultime tre misure registrate sul libretto di centrale;

f_g = fattore di riduzione impiantistico pari **0,95**.

Punto 21: Definizione del rendimento di impianto (η_i):

Il rendimento di impianto η_i è definito secondo al seguente equazione:

Classificazione del documento: Consip Public

Gara a procedura aperta ai sensi del D.Lgs. 163/2006 e s.m.i., per l'affidamento di un Multiservizio tecnologico Integrato con fornitura di Energia per gli edifici in uso, a qualsiasi titolo, alle Pubbliche Amministrazioni Sanitarie, edizione 2 - ID 1379.

Appendice 11 al Capitolato Tecnico: Metodologia di calcolo del fabbisogno di energia primaria per riscaldamento



$$\eta_i = \eta_G * \eta_d * \eta_e * \eta_r$$

Essendo i valori costanti per l'intera stagione di riscaldamento il valore risulta anch'esso costante.

Punto 22: Definizione del fabbisogno di energia primaria del singolo mese J_{mens} :

Il fabbisogno di energia primaria per il singolo mese J_{mens} viene valutato secondo la seguente equazione:

$$J_{mens} = \frac{Q_{Hmens}}{\eta_i}$$

dove:

J_{mens} = Fabbisogno di energia primaria per il singolo mese;

Q_{Hmens} = Fabbisogno Termico dell'involucro edilizio calcolato su base mensile nel caso di funzionamento intermittente;

η_i = rendimento di impianto.

Punto 23: Definizione del fabbisogno calcolato di energia primaria stagionale denominato J_{ck} :

Il fabbisogno calcolato di energia primaria stagionale J_{ck} viene valutato secondo la seguente equazione:

$$J_{ck} = \sum_i J_{mens_i}$$

Dove:

J_{ck} = Fabbisogno calcolato di energia primaria stagionale;

J_{mens_i} = Fabbisogno di energia primaria per il singolo mese;

i = mesi della stagione termica di riscaldamento.



METODOLOGIA DI CALCOLO DEL CONSUMO ENERGETICO STORICO (J_{sk}) PER RISCALDAMENTO

Il Capitolato Tecnico del Multiservizio tecnologico Integrato con fornitura di Energia per gli edifici in uso, a qualsiasi titolo, alle Pubbliche Amministrazioni Sanitarie, edizione 2, necessita, per la definizione del Canone del Servizio A.1, della valutazione del consumo energetico storico (J_{sk}) degli edifici oggetto dell'appalto.

Viene di seguito indicata la procedura per l'identificazione del suddetto consumo energetico storico che risulta essere quello associato al Servizio A.1 ed è costituito dall'energia relativa sia al servizio A.1_{CI} (Servizio Energia per gli Impianti di Climatizzazione Invernale) sia al servizio A.1_{ACV} (Servizio Energia per gli Impianti Termici integrati alla Climatizzazione Invernale - impianti di produzione Acqua Calda Sanitaria, Acqua Surriscaldata, Vapore e impianto Idrico-Sanitario) che, si ricorda, possono essere acquistabili solo congiuntamente (rif. par. 5.3.1 del Capitolato Tecnico).

Punto 1: Individuazione preliminare dei contatori dei vettori energetici termici degli edifici

L'Amministrazione individua i contatori degli edifici e produce un elenco degli stessi così come da modello riportato nella RPF. I contatori possono essere anche più di uno per ogni edificio e la loro associazione all'edificio risulta formalizzata con la modalità prevista nella RPF (una lettera per l'edificio, un punto di separazione, il numero di contatore).

Punto 2: Raccolta del dato storico di consumo energetico

L'Amministrazione fornisce all'Assuntore i documenti fiscali (bollette) relativi ad ogni singolo contatore elencato secondo le modalità stabilite al precedente punto 1. I documenti fiscali da raccogliere devono coprire almeno le tre stagioni termiche complete antecedenti la consegna del PTE. Le tre suddette stagioni termiche possono essere costituite a loro volta da uno o più sub periodi di fornitura.

Punto 3: Costruzione del registro storico dei consumi termici:

Viene realizzata, per ogni contatore di un edificio, una tabella contenente i seguenti campi:

numero identificativo contatore	ID: _____			
Data	Lettura	Quantità nel periodo	Tipo di fornitura	Osservazioni

Tabella 1

dove:

Data: data presente sul documento fiscale e relativa alla lettura del contatore;

Lettura: valore presente dal documento fiscale [espresso in unità coerenti];

Quantità nel periodo: differenza tra la "Lettura" relativa al periodo della riga corrente e la "Lettura" relativa al periodo della riga precedente (consumo del vettore energetico, espresso in unità coerenti);

Tipo di fornitura: individuazione se il contatore serve un impianto per la Climatizzazione Invernale, un impianto Termico integrato alla Climatizzazione Invernale o un impianto misto (si veda il successivo punto 5);

Osservazioni: eventuali osservazioni che vengono ritenute utili o chiarificatrici.



Punto 4: Determinazione dei periodi di fornitura per singolo contatore:

Nella precedente Tabella 1 vengono individuate al minimo le letture atte a determinare i consumi dei periodi di fornitura, ovvero le tre stagioni termiche complete.

La data finale di un periodo di fornitura è automaticamente la data iniziale del successivo periodo e non è possibile, pertanto, che siano presenti periodi non registrati.

Viene così realizzata la seguente tabella:

numero identificativo contatore	ID: _____				
Data	Letture reale	Quantità nel periodo	Tipo di fornitura	Giorni associati al periodo (G _{pi})	Osservazioni

Tabella 2

dove:

Letture reale: valore presente dal documento fiscale individuato nella precedente tabella [espresso in kWh];

Giorni associati al periodo (G_{pi}): numero di giorni cui la quantità nel periodo è associata; [espresso in giorni].

Punto 5: Normalizzazione della stagione termica per contatore

L'attività svolta per la realizzazione della precedente Tabella 2 permette di individuare dei periodi di fornitura con gli associati consumi di energia termica. Si definisce, per ciascuna stagione termica *p*, un consumo storico non normalizzato J_{skpi} relativo all'*i*-esimo contatore.

Il dato di consumo sopra definito deve essere normalizzato ed attribuito ad un anno.

La modalità di normalizzazione risulta diversificata in funzione del tipo di fornitura e viene conseguentemente trattata separatamente:

- Impianto per la Climatizzazione Invernale:

Con questa tipologia di fornitura si intende un contatore che serva un impianto dedicato alla sola Climatizzazione Invernale. In tale caso non si procederà ad alcuna normalizzazione consumo storico non normalizzato J_{skpi} che sarà posto pertanto pari a J_{ski} .

- Impianti Termici integrati alla Climatizzazione Invernale:

Con questa tipologia di fornitura si intende un contatore che serva un impianto dedicato alla produzione di Acqua Calda Sanitaria, Acqua Surriscaldata, Vapore nonché l'impianto Idrico-Sanitario (caso I di cui al paragrafo 8.1.2 del Capitolato Tecnico).

Si procede perciò alla identificazione di una stagione termica "equivalente" mediante l'attribuzione ad un anno del consumo rilevato nella stagione termica. Si provvede quindi alla normalizzazione del consumo di energia termica per la stagione termica mediante la seguente equazione:

$$J_{ski} = J_{skpi} \times \frac{365}{G_{pi}} \quad \text{da effettuarsi per } p = 1, 2, 3$$



dove:

J_{ski} : Consumo energetico storico normalizzato relativo alla p-esima stagione termica per l'i-esimo contatore;

- Impianto misto

Con questa tipologia di fornitura si intende un contatore che serva un impianto dedicato sia alla Climatizzazione Invernale che alla produzione di Acqua Calda Sanitaria, Acqua Surriscaldata, Vapore nonché asservito all'impianto Idrico-Sanitario (caso II di cui al paragrafo 8.1.2 del Capitolato Tecnico).

Il consumo storico non normalizzato J_{skipi} viene convenzionalmente diviso nelle due suddette tipologie di consumo.

Una quota pari al 85% del sopracitato consumo storico non normalizzato J_{skipi} viene convenzionalmente attribuito alla climatizzazione invernale e ad esso non viene pertanto applicata alcuna normalizzazione del consumo.

Una quota pari al 15% (rif. par. 8.1.2 del Capitolato Tecnico) del sopracitato consumo storico non normalizzato J_{skipi} viene convenzionalmente attribuito alla produzione di Acqua Calda Sanitaria, Acqua Surriscaldata, Vapore nonché all'impianto Idrico-Sanitario e ad esso vengono applicate le modalità di normalizzazione di cui al precedente punto Impianti Termici integrati alla Climatizzazione Invernale.

Punto 6: Valutazione del Consumo energetico storico (J_{ski}) normalizzato per contatore

Per ogni i-esimo contatore, ai fini del calcolo del consumo energetico storico J_{ski} deve applicarsi la seguente equazione:

$$J_{ski} = \text{media}(J_{skip})$$

dove:

J_{ski} = Consumo energetico storico del contatore;

J_{skip} = Consumo energetico storico normalizzato relativo all'i-esimo contatore per la p-esima stagione termica.

Il dato di consumo così definito viene poi utilizzato come dato per la determinazione del canone annuo (rif. par. 8.1.1 e 8.1.2 del Capitolato Tecnico) individuato nel PTE allegato all'OPF.

Punto 7: Valutazione del Consumo energetico storico (J_{sk}) normalizzato per edificio

Per ogni k-esimo edificio presente in PTE/OPF e nell'elenco di cui sopra (Tabella 1) è possibile valutare un Consumo energetico storico (J_{sk}) come somma, estesa a tutti i contatori associati all'edificio, del Consumo energetico storico.

Il dato di consumo così definito viene poi utilizzato come per la determinazione del canone annuo (rif. par. 8.1.1 e 8.1.2 del Capitolato Tecnico) individuato nel PTE allegato all'OPF.



Allegato

Definizione delle trasmittanze medie dei serramenti esterni, delle pareti esterne e dei solai esterni:

U_w = trasmittanza media dei serramenti esterni, in $W/m^2 \cdot K$;

U_p = trasmittanza media delle pareti esterne, in $W/m^2 \cdot K$;

U_s = trasmittanza media dei solai esterni, in $W/m^2 \cdot K$.

I valori sono determinati attraverso le seguenti tabelle:

SERRAMENTI	Kw
Vetrata con infissi in legno	5,00
Vetrata con infissi in metallo	5,80
Vetrata con infissi in legno (vetri doppi)	3,10
Vetrata con infissi in metallo (vetri doppi)	3,90

SOLAI	Ks
Solaio misto cls e forati/forati su putrelle (h=20 cm .ca) con pavimento litoide	1,70
Solaio misto cls e forati/forati su putrelle (h=20 cm .ca) con pavimento riv. in legno	1,47
Solaio pieno in cls (h=10 cm .ca) con pavimento litoide	3,49
Solaio pieno in cls (h=10 cm .ca) con pavimento riv. in legno	2,79
Voltine di mattoni pieni su putrelle con pavimento litoide	2,44
Voltine di mattoni pieni su putrelle con pavimento riv. In legno	2,09
Solaio in legno con travi inferiori in vista con pavimento litoide	2,79
Solaio in legno con travi inferiori in vista con pavimento riv. In legno	2,33
Solaio cls plafonato infer. con tavolato o graticcio intonacato con pavimento litoide	1,86
Solaio cls plafonato infer. con tavolato o graticcio intonacato con pavimento riv. in legno	1,63
Solaio a volte di mattoni pieni con pavimento litoide	1,51
Solaio a volte di mattoni pieni con pavimento riv. In legno	1,40

PARETI DISTINTE PER TIPOLOGIA STRUTTURALE DELL'EDIFICIO (lo spessore s comprende l'intonaco ed è espresso in cm)	Kp
Prefabbricati pesanti in cls: $10 \leq s \leq 15$	3,32
Prefabbricati pesanti in cls: $15 < s \leq 20$	2,97
Prefabbricati pesanti in cls: $20 < s \leq 25$	2,68
Prefabbricati pesanti in cls: $25 < s \leq 30$	2,45
Prefabbricati pesanti in cls: $30 < s \leq 35$	2,19
Prefabbricati pesanti in cls: $35 < s \leq 40$	2,02
Prefabbricati pesanti in cls: $40 < s \leq 45$	1,86
Struttura reticolare in c.a./acciaio: pannelli $s = 10$.ca	0,90
Struttura reticolare in c.a./acciaio: $20 \leq s \leq 25$	1,41
Struttura reticolare in c.a./acciaio: $25 < s \leq 30$	1,29
Struttura reticolare in c.a./acciaio: $30 < s \leq 35$	1,13
Struttura reticolare in c.a./acciaio: $35 < s \leq 40$	1,00



PARETI DISTINTE PER TIPOLOGIA STRUTTURALE DELL'EDIFICIO (lo spessore s comprende l'intonaco ed è espresso in cm)	Kp
Struttura reticolare in c.a./acciaio: $40 < s \leq 45$	0,88
Struttura reticolare in c.a./acciaio: $45 < s \leq 50$	0,77
Struttura portante in mattoni pieni: $20 \leq s \leq 30$	1,85
Struttura portante in mattoni pieni: $30 < s \leq 40$	1,72
Struttura portante in mattoni pieni: $40 < s \leq 50$	1,31
Struttura portante in mattoni pieni: $50 < s \leq 60$	1,16
Struttura portante in pietrame: $30 \leq s \leq 40$	2,38
Struttura portante in pietrame: $40 < s \leq 50$	2,09
Struttura portante in pietrame: $50 < s \leq 60$	1,86
Struttura portante in pietrame: $60 < s \leq 70$	1,69
Struttura portante in pietrame: $70 < s \leq 80$	1,56
Struttura portante in pietrame: $80 < s \leq 90$	1,45
Struttura portante in pietrame: $90 < s \leq 100$	1,34
Struttura portante in pietrame: $100 < s \leq 110$	1,22
Struttura portante in pietrame: $110 < s \leq 120$	1,13

Nel caso in cui alle pareti esterne sia applicato uno strato di isolante termico di spessore s_t , in metri, si ridurrà **Kp** ad un valore:

$$K'p = \frac{1}{\frac{1}{Kp} + \frac{s_t}{0,04}}$$

Nel caso in cui ai solai esterni sia applicato uno strato di isolante termico di spessore s_t , in metri, si ridurrà **Ks** ad un valore:

$$K's = \frac{1}{\frac{1}{Ks} + \frac{s_t}{0,04}}$$