



CERTIFICAZIONE
ENERGETICA:
ANALISI TECNICA
E PROBLEMATICHE
RELATIVE
ALL'APPLICAZIONE
DELLA NORMATIVA
IN CANTIERE

COSTRUZIONE DEGLI EDIFICI A BASSO IMPATTO ENERGETICO: TUTTI I FATTORI DA CALCOLARE

La convinzione che le problematiche energetiche nell'edilizia avranno sempre maggior rilievo e cattureranno una continua e crescente attenzione da parte degli acquirenti, induce i costruttori in particolare ad approfondire la tematica dal punto di vista legale, amministrativo e tecnico.

L'evoluzione della materia in questione spinge ad investire notevoli risorse e molto tempo per lo studio, nel più breve periodo possibile, di abitazioni eco-sostenibili, a basso consumo e a basso impatto ambientale.

Trovare risposte non è facile: l'edificio interessato a queste trasformazioni non è solo quello residenziale, prima o seconda casa, ma anche quello con destinazione industriale, agricola o terziario; non è solo l'edificio nuovo ma anche quello ristrutturato o, anche, soggetto a vincolo monumentale.



L'incrociarsi delle diverse caratteristiche degli edifici sui quali intervenire per rispettare la normativa ambientale obbliga il costruttore ad individuare nuove soluzioni per ogni tipo di categoria e a volte, come spesso accade nel nostro lavoro, a studiarne di specifiche per risolvere il singolo caso.

La situazione contingente della normativa vede leggi (L.

10/91, D.Lgs. 192/05 e D.Lgs. 311/06) che, coerentemente con l'avanzare delle conoscenze tecnico-scientifiche, sono diventate via via più complesse; la redazione del progetto tecnico, da sempre riservata allo specialista termotecnico, è praticabile solo con programmi di calcolo sofisticati e spesso non "trasparenti".

Il rischio per il costruttore, per non dire l'abitudine corrente,

è quello di delegare alla cieca la materia al termotecnico che, pur restando una figura chiave, sconta spesso il fatto di un'origine dedicata più al calcolo dell'impianto che alla elaborazione delle parti edili. Infine, la scarsa leggibilità degli elaborati dei suddetti programmi incoraggia tutti a restare nel proprio ristretto ambito specialistico.

Non va dimenticato, da ultimo, il (grande) salto fra il progetto cartaceo ed il cantiere di costruzione: salto che solo una robusta competenza e presenza di direttori tecnici può controllare.

Per questi motivi è indispensabile per gli addetti al settore e soprattutto per i costruttori, toccati da tutte le problematiche inerenti l'argomento in questione, ripercorrere questo tema dal punto di vista teorico, tecnico e pratico, perché solo in questo modo si potranno assumere le giuste responsabilità in materia.

Questo percorso va affrontato con la massima accessibilità di linguaggio, con una corretta visione delle interrelazioni dei vari fattori e con una chiara indicazione delle responsabilità e dei ruoli.

I.

I PROTAGONISTI DELLE DISPERSIONI TERMICHE

I due protagonisti del risparmio energetico sono l'involucro dell'edificio e l'impianto termico: dal primo dipendono le dispersioni, il secondo è quello che le compensa. L'obiettivo generale perseguito dalle norme è il contenimento del consumo energetico. Occorre quindi considerare due ordini di fattori: minimizzare il ca-

lore che bisogna fornire (pari alla somma delle dispersioni termiche) e massimizzare l'efficienza con la quale lo si fornisce.

E' necessario, quindi, fornire una definizione di **DISPERSIONE TERMICA**: un edificio la cui temperatura interna sia superiore a quella esterna produce infatti delle dispersioni di calore da compensare perché l'interno dell'edificio resti alla stessa temperatura. Dimensionalmente le dispersioni di calore si misurano in Watt W (una volta, in Kcal/ora). Esse costituiscono l'argomento di questo primo capitolo.

1. L'impianto termico

Per compensare le dispersioni di calore occorre fornire energia mediante l'impianto di riscaldamento, che sta all'edificio come il motore all'automobile. Anche il prodotto dell'impianto termico ha ovviamente le dimensioni di una potenza (la potenza dell'impianto), parimenti misurata in Watt W.

Come nel motore di un'automobile, solo una parte dell'energia spesa ha un effetto utile; un'altra parte, tutt'altro che insignificante, viene consumata inutilmente. Si definisce con ciò il concetto di rendimento dell'impianto:

η = potenza (calore) fornita all'involucro / potenza consumata

E' ovvio che l'evoluzione tecnica ha portato questo rendimento dai bassi valori storici (per il vecchio camino si parla del 15%) a valori oggi assai elevati. Ma il rendimento finale dipende da una

catena di componenti (termosifoni, canne fumarie, ecc.) ognuno dei quali ha un proprio rendimento, che diminuisce quello globale. La questione ha un peso notevole ed ovviamente il D.Lgs. 192/05 si occupa attentamente dell'argomento.

2. Le dispersioni termiche

Le dispersioni nell'edificio sono essenzialmente di due tipi:

2.1 Dispersioni per ventilazione.

Sono costituite dal calore che occorre fornire all'aria (fredda), che viene introdotta nell'edificio, per riscaldarla a temperatura ambiente; dopo essere stata riscaldata viene espulsa per effettuare il "ricambio d'aria" e nuova aria deve essere introdotta e riscaldata.

L'entità di questa dispersione negli edifici attuali è minoritaria, intorno al 25% del totale, ed è in prima battuta fissa, poiché la norma considera fissi i ricambi orari (0,5 volumi/ora). In realtà il ricambio dell'aria è abbastanza aleatorio (pur essendo una funzione essenziale per evitare fenomeni di condense e muffe), a meno che ci sia un impianto di Ventilazione Meccanica Controllata (VMC).

Non ci si può astenere da un cenno agli impianti di VMC, il cui impiego è sempre positivo: a prima vista, infatti, un'assenza di ventilazione (non aprire mai le finestre), potrebbe far pensare ad una possibile riduzione delle dispersioni, appunto perché si risparmiano le dispersioni per ventilazione.

In realtà, prescindendo dalla qualità dell'aria che ne risulterebbe - cosa di per sé assurda - il conseguente immediato aumento dell'umidità interna porterebbe fatalmente a formazioni di condensa sulle pareti più fredde; seguirebbe l'insorgenza di muffe (con le note conseguenze) ed una riduzione assai sensibile dell'isolamento delle pareti stesse (effetto "vestito sudato"); il bilancio energetico peggiorerebbe, oltre al corollario dei suddetti inconvenienti, che risultano anche peggiori della perdita energetica. In verità, un'aria non troppo umida preserva anche l'isolamento.

Quindi queste perdite non sono riducibili, salvo che con i sistemi più o meno sofisticati di recupero di calore tramite scambiatori, che comportano sempre un sistema di controllo di entrata e uscita dell'aria; si ricorre ad essi in genere negli edifici di classe A, ossia a quelli cosiddetti "ad energia zero".

2.2 Dispersioni per trasmissione

Sono quelle che si verificano attraverso le superfici che delimitano l'involucro: queste superfici sono un po' il "vestito" dell'edificio, e le relative dispersioni sono grandemente variabili; ridurle è l'obiettivo principale degli sforzi di tecnici e costruttori.

Quando una superficie separa due ambienti a temperatura diversa, si ha un passaggio di calore (un tempo misurato in kcal/h, più modernamente in Watt, ove 1 kcal/h = 1,162 W); è molto intuitivo comprendere che esso sarà direttamente proporzionale alla estensione della superficie (S, in

m²) alla differenza delle temperature in gioco ($t_1 - t_2$), ed infine ad un fattore proprio di quel tipo di superficie, che riassume la sua attitudine a trasmettere il calore: esso si chiama trasmittanza, il cui simbolo è: U.

Ecco quindi che abbiamo la legge generale delle dispersioni per trasmissione:

Dispersioni (W) = S (m²) x ($t_1 - t_2$) (K) x U (W/m²K).

Ne consegue che, come si vedrà, si dovrà prestare più attenzione laddove le superfici interessate siano grandi, dove il salto di temperatura sia maggiore, e si dovrà controllare la trasmittanza U, che in sostanza dice se l'edificio è vestito con una camicetta o con una giacca a vento.

Nota: le temperature sono indicate in gradi Kelvin (simbolo K) come indicato nei D.Lgs. 192/05 e D.Lgs 311/06, che sono diversi dai gradi centigradi (simbolo °C) correntemente utilizzati (i gradi Kelvin partono dallo zero assoluto); le differenze di temperatura sono comunque uguali.

2.2.a) La trasmittanza

La trasmittanza esprime in termini specifici (cioè per ogni m² di superficie, per un salto termico di 1°C) l'attitudine di una superficie a trasmettere il calore. Essa si rappresenta solitamente con il simbolo U e si misura in W/m²K:

$$U = [W/m^2K];$$

essa rappresenta il flusso termico che passa per un m² di superficie, per un salto di temperatura di 1 K.

Le superfici che possono delimitare un ambiente sono però di svariati tipi: omogenee (ovvero

fatte di un unico materiale, come un muro pieno) oppure composte (o "stratificate"); opache (le pareti ed i solai in genere) o trasparenti (le finestre, che sono un oggetto molto speciale).

Nel comportamento complessivo della superficie sono essenziali le caratteristiche specifiche dei materiali (isolanti o meno) che la compongono, o quelle dei suoi vari strati; occorre quindi approfondire questo tema.

La trasmittanza ha una grande variabilità a seconda della costituzione della superficie, ed è essenziale per il calcolo delle dispersioni; risulta quindi molto utile il fatto che essa si possa determinare in modo preciso con calcoli di per sé elementari.

2.2.b) La resistenza

L'inverso della trasmittanza si chiama resistenza, essa ha simbolo R e rappresenta, appunto, al contrario della trasmittanza, la "resistenza" che una superficie oppone al passaggio del calore:

$$R = 1/U \text{ ovvero } U = 1/R.$$

E' intuitivo che quando un flusso di calore attraversa una parete ed essa è composta da diversi strati (in numero di n), ognuno di essi deve essere attraversato dal flusso di calore, ed ognuno di essi costituisce un ostacolo a questo flusso.

Dunque il comportamento di ognuno di questi strati nei confronti del passaggio del flusso di calore sarà riassunto dalla sua propria resistenza R (di solito, quando sono molteplici, le resistenze si indicano minuscole: r).

E' intuitivo pensare che la resistenza globale della parete sia

la somma delle resistenze degli strati attraversati:

$$R = r_1 + r_2 + r_3 + r_4 + \dots + r_n$$

La trasmittanza della parete sarà l'inverso della resistenza totale, cioè l'inverso della somma delle resistenze parziali.

Questa relazione si esprime quindi nel seguente modo:

$$U = 1/R$$

$$U = 1 / (r_1 + r_2 + r_3 + r_4 + \dots + r_n)$$

Il problema tecnico si sposta quindi a determinare le resistenze dei vari strati.

2.2.c) La conduttività

Com'è facile intuire, a determinare la resistenza R di ogni strato intervengono lo spessore dello strato e la qualità specifica del materiale costituente nei confronti della trasmissione del calore.

La formula tecnica è molto semplice per qualsiasi strato:

$$r = s/\lambda$$

ove "s" è lo spessore dello strato in metri (la resistenza è ad esso direttamente proporzionale: infatti, intuitivamente, più lo strato è spesso più ostacola il passaggio di calore) e la lettera greca "λ" (Lambda) rappresenta un coefficiente tipico del materiale, detto conduttività o conduttanza (in W/mK).

Essa esprime il calore lasciato passare da uno strato di un m² di quel materiale, spesso 1 metro, con un salto termico di 1 K, ed è un po' "parente" della U, che indicava l'attitudine a lasciar passare il calore: più il materiale è isolante, più λ sarà piccola, mentre più la U sarà piccola, più la parete sarà isolante; a conferma di ciò lo troviamo al denominatore nella formula della "r". Abbiamo quindi,

Tabella 1: trasmittanza media delle pareti

TRASMITTANZA media DELLE PARETI (in W/m ² K)							
	6,00	3,00	2,50	1,40	0,70	0,46	
meno isolante	finestra alluminio vetro semplice	finestra alluminio vetro camera	parete 40 cm calcestruzzo	tamponamento a cassetta non isolato	tamponamenti a cassetta + isolante o tipo poroton	pareti: obiettivo D.Lgs. 192/05	più isolante
				anni '50, '60	(legge 10/91)	2007	

di, sostituendo alle r la formula suddetta:

$$U = 1 / (\text{somma di } s_n / \lambda_n) = 1 / \sum s_n / \lambda_n = \lambda_n / \sum s_n = W / (mk \cdot m) = W / mqk$$

2.2.d) Resistenze liminari

Anche se la parete è omogenea, cioè c'è un solo strato, tecnicamente si considera un'altra resistenza (o meglio altre due) oltre alla propria; con essa si simboleggia il fatto che, poiché la parete separa i due ambienti, l'aria stessa, da una parte e dall'altra, indugia e costituisce una specie di cuscinetto isolante, si parla di resistenza liminare interna e resistenza liminare esterna. I valori di queste, determinati dall'esperienza, sono definiti e pressoché costanti nei vari casi (pareti verticali od orizzontali nelle varie condizioni).

Visto che le dispersioni per trasmissione sono le perdite di calore attraverso le superfici che racchiudono la nostra casa, è necessario ridurle il più possibile. La prestazione di ciascuna di queste superfici è determinata dalla sua trasmittanza U: è questa che quindi va minimizzata.

Occorre quindi essere in grado di valutare questa trasmittanza nella pratica costruttiva: è questo oggetto dell'argomento successivo che affrontiamo per proseguire la nostra analisi sulla tematica degli edifici eco-compatibili.

2.2.e) Le dispersioni nella realtà edilizia

La tabella 1 (in alto in questa pagina) riporta una rassegna dei valori di trasmittanza, in termini sommari, dal minimo al massimo, delle pareti edilizie.

La trasmittanza, come detto, dipende dagli spessori e dalle caratteristiche dei materiali, in particolare degli isolanti. Per conoscerli meglio, vediamo una rassegna dei materiali in riferimento alla loro qualità più o meno isolante.

Nella tabella 2 (nella pagina a fianco in alto) si riporta una rassegna dei materiali in relazione alla loro conduttanza "λ", ovvero, come detto, alla loro attitudine a trasmettere il calore o meno.

Se ci si pone l'obiettivo di avere una parete con una trasmittanza U = 0,46 W/m²K (indicato dal D.Lgs. 192/05, come vedremo, per il 2007; dal 2008, esso si riduce a 0,37); ipotizzando in astratto una parete composta di un solo strato di uno solo di questi materiali, quale spessore dovrebbe avere la parete?

Per rispondere a questa domanda, dobbiamo applicare una serie di calcoli che qui sintetizziamo. Poiché in ogni caso vi è il contributo delle resistenze liminari R_{lim} (in prima battuta, r = 0,123 + 0,043 = 0,17), si ha: obiettivo: U = 0,46

Tabella 2: valori della conduttività nei materiali

I valori di "l" non sono rigorosamente costanti: oltre a variare (poco) con la temperatura, essi variano significativamente con il contenuto di umidità (vestito asciutto/vestito bagnato) e con la densità del materiale; quindi, per ogni valore, andrebbero precisate le condizioni. I valori esposti sono indicativi, in prima approssimazione.

valori della conduttività nei materiali												
conduttori		isolanti pesanti			portanti			isolanti leggeri (leggeri)				
acciaio	calcestruzzo	mattoni pieni	laterizi porosi-alveolari (800 Kg/mc)	calcestruzzo di argilla espansa	calcestruzzo cellulare leggero	calcestruzzo cellulare autoclavato	sughero	lana di roccia	lana di vetro	polistirene esp.	polistirolo esp. - poliestere esp.	poliuretano espanso estruso
52	1,66	0,63	0,26	0,25	0,2	0,14	0,045	0,038	0,038	0,04	0,04	0,032

quindi

$$R_{\text{tot}} = 1/U = 1/0,46 = 2,17$$

R del materiale (da ottenere) = 2,17 - 0,17 = 2,00 m² K / W

e dato il "l" del materiale come indicato nella tabella 2, si ricava lo spessore necessario nella tabella (in basso).

La tabella traduce in concreto la formula $R = s/l$: per ottenere un certo risultato in termini di isolamento, vi sono teoricamente due strade: utilizzare un qualsiasi

materiale, aumentandone lo spessore a dismisura; ovvero utilizzare materiali "isolanti" (l molto piccola) con spessori ridotti.

Quando erano disponibili solo pochissimi materiali (praticamente solo la muratura di mattoni o pietra ed il calcestruzzo) era praticabile solo la prima strada; e, poiché c'era un limite agli spessori (magari si arrivava ad 1 metro e più nei castelli, ma nelle case coloniali che lo standard era 25 cm), c'era

un limite alla resistenza termica e quindi alla trasmittanza.

Anche oggi il limite allo spessore si fa sentire; ma poiché esistono materiali isolanti è teoricamente possibile, mantenendosi in spessori "normali", arrivare a resistenze elevatissime, quindi trasmittanze tendenti a zero. Per esempio, con una parete di 25 cm tutta di poliuretano espanso si ottiene una R di 8, cioè una U = 0,125: pari ad 1/11 di quella di una

Tabella 3: confronto dei materiali

spessore necessario per ottenere U = 0,46 W / m ² K												
conduttori		isolanti pesanti			portanti			isolanti leggeri (leggeri)				
	calcestruzzo	mattoni pieni	laterizi porosi-alveolari	calcestruzzo di argilla espansa	calcestruzzo cellulare	calcestruzzo cellulare autoclavato	sughero	lana di roccia	lana di vetro	pvc espanso	polistirene estruso (pelle)	poliuretano
in metri	3,32	1,26	0,52	0,50	0,40	0,28	0,09	0,076	0,076	0,08	0,08	0,064
(cm.)	332	126	52	50	40	28	9	7,6	7,6	8	8	6,4

parete a cassetta degli anni '60.

Questo è il motivo fondamentale che apre la strada ai cultori della casa "a consumo energetico zero"; ovvero resa calda solo per il sole che entra dalle finestre ed il fiato degli abitanti. Ovviamente dal dire al fare c'è molto di mezzo: ci sono fattori di costo che bisogna ottimizzare e vincoli costruttivi con cui bisogna fare i conti.

Il principale problema è che il primo requisito degli edifici è di portare a proteggere gli abitanti e tutto quello che hanno, con una certa stabilità e durata; ed uno scatlone di polistirolo non soddisfa questi requisiti.

In sostanza il primo requisito degli edifici è quello strutturale e purtroppo i materiali strutturali e gli isolanti sono due categorie praticamente opposte: vedasi il comportamento dell'acciaio e del calcestruzzo.

Si dovranno quindi fare i conti con la presenza più o meno rilevante di parti costruttive che non isolano affatto (la struttura), e di materiali più isolanti che sono, però, anche molto delicati.

Questo è il motivo per cui se il progettista strutturale ed il termotecnico lavorano senza collegamento può sortire un cattivo risultato.

2.2.f) Alcune considerazioni tecnico - economiche sugli isolanti

Come già visto in tab. 3, c'è una vasta scelta di materiali isolanti. Essi sono da paragonare a parità di funzione applicativa. Nell'ambito di ciascun materiale i più costosi, perché più densi, sono sempre quelli atti a sopportare il carico di un pavimento e dei suoi



sovraccarichi (con deformazioni accettabili). Poi nell'ordine vi sono quelli a pannelli semirigidi o rigidi ma comunque leggeri (applicazione tipica quella in intercapedine, addossati ad un paramento murario) ed infine i materassini da stendere semplicemente (di solito si utilizzano, su un solaio non praticabile).

All'interno della categoria



degli isolanti, a guidare la scelta saranno diverse considerazioni (applicative, di durabilità, ...). Ma dal punto di vista puramente tecnico/economico, risulta dalle formule suesposte che il rapporto costo/beneficio di un isolante è chiaramente espresso dal rapporto fra il costo unitario dell'isolante (euro/m³) e la trasmittanza specifica dell'isolante.

Questa nota merita la giusta considerazione: infatti, i prezzi degli isolanti variano in relazione al costo della materia prima e dei processi di produzione, non ai rispettivi valori della conduttanza λ .

2.2.g) Le finestre

Osservando la tabella delle trasmittanze, si nota subito che i due valori maggiori hanno come protagonista il vetro, cioè le finestre. La finestra di alluminio con vetro semplice ($U = 6,0$) e la finestra con vetrocamera ($U = 3,0$): in pratica un valore quattro volte maggiore di quello di una parete "standard" [questo sia ai tempi pre-legge 373/76, quando le finestre erano a vetro semplice ($U = 6$) ed i tamponamenti non erano isolati ($U = 1,4$), sia in regime di legge 10/91, con il vetrocamera ($U = 3,0$) ed il tamponamento isolato ($U = 0,7$)].

In pratica, un metro quadro di finestra consuma come 4 metri quadri di parete.

La cosa non stupisce molto, se si pensa (considerando la formula che fornisce la resistenza di uno strato) che ciò che separa interno da esterno è, nel caso del vetro semplice, una lastra che ha uno spessore di 4 mm (un tempo, anche 2 o 3 mm): la conduttanza

tabella 4: trasmittanza delle vetrate

elemento	vetro semplice			vetrocamera 4-9-4		
	spessore [m.]	l	r	spessore [m.]	l	r
strato liminare interno vetro	0,004	1,00	0,123	0,004	1,00	0,123
intercapedine aria 9 mm vetro			-	0,009		0,183
strato liminare esterno			0,043	0,004	1,00	0,004
R= somma r			0,17			0,357
U = l / somma r			5,88			2,88

“l” del vetro non è quella di un isolante, soprattutto nel caso di spessori di 3 mm.

Nella tabella 4 (in alto in questa pagina), che riporta i diversi valori sia per il vetro semplice che per il vetrocamera, si vede che la r dello strato di vetro è minima, ed in realtà quel che “isola” sono le resistenze liminari, che compaiono una volta nel caso del vetro semplice ($r = 0,123 + 0,043$) e praticamente due volte nel caso del vetrocamera, appunto per la presenza della lama d’aria intermedia ($r = 0,183$).

Nel secondo caso (vetrocamera) la trasmittanza risulta pressoché dimezzata, essenzialmente per merito della camera d’aria interposta; questo è da tener presente quando si pensa alla possibilità di ulteriori diminuzioni di questo valore.

In materia di serramenti un cenno va fatto al loro “contorno” (il telaio fisso e quello mobile). Si è in presenza di un elemento separatore di pochissimi cm (circa 5), costituito di un materiale che nel caso del legno è un discreto isolante, ma nel caso dell’alluminio certamente no, il che comporta un handicap ai fini dell’isolamento.

In ogni caso l’elemento vetro e l’elemento telaio sono sostanzialmente diversi, e poiché i profili del telaio sono fissi pur con diverse dimensioni e quindi diverse superfici del vetro e della finestra, le procedure di calcolo contenute nella legge implicano un calcolo ad hoc serramento per serramento, in virtù della diversa percentuale telaio/vetro.

3. I ponti termici

I ponti termici non sono “elementi costruttivi” ma sono parti costruttive che per natura non si prestano ad essere “coperti”; per riprendere l’analogia “umana” tutti noi andiamo in giro anche d’inverno magari in pelliccia, ma con la faccia e le mani nude.

Il ponte termico è quindi un ospite quasi fisso, sebbene indesiderato. Fra l’altro questo ospite indesiderato è molto frequente nella “tradizionale edilizia italiana” o meglio nell’attuale tecnica costruttiva italiana, ed è spesso serenamente ignorato pur essendo responsabile di molti guai secondari, anche seri.

3.1. Definizione

Si è visto che alcuni materiali costruttivi (il cemento armato, l’acciaio) non isolano praticamente nulla. Laddove la barriera fra interno ed esterno è costituita solo da essi, caldo e freddo passano a piacere; questo è un ponte termico.

L’esempio più semplice è costituito da un pilastro passante.

Oppure: l’isolamento è generalmente proporzionale allo spessore della parete ma, laddove vi siano parti ove lo spessore del materiale risulti molto ridotto, di nuovo passa un flusso di calore spropositato, per esempio attraverso le finestre.

Si hanno anche ponti termici costituiti non da un elemento separatore termicamente scadente, ma dovuti semplicemente alla forma geometrica dell’edificio, laddove ad una determinata superficie interna corrisponde una superficie esterna molto maggiore, per esempio in uno spigolo.

La rassegna dei ponti termici è purtroppo ampia, soprattutto negli edifici intelaiati e questo non agevola la soluzione dei problemi.

CERTIFICAZIONE
ENERGETICA:
LE TRAVI
IN CEMENTO
ARMATO
SONO
UN CONDUTTORE
DEL FREDDO

3.1.a) Pareti verticali

Già si è detto del pilastro, nonché degli spigoli d'angolo. Le travi in cemento armato ribassate, ed ancor più quelle in spessore, formano una fascia che porta direttamente il freddo per una notevole superficie interna di soffitto; meno problematiche sono le semplici corree.

La situazione peggiore, presente del resto pressoché in ogni edificio, si riscontra nel balcone realizzato con soletta in cemento armato in continuità con la trave di bordo ed il solaio interno. E' questo un esempio di come la situazione strutturale (ottima in questo caso) sia in conflitto diretto con quella termica. Lo stesso vale per le gronde in cemento armato e simili aggetti;

3.1.b) Strutture orizzontali

Il solaio stesso (ipotizzato in laterocemento) comporta per natura una serie di ponti termici. Le pignatte laterizie (assimilabili a grossi mattoni forati con camere d'aria), infatti, sono intervallate da travetti di cemento armato passanti, in comunicazione con la caldaia superiore.

La trasmittanza dell'insieme non è soddisfacente, perciò laddove il solaio costituisce confine fra l'ambiente caldo e l'esterno (primo solaio su cantinato o pilotis, solaio sottotetto, solaio di falda) risulta giocoforza necessario isolare.

3.1.c) Finestrature

Le finestre sono una fonte primaria di ponti termici. Si è già visto poco sopra che i componenti tipici della finestra, ossia il vetro ed il telaio, sono molto disperdenti;



vanno anche segnalate le parti "di contorno" che comunque una finestra sempre comporta.

Tutto il perimetro del telaio, le cosiddette "mazzette", sono un ponte termico (in effetti, spesso si tratta di un mattone da 12 cm e basta); un ponte termico perfetto risulta essere il davanzale o la soglia (marmo, cemento) magari in continuità con il contro-davanzale.



Anche il sottofinestra, che pure non è, a rigore, un ponte termico, è comunque un'altra occasione di dispersioni abnormi, come il cassonetto della tapparella che è forse il peggiore di tutti.

Il ponte termico è fonte di diversi guai: poiché la sua capacità di isolare è molto bassa, la temperatura della sua faccia interna risulta anch'essa molto bassa. Spesso essa si abbassa fino alla soglia della temperatura di rugiada dell'umidità interna, ed allora la faccia interna si bagna, dando il via alla formazione di muffe con tutto quel che ne consegue.

A parte ciò, il contributo negativo dei ponti termici al consumo energetico è rilevante; si arriva ad una incidenza dei ponti termici del 20% sul totale delle dispersioni di una facciata tipo.

3.2. La correzione dei Ponti Termici

Per ovviare agli inconvenienti dei ponti termici la soluzione è di rivestirli, avendo poco spessore a disposizione, con materiali di spiccate proprietà isolanti, sicché anche con spessori ridotti di isolante (2-4 cm) si ottenga una buona resistenza termica e quindi una bassa trasmittanza.

Il problema è che questi isolanti sono così fragili e deperibili che non si possono esporre a vista, né intonacare tali e quali. Questo è il motivo per cui nella pratica "corrente" ci si limita al rivestimento con un pannello di fibra di legno mineralizzata, sotto l'intonaco. Discontinuità di questo genere possono indurre tensioni nell'intonaco e vanno dunque

previste; il contributo isolante di tale soluzione è comunque molto modesto.

Sistemi più corretti teoricamente, come quelli spesso riportati nelle pubblicazioni, introducono fattori di sovracosto ed aumenti di spessore che diventano assai pesanti. Può essere, a questo punto, che la correzione dei ponti termici risulti onerosa quanto tutto il resto dell'isolamento, o più.

E' ragionevole pensare che sia qui la fonte del contrasto fra quanti sostengono che l'aumento delle capacità di isolamento abbia una incidenza di costo irrisoria (perché si calcola questo sovracosto semplicemente su un aumento percentuale del costo degli isolanti impiegati) e la pratica costruttiva, nella quale spesso risulta che per superare certe soglie occorre "reinventare" soluzioni costruttive in una serie di punti critici, passando da sistemi collaudati e codificati nella pratica costruttiva a soluzioni nuove da sperimentare, con divari di costo significativi o difficilmente valutabili.

Per dare un'idea del divario fra teoria e pratica su questo tema, si riporta la definizione che il D.Lgs. 192/05 dà di ponte termico corretto "quando la trasmittanza termica della parete fittizia (quella corrispondente al ponte termico) non supera per più del 15% la trasmittanza della parete corrente": cosa che non accade praticamente mai.

Vi sono poi casi disperati (come il balcone) che in alcuni contesti hanno portato o alla eliminazione stessa dell'oggetto (restano da valutare le reazioni del mercato) o ad un approccio costruttivo totalmente differente



(il balcone come una parte staccata a sé stante).

E' il caso di ricordare che per ottemperare al D.Lgs. 192/05 e D.Lgs. 311/06, se ci si vuole avvalere del metodo semplificato, la verifica del limite di trasmittanza della parete opaca (sia verticale, sia orizzontale) deve tener conto dei ponti termici esistenti.



4. Dispersioni e consumi di energia primaria: EP_i

Finora si è parlato di dispersioni in termini specifici ed istantanei. La trasmittanza è la potenza termica dispersa da 1 m² di superficie disperdente, con un salto di temperatura di 1 K, nell'unità di tempo.

Il valore principale che interessa è però il consumo di energia primaria, ovvero in pratica di combustibile.

La legge parla di "EP_i" che viene chiamato "indice di prestazione energetica", e corrisponde in sostanza al consumo di energia primaria per una stagione invernale, ovvero nel tempo, per un m² dell'edificio in oggetto.

Per passare dalle dispersioni ai consumi occorre moltiplicare le trasmittanze delle varie pareti per le rispettive superfici e salti di temperatura, e moltiplicare per il tempo (in modo da passare da una potenza ad una energia). Poiché il salto di temperatura varia di giorno in giorno nella stagione, si ricorre ad un parametro detto "gradi giorno" che rappresenta il prodotto dei giorni di riscaldamento per i rispettivi salti di temperatura.

Ottenuto così il totale dell'energia dispersa, occorrerà dividerlo per il rendimento dell'impianto per ottenere l'energia primaria consumata dall'edificio nella stagione. Dividendo questo valore per la superficie utile degli alloggi dell'edificio, si ottiene finalmente l'indice EP_i.

(fine prima parte)

VI SUBISSIAMO
DI AUGURI.



UBI  Banco di Brescia