



**CERTIFICAZIONE
ENERGETICA:
QUINTA PARTE.
ALLA RICERCA
DI UNA
NUOVA
FRONTIERA
DEL RISPARMIO**

LA COSTRUZIONE DI EDIFICI A BASSO IMPATTO ENERGETICO: L'ESPERIENZA DEL NORD EUROPA

**In questo numero
proseguiamo nell'analisi
delle tematiche relative
alla progettazione,
costruzione e certificazione
degli edifici a basso
consumo energetico.**

**Se nelle precedenti
puntate abbiamo
concentrato l'attenzione
sugli aspetti pratici,
valutando le possibili
soluzioni tecniche
da predisporre per
realizzare immobili
in linea con l'attuale
normativa, in questa
puntata ci soffermiamo
sulle indicazioni
tecnico-scientifiche
che rappresentano un
ulteriore passo in avanti
verso soluzioni in grado
di diminuire il fabbisogno
energetico degli edifici.**

**Si tratta di un ulteriore
passo avanti che trova il
Nord Europa in una fase
di ricerca e applicazione
molto avanzata, che senza
dubbio merita attenzione.**

VI. EDIFICI A BASSISSIMO CONSUMO ENERGETICO LOW ENERGY BUILDING

GENERALITA'

Di fronte all'aumento dei consumi e alla scarsità di risorse la ricerca tenta di trovare nuove risposte impegnandosi sul versante dell'ottimizzazione del rendimento energetico e dell'individuazione di fonti energetiche alternative.

Questa ricerca si concilia pienamente con gli obiettivi di uno sviluppo sostenibile, poiché tende a diminuire il consumo di risorse a parità di benessere conseguito e a ridurre gli impatti ambientali grazie all'utilizzo di nuove fonti energetiche "pulite".

Ma esiste un altro versante spesso trascurato e invece centrale per la sostenibilità: la ricerca di soluzioni che garantiscano risparmi energetici.

Appare, infatti, più sensato ridurre a monte la domanda piuttosto che correre ai ripari per garantire una offerta adeguata e sufficiente.

Dopo diversi anni di ricerca e sperimentazione sul tema del risparmio energetico, soprattutto nel nord Europa, si stanno ora affermando regolamenti a livello internazionale e nazionale volti al miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici attraverso l'uso razionalizzato delle fonti primarie, l'utilizzo

di fonti rinnovabili ed il risparmio energetico.

Ma, oltre agli incentivi e agli obblighi normativi, traino efficace per orientare il settore delle costruzioni dovrebbe diventare l'utente finale, ossia chi abita l'edificio.

Infatti, il risparmio energetico porta con sé non solo vantaggi ambientali, ma anche vantaggi economici nella fase di gestione e uso.

Di conseguenza è chi utilizza e abita l'edificio che dovrebbe essere informato sui vantaggi di edifici caratterizzati da soluzioni volte al risparmio energetico, nell'obiettivo di formare e orientare la domanda del mercato ad esprimere tra le proprie esigenze anche il risparmio energetico.

Per la valutazione di un edificio passivo si analizzano alcuni parametri generali da implementare poi nei singoli casi specifici.

17. Paradigmi progettuali e soluzioni tecniche per il risparmio energetico

La presa di coscienza degli sprechi energetici determinati da edifici in cui il benessere abitativo viene garantito dalla costruzione artificiale delle condizioni interne tramite l'uso di impianti tecnologici sta spostando l'attenzione dei progettisti da una dotazione impiantistica sempre più pervasiva e sofisticata ad una progettazione in-

telligente dell'edificio, inteso come filtro di flussi di energia in scambio con l'ambiente.

La progettazione volta al risparmio energetico deve saper controllare tre livelli: ambientale, tipologico e tecnico-costruttivo.

17.1 Progettazione e ambiente

Per quanto attiene il controllo degli aspetti relativi al rapporto tra edificio e ambiente, occorre che la progettazione:

a) sia attenta al clima locale, tenendo conto delle diverse condizioni stagionali (temperatura, umidità relativa, ventosità, irraggiamento solare; desumibili dalla norma UNI 10349 sui Dati climatici);

b) sia in relazione al sito, tenendo conto dell'ombreggiamento per la presenza di costruzioni e sfruttando le condizioni al contorno (per esempio la presenza di alberi per l'ombreggiamento estivo) nonché le caratteristiche dell'area (morfologia, presenza di elementi di inquinamento acustico o ambientale, presenza di corsi d'acqua).

17.2 Progettazione e aspetti tipologici

Per quanto attiene il controllo degli aspetti tipologici, i fattori che incidono sul comportamento energetico dell'edificio sono:

- la forma compatta (che consente un più vantaggioso rapporto tra superficie e volume);
- l'orientamento e la distribuzione interna delle unità abitative e dei singoli locali costituenti l'edificio, tenendo conto della destinazione d'uso;

- la distribuzione, l'orientamento e i sistemi di protezione delle superfici trasparenti, il loro rapporto con la superficie opaca, in relazione allo sfruttamento degli apporti solari diretti nel periodo invernale, al controllo dell'irraggiamento nel periodo estivo e dell'ottenimento di un

Il controllo ambientale

Reyner Banham (1969) individua tre modalità di controllo ambientale operato nelle costruzioni per garantire il comfort climatico:

- *il modello conservativo*, in cui l'edificio è realizzato con mura-
ture spesse e massicce (elevata massa termica), in modo da opporre alle
condizioni esterne (climi freddi o caldi) un comportamento 'conservativo'
dell'ambiente interno, ossia di mantenimento delle condizioni termiche
(inerzia termica);

- *il modello selettivo*, in cui l'edificio filtra le condizioni ambien-
tali esterne attraverso gli elementi costruttivi del suo involucro (finestre,
schermature), in modo da favorire la ventilazione (climi umidi) e impedire
il surriscaldamento;

- *il modello rigenerativo*, in cui l'edificio viene climatizzato grazie
al ricorso ad impianti, dunque producendo artificialmente le condizioni
interne desiderate, indipendentemente dal clima in cui è collocato e senza
particolari accorgimenti tecnico-costruttivi.

Si potrebbero ricondurre tali modalità a due orientamenti fondamen-
tali di climatizzazione degli ambienti interni:

- *metodi passivi*, che puntano sugli aspetti costruttivi, da un lato
isolando l'edificio dall'esterno e utilizzando componenti della costruzione
caratterizzati da elevata massa termica (modello conservativo) in modo
da conservare d'inverno il calore diurno durante la notte e d'estate il
fresco notturno durante il giorno e dall'altro lasciando entrare il calore
attraverso le parti vetrate d'inverno, ma proteggendo l'edificio in estate
tramite aggetti e schermature (modello selettivo);

- *metodi attivi*, che si affidano prevalentemente all'utilizzo di
impianti che creino le condizioni di comfort adeguando la propria
fornitura in relazione alle dinamiche climatiche esterne (modello
rigenerativo).

Occorre sottolineare come oggi si renda necessario orientarsi
verso i metodi passivi, per cercare di contenere i consumi energetici.

adeguato livello di illuminazione
naturale;

- la presenza di elementi come ag-
getti e schermature, porticati, logge
o serre (spazi filtro) ad assetto varia-
bile tra inverno ed estate.

17.3 Progettazione e aspetti tecnico-costruttivi

Per quanto attiene il controllo
degli aspetti tecnico-costruttivi, i fat-
tori che incidono sul comportamento
energetico dell'edificio sono:

- la presenza di un efficace isola-
mento termico e di finestre ad alte
prestazioni termiche;

- l'uso passivo dell'energia solare
per lo sfruttamento degli apporti

solari in maniera diretta o indiretta
(finestre, accumulatori di calore);

- l'integrazione di tecnologie solari
attive (collettori solari, pannelli
fotovoltaici);

- l'uso di tecnologie ad alto ren-
dimento (pompe di calore, celle a
combustione, corpi d'illuminazione
ed elettrodomestici a basso consumo
energetico, ecc.).

Dunque il progettista deve
maggiormente concentrarsi su:
orientamento dell'edificio, forma
dell'edificio, caratteristiche dell'in-
volucro e scelte impiantistiche.

Un edificio che sfrutta le carat-
teristiche al contorno è un "edificio
passivo", da distinguersi rispetto a

quegli edifici che costruiscono artificialmente (e dunque in maniera “attiva”) il comfort all’interno degli ambienti (e da non confondersi con il termine “passivhaus”, che fa riferimento ad uno standard energetico, come si dirà).

17.4 Orientamento dell’edificio

L’edificio passivo cerca di coprire la maggior parte del fabbisogno energetico tramite gli apporti solari e pertanto questi edifici sono normalmente esposti con il lato maggiore verso Sud. Il lato sud, alle nostre latitudini, riceve la massima radiazione invernale (bassa e dunque entrante) mentre d’estate la superficie più colpita è la copertura e le superfici a est e ad ovest (all’alba e al tramonto). Il lato nord invece non riceve mai il sole e dunque la

sua superficie d’involucro dovrebbe prevedere aperture ridotte al minimo per evitare dispersioni ed un incremento dell’isolamento termico.

17.5 Forma dell’edificio

Le caratteristiche che definiscono la forma dell’edificio e che incidono sulla valutazione del comportamento energetico sono (Serra, Coch, 1997):

- compattezza;
- porosità;
- snellezza.

17.5.1 La compattezza

E’ il rapporto tra superficie esterna dell’involucro e volume dell’edificio. Si ottiene un coefficiente, dove la massima compattezza tende a zero. Ad una maggiore compattezza corrisponde un minor contatto con le condizioni esterne: da un lato ciò implica una minore possibilità di captare la radiazione solare, dall’altro una minore possibilità di dissipare energia (ideale per climi freddi). Negli edifici compatti risulta però più difficile la ventilazione e l’illuminazione degli spazi centrali.

Per favorire la compattezza del volume riscaldato risulta conveniente collocare vani scala e verande all’esterno del volume riscaldato dell’edificio.

17.5.2 La porosità

E’ la proporzione tra volume pieno e volume vuoto dell’edificio dato dalla presenza di patii e/o cave di e viene calcolata come rapporto tra volume totale dei patii e volume totale dell’edificio.

Un edificio con un elevato grado di porosità risulta dotato di molte superfici di scambio con l’esterno: da un lato questo significa una maggiore difficoltà di isolamento dalle condizioni esterne, dall’altro però, risulta più facile ventilare le zone interne (ideale per climi caldi).

17.5.3 La snellezza

E’ la proporzione dell’edificio rispetto al suo sviluppo in verticale e viene calcolata come rapporto tra volume totale dell’edificio e il raggio della superficie media della pianta.

Un edificio snello ha un ridotto contatto con il terreno ed una elevata esposizione agli agenti atmosferici. Non è dunque una tipologia particolarmente consigliabile dal punto di vista energetico; subentrano invece considerazioni legate all’occupazione del terreno e dunque alla compattezza urbana.

Alle nostre latitudini la compattezza è vantaggiosa nel periodo invernale, mentre la porosità è vantaggiosa nel periodo estivo: occorrerebbe progettare elementi di chiusura ad assetto variabile che possano permettere la chiusura di atri, patii, gallerie e verande nel periodo invernale, garantendone l’apertura nel periodo estivo.

17.6 Distribuzione degli ambienti all’interno dell’edificio

I locali che vengono “vissuti” durante il giorno, come soggiorno, ma anche camere da letto, vanno collocati verso sud, dove godono di comfort termico e aperture più ampie.

I locali di servizio invece dovrebbero essere collocati verso nord, dove le aperture dovrebbero essere di minori dimensioni e la temperatura tende a essere inferiore per l’assenza di apporti solari.

17.7 Caratteristiche dell’involucro

Le caratteristiche che definiscono il comportamento energetico dell’involucro sono (Serra, Coch, 1997):

- interramento;
- addossamento;
- pesantezza;
- permeabilità;
- trasparenza;

Maggiorazioni per esposizione

Per la definizione del fabbisogno termico di un edificio la norma UNI 7357 prevede delle maggiorazioni di cui si deve tenere conto nel calcolo delle dispersioni.

La correzione per esposizione tiene conto dell’irraggiamento solare diretto, del diverso grado di umidità delle pareti e della diversa velocità e temperatura dei venti.

I valori, espressi come percentuale di maggiorazione, vengono applicati alle dispersioni per conduzione attraverso l’involucro.

| | |
|------------|--------|
| Sud | 0% |
| Sud-Ovest | 2-5% |
| Ovest | 5-10% |
| Nord-Ovest | 10-15% |
| Nord | 15-20% |
| Nord-Est | 15-20% |
| Est | 10-15% |
| Sud-Est | 5-10% |

- isolamento;
 - rugosità;
 - texture;
 - colore;
 - assetto variabile.
- Analizziamo i più importanti.

17.7.1 L'interramento

Indica il grado di contatto delle superfici dell'involucro dell'edificio con il terreno.

In un edificio interrato si ha una maggiore inerzia termica: infatti l'edificio si trova a contatto con il terreno, che è dotato di grande stabilità termica (se l'edificio si trova a 6 metri di profondità può arrivare ad avere una temperatura praticamente costante durante tutto l'arco dell'anno).

Ma un edificio interrato ha anche una minore capacità di captare la radiazione solare e un minor grado di ventilazione (che determina un aumento dell'umidità).

17.7.2 La pesantezza

E' legata al tipo di materiali ed elementi costruttivi scelti per l'involucro.

La pesantezza è associata al concetto di massa termica: la massa termica determina l'inerzia termica, ossia uno smorzamento delle variazioni climatiche esterne all'interno dell'edificio (ideale sia d'inverno che d'estate nei climi temperati).

In realtà, perché si possa usufruire dell'inerzia termica occorre la presenza di materiali isolanti e un buon grado di isolamento termico dall'esterno.

Le superfici pesanti dovrebbero essere orientate a sud, est ed ovest e in copertura.

La scelta di risposta inerziale dell'edificio deve essere effettuata in relazione alla funzione ospitata dall'edificio e alle modalità d'uso e quindi al tipo di regime di accensione e spegnimento dell'impianto di riscaldamento o alla necessità

di raffrescamento estivo (cooling demand).

17.7.3 La permeabilità

Si riferisce alla presenza di aperture nell'involucro che permettono il passaggio dell'aria.

La permeabilità dipende dalle dimensioni e dalla posizione delle aperture. È vantaggioso avere poca permeabilità d'inverno (per non dissipare calore) ed un'elevata permeabilità d'estate (per migliorare la ventilazione) e dunque progettare soluzioni ad assetto variabile.

Le aperture verso sud, sud-est e sud-ovest consentono l'ingresso dell'aria più calda, mentre quelle a nord dell'aria più fredda: se le aperture sono collocate su facciate opposte favoriscono la ventilazione incrociata.

17.7.4 La trasparenza

E' legata al passaggio della luce. Un edificio trasparente permette il passaggio della luce e della radiazione termica, mentre un edificio opaco impedisce il passaggio della luce, ma può permettere il passaggio della radiazione termica.

Se l'edificio è trasparente e permette il passaggio della radiazione termica, all'interno si viene a creare l'effetto serra: la radiazione termica che attraversa il vetro viene assorbita dai materiali collocati nell'ambiente interno e viene riemessa con lunghezze d'onda maggiori, non più in grado di attraversare il vetro.

Il progetto della dimensione e posizione delle finestre è influenzato da quattro aspetti: l'orientamento, il soleggiamento estivo e il conseguente surriscaldamento, l'illuminazione naturale e i possibili fenomeni di abbagliamento ed infine il guadagno solare invernale.

Il surriscaldamento e l'abbagliamento possono essere governati tramite oggetti e schermature in grado di ombreggiare quando occorre le

superfici vetrate.

Un edificio trasparente può captare grandi quantità di energia radiante; ma è anche un edificio poco isolato per cui la perdita di calore per trasmissione (di notte e d'inverno) è anch'essa molto grande (a meno che non si prevedano sistemi mobili di isolamento). Di conseguenza le variazioni di temperatura tra notte e giorno sono molto elevate.

Le superfici trasparenti dell'edificio dovrebbero essere orientate a sud, sud-est e sud-ovest per favorire i guadagni termici d'inverno (provvedendo ad adeguate schermature in estate).

Gli orientamenti est e soprattutto ovest sono da evitare in estate, poiché il sole è basso e colpisce in maniera diretta le superfici trasparenti.

Anche le coperture trasparenti sono da evitare per il surriscaldamento estivo e uno scarso apporto termico invernale.

17.7.5 L'isolamento

Si riferisce alla resistenza dell'involucro al passaggio di calore e si calcola come coefficiente di trasmissione termica (W/m^2K). Valori inferiori a 0,5 W/m^2K corrispondono ad involucri ben isolati mentre valori superiori a 2 W/m^2K corrispondono ad involucri poco isolati.

In un edificio molto isolato lo scambio energetico interno-esterno è ridotto e quindi si hanno poche dispersioni di calore durante l'inverno.

È raccomandabile l'uso di un elevato isolamento nei climi più estremi (molto freddi o molto caldi). L'isolamento dell'edificio deve essere differente in relazione agli orientamenti: occorre un maggiore isolamento delle facciate esposte a nord e della copertura.

17.7.6 La texture

Si riferisce al tipo di finitura superficiale dell'involucro.

Un edificio dotato di texture presenta un minore surriscaldamento della superficie d'involucro grazie alla formazione di piccoli moti d'aria sulla superficie.

17.7.7 Il colore (riferito ad involucri opachi).

E' legato all'assorbimento superficiale e quindi al trasferimento di energia ricevuta per irraggiamento: i colori scuri hanno un elevato coefficiente di assorbimento, mentre i colori chiari hanno un basso valore di assorbimento.

Dunque i colori scuri assorbono la radiazione solare (da evitare nei climi caldi), mentre i colori chiari la riflettono riducendo la captazione di energia termica.

17.7.8 L'assetto variabile

Dipende dall'utilizzo di sistemi mobili che permettano di modificare il rapporto pieni-vuoti, di trasparenza e opacità, di isolamento dell'involucro nell'arco della giornata o nell'arco delle stagioni.

Nei nostri climi la variabilità di assetto dell'involucro è fondamentale per garantire una risposta adeguata alle differenti condizioni esterne che si hanno durante l'anno.

Si pensi al caso estremo di Bolzano che ha una temperatura invernale molto fredda (temperatura media di gennaio di 0,8°C) e temperatura estiva molto calda (temperatura media di luglio di 22,5°C pari a Rimini).

17.8 Sistemi di climatizzazione

17.8.1 Sistemi di climatizzazione naturale (passivi)

I sistemi captanti, o sistemi solari passivi, sono l'insieme dei componenti dell'edificio che hanno la funzione di captare l'energia solare e di trasferirla all'interno sotto forma di calore.

Si possono classificare in:

a) sistemi a guadagno diretto, in cui l'energia radiante entra direttamente negli ambienti da climatizzare attraverso superfici trasparenti (la radiazione solare attraversa le superfici trasparenti di chiusure verticali e coperture e viene assorbita dalle superfici interne che si riscaldano);

b) sistemi di captazione semidiretti,

Comfort climatico

Il comfort climatico è determinato da un lato dal comfort termico e dall'altro dalla qualità dell'aria interna.

I parametri termici che influiscono sulla percezione del comfort termico sono:

- la temperatura dell'aria;
- la temperatura media radiante, ossia la media ponderata della temperatura delle superfici che racchiudono l'ambiente;
- la temperatura operante;
- l'umidità relativa dell'aria;
- la velocità dell'aria.

La qualità dell'aria interna si ottiene evitando l'utilizzo di materiali con emissioni nocive e garantendo un adeguato ricambio dell'aria interna.

I ricambi d'aria possono essere calcolati come quantità assoluta (m^3/h) o come quantità relativa al volume del locale ($r = m^3/m^3/h =$ numero di ricambi volume all'ora).

in cui tra ambiente interno ed esterno si interpone uno spazio che capta l'energia solare (serra);

c) sistemi di captazione indiretta, in cui la captazione avviene utilizzando un elemento di accumulo (opaco e dotato di elevata capacità

termica) che immagazzina energia per cedere successivamente calore (il muro di Trombe è un caso particolare di muro ad accumulo, in cui aperture inferiori e superiori innescano anche movimenti dell'aria)

d) sistemi di captazione indipendenti,

in cui il trasferimento di calore si effettua con flusso naturale di aria o acqua che circola nei condotti che collegano i diversi elementi.

Ad integrazione dei sistemi di captazione possono essere utilizzati:

- i sistemi ad accumulo;
- i sistemi di ventilazione e trattamento dell'aria;
- i sistemi di protezione solare.

d.1) I sistemi ad accumulo

Sono componenti dell'edificio che incrementano la massa e agiscono come stabilizzatori della temperatura interna.

Possono essere classificati in:

- sistemi ad accumulo sotterranei, che si ottengono interrando parzialmente l'edificio (al fine di smorzare le oscillazioni giornaliere di temperatura è sufficiente uno strato di terra di 20-30 cm; per ottenere un effetto durante una sequenza di giorni lo spessore deve essere di 0,6-1,5 m; per ottenere un effetto durante l'anno lo spessore è di 6-12 m);

- sistemi ad accumulo interni, che sono collocati all'interno dell'edificio e agiscono smorzando le oscillazioni di temperatura interna. La quantità di calore ceduta da questi elementi all'interno deve essere molto più grande di quella ceduta all'esterno, per cui occorre collocare lo strato di isolamento termico esternamente rispetto agli elementi a elevata inerzia;

- sistemi ad accumulo in copertura (occorrono spessori di 30 cm per materiali solidi e di 20 cm di acqua per ottenere una massa adeguata).

Un versante molto interessante oggi è quello dei materiali a cambiamento di fase, che permettono il controllo dell'inerzia termica anche in pacchetti di chiusura di tipo stratificato e leggero.

d.2) I sistemi di ventilazione e trattamento dell'aria

Hanno lo scopo di favorire la circolazione dell'aria all'interno degli ambienti, per migliorarne la qualità (aria pura), ma anche per migliorare le condizioni di temperatura (aria fresca) e umidità.

Il trattamento dell'aria consiste nella possibilità di preriscaldare l'aria in ingresso in inverno, raffrescarla e deumificarla o umidificarla in estate.

Si possono classificare in:

- *sistemi di movimentazione dell'aria*, che utilizzano le differenze di pressione all'interno dell'edificio (ventilazione incrociata, effetto camino, camera solare, aspirazione statica, torre del vento);

- *sistemi di trattamento dell'aria*, che favoriscono l'evaporazione per effetto di una corrente d'aria che scorre su una superficie d'acqua (raffreddamento evaporativo, torri evaporative, patii, condotti sotterranei).

d.3) I sistemi di protezione dalla radiazione solare (vegetazione, aggetti, brise-soleil, tende) Impediscono d'estate il surriscaldamento interno e sono da collocarsi rigorosamente all'esterno dell'edificio (prima che la radiazione colpisca l'involucro).

17.8.2 Sistemi di climatizzazione attivi

I sistemi di climatizzazione attivi si rendono necessari quando le misure di controllo passivo della climatizzazione non sono sufficienti a garantire il comfort degli ambienti interni.

Per cercare di contenere i consumi e gli impatti prodotti dai sistemi attivi è opportuno ricorrere a fonti energetiche rinnovabili e utilizzare la risorsa "sole" tramite il solare termico e il fotovoltaico.

18. Gli edifici Passivhaus

Sono almeno dieci anni che in Italia vengono costruiti edifici passivi, come documenta anche una ricerca dell'ENEA del 1992 dal titolo Edifici bioclimatici in Italia, dove vengono presentati 151 edifici solari passivi, che sfruttano l'energia solare in maniera passiva per il riscaldamento. Oggi però il concetto di edificio passivo (passivhaus) è diventato un preciso standard energetico che indica un edificio caratterizzato da un fabbisogno termico per il riscaldamento invernale inferiore a 15 kWh/m²anno.

Infatti dal 1991 nell'Europa centrale sono iniziate alcune ricerche e sperimentazioni volte a verificare le possibilità tecnico-economiche per la realizzazione di edifici con ridotte esigenze di energia. Queste ricerche hanno prodotto edifici a basso consumo energetico (low energy building). Un edificio a basso consumo energetico ha un fabbisogno termico compreso tra 25 e 60 kWh/m²anno. A questa tipologia appartengono, per esempio, gli edifici che soddisfano il Minergie-Standard svizzero, che prevede per gli edifici residenziali di nuova costruzione un fabbisogno termico inferiore a 45 kWh/m²anno.

Ma l'obiettivo è quello di arrivare a realizzare edifici a "consumo zero" e in questa direzione si stanno spingendo le sperimentazioni sulle passivhaus.

Una passivhaus, per essere certificata come tale, deve avere un fabbisogno termico non superiore ai 15 kWh/m²anno ed un fabbisogno

energetico totale inferiore a 42 kWh/m²anno. In una passivhaus l'energia necessaria per riscaldare un appartamento di 100 m² in un anno è equivalente a 150 litri di gasolio, ossia a circa due pieni di benzina di un'automobile.

Edifici a consumo energetico zero sono stati finora costruiti quasi solo a scopi sperimentali e dimo-

Passivhaus: Passivhaus Institut di Darmstad

Il Passivhaus institut di Darmstadt ha definito i parametri che deve possedere un edificio per essere considerato una passivhaus:

- fabbisogno termico per riscaldamento inferiore a 15 kWh/m²anno;
- energia totale utilizzata comprensiva dell'energia del fabbisogno termico invernale pari a 42 kWh/m²a;
- trasmittanza termica globale dell'involucro (U) inferiore a 0,15 W/m²K;
- trasmittanza termica globale dei serramenti interni/esterni (U) inferiore o uguale a 0,8 W/m²K;
- assenza di ponti termici;
- ventilazione controllata con almeno il 75% di recupero di calore;
- impermeabilità all'aria (n₅₀<0,6 h-1).

L'involucro termico è un contenitore praticamente adiabatico mentre l'inerzia termica nelle passivhaus non è significativa.

strativi.

Il trasferimento dall'Europa Centrale alle aree del mediterraneo dei medesimi standard di consumo è più che auspicabile, ma va invece

posta sotto osservazione e verificata la trasferibilità delle soluzioni tecniche che permettono di rientrare negli standard.

Per esempio gli spessori degli isolanti consigliati dal Passivhaus Institut nel nord Europa indicativamente sono 30-35 cm nelle chiusure verticali, 40-45 cm in copertura, 15-20 cm nel solaio contro terra.

Ma i modelli ideati e sperimentati nell'Europa centrale non sono trasferibili tali e quali, perché in quella regione il problema principale è quello di limitare il fabbisogno termico del riscaldamento invernale, mentre nel Mediterraneo si deve contemplare anche quello del raffrescamento estivo, che da qualche anno è un fattore che comporta un consumo sempre maggiore di energia.

Inoltre il fabbisogno termico è calcolato in base alla potenza termica dispersa per trasmissione che è in funzione della temperatura media esterna (quindi della regione climatica). La trasmittanza termica deve dunque basarsi sul diverso clima.

Le passivhaus sono caratterizzate da perdite di calore così minime che il calore fornito dagli apporti solari (attraverso finestre e vetrate esposte a sud) e quello prodotto e recuperato da sorgenti interne (persone, apparecchiature, macchinari, illuminazione artificiale), può coprire quasi tutta l'energia necessaria per il riscaldamento invernale, permettendo di rinunciare ad un impianto di riscaldamento convenzionale.

18.1 Gli edifici passivi. Le soluzioni tecniche

Dal punto di vista delle soluzioni tecniche, le passivhaus si caratterizzano per:

- rapporto superficie/volume ottimizzato
- elevata coibentazione
- assenza di ponti termici
- impermeabilità al vento dell'involucro

- accurato studio del comportamento dei flussi di vapore con verifica di Glaser (per il posizionamento delle barriere al vapore)

- accurato studio della stratificazione dei materiali in funzione della permeabilità

- posizionamento di balconi, terrazze, scale all'esterno rispetto all'involucro termico.

Il comportamento igrotermico può essere controllato attraverso i materiali utilizzati per gli interni, che possono avere la capacità di assorbire dall'ambiente l'eccesso di umidità per restituirla quando le condizioni fisiche dell'ambiente diventano troppo secche.

Chiaramente la progettazione deve essere supportata da strumenti e metodi di calcolo che permettano di verificare il rispetto delle prescrizioni. Per esempio il calcolo dell'isolamento termico delle chiusure opache trova riferimento applicativo nella norma UNI EN ISO 6946.

18.1.1 Coibentazione

La trasmittanza termica globale dell'involucro di una passivhaus deve essere inferiore a $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Le finestre devono garantire apporti solari che controbilancino le perdite giornaliere di calore per trasmissione.

Sono necessarie finestre con elevate proprietà termoisolanti (valore $U < 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$) e una trasparenza che fa attraversare almeno lo 0,55% della luce incidente.

Per evitare eventuali surriscaldamenti degli ambienti e anche in riguardo al costo elevato, la superficie delle finestre (esposte preferibilmente a sud) è da limitare a quella indispensabile per soddisfare il rapporto di aeroilluminazione e procurare gli apporti solari necessari. Generalmente vengono utilizzate finestre con tripli vetri e intercapedini con gas argon.

18.1.2 Assenza di ponti termici

Una passivhaus non deve avere ponti termici.

Per questo motivo si rinuncia a balconi e ad altri elementi sporgenti. Questi elementi devono essere costruiti senza diretto contatto con l'edificio, cioè costituire una struttura a se stante.

18.1.3 Impermeabilità

In una passivhaus non sono permesse perdite di calore per infiltrazioni incontrollate d'aria fredda. L'involucro deve essere impermeabile al vento.

L'impermeabilità è da accertare tramite un Blower-Door-Test. In condizioni di una differenza di pressione di 50 Pa (Pascal) il tasso di ricambio d'aria per infiltrazione (n_{50}) deve essere compreso tra lo 0,2 e lo 0,6/h.

18.1.4 Ventilazione controllata

Nelle passivhaus la ventilazione avviene tramite un impianto di ventilazione controllata con recupero di calore in modo da garantire la qualità dell'aria interna e un basso consumo energetico.

L'impianto deve fornire un ricambio di almeno $30 \text{ m}^3/\text{h}$ a persona, ossia un tasso di ricambio di circa 0,4/h.

Il ricambio d'aria deve essere regolabile individualmente: per esempio, in presenza di fumatori deve essere possibile aumentare la ventilazione.

18.1.5 Riscaldamento

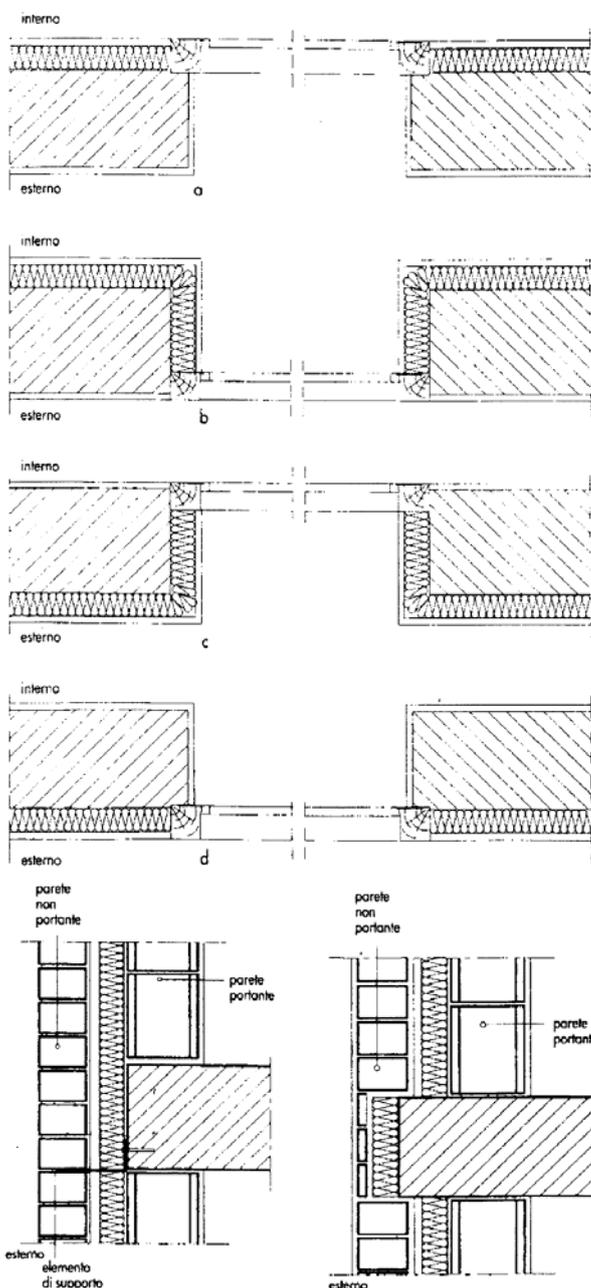
Nelle passivhaus il riscaldamento avviene tramite l'impianto di ventilazione. Ciò è possibile quando la potenza termica necessaria non supera i 10 W/m^2 .

I sistemi di ventilazione delle passivhaus recuperano calore dall'aria in uscita. Gli scambiatori devono avere un rendimento almeno dell'80%.

CERTIFICAZIONE
ENERGETICA:
ACCANTO
ALLE SOLUZIONI
PIU' AVANZATE,
RESTANO VALIDE
MOLTE TECNICHE
TRADIZIONALI

Collocazione dello strato isolante

Le soluzioni tecnico-costruttive per l'eliminazione dei ponti termici in corrispondenza dell'apertura dei vani finestra e dell'incontro tra involucro e struttura portante (testa dei solai) dimostrano la fondamentale importanza di garantire la continuità dell'isolante



Altra energia termica si produce spesso con ausilio di una pompa di calore o di collettori solari. L'industria tedesca produce oggi aggregati monoblocco che azionano e regolano la ventilazione, recuperano il calore dall'aria in uscita e producono acqua calda tramite una mini-pompa di calore (e/o collettori solari). Molti impianti sono inoltre collegati a scambiatori interrati. Gli aggregati funzionano a corrente continua (24 V), hanno una potenza inferiore a 40 Watt e possono essere alimentati da un piccolo pannello fotovoltaico.

VII. TECNICHE TRADIZIONALI, EVOLUTE E INNOVATIVE PER L'ISOLAMENTO

L'obiettivo del risparmio energetico ha come prima risposta progettuale l'ottimizzazione degli elementi che compongono la costruzione.

Dal momento che la funzione del chiudere, e quindi del proteggere l'interno dall'esterno, è svolta dalle chiusure, a queste è demandato il ruolo di implementare la prestazione dell'edificio.

La ricerca è volta dunque all'individuazione di modelli funzionali, materiali e componenti capaci di fornire prestazioni elevate dal punto di vista dell'isolamento termico, allo scopo di evitare dispersioni e dunque consumi.

Ma il risparmio energetico, che è volto alla salvaguardia dell'ambiente, è un obiettivo che va calibrato con l'esigenza di realizzare un ambiente interno agli edifici che garantisca il benessere termoigrometrico.

Ne deriva che non è sufficiente porsi l'obiettivo di isolare o iperisolare, allo scopo di ridurre i consumi

e l'inquinamento dell'ambiente, ma occorre anche trovare soluzioni progettuali, modelli funzionali e tipologie di involucro edilizio che creino spazi abitabili e confortevoli.

Spesso sperimentazioni troppo tese a soddisfare il primo obiettivo, quello del risparmio energetico, hanno trascurato o addirittura dimenticato di verificare il secondo, ossia quello del benessere.

Le tradizioni costruttive delle diverse regioni climatiche vanno salvaguardate per gli aspetti di comfort e benessere che hanno connaturati, frutto di esperienza di secoli. Per esempio, la costruzione a massa che caratterizza le aree del Mediterraneo deriva dalla necessità di controllare, tramite l'inerzia termica, le escursioni termiche giornaliere e soprattutto di sfruttare d'estate il raffrescamento notturno in modo da godere di superfici fredde (temperatura media radiante) nei momenti della giornata in cui la temperatura dell'aria è più elevata.

Contemporaneamente non è possibile rimanere ancorati alla staticità di soluzioni tradizionali ormai inadeguate.

La coibentazione dell'edificio consente di mantenere all'interno degli ambienti determinate condizioni di benessere termico.

L'isolamento termico si basa sulla presenza di una barriera (costituita da un componente edilizio) che impedisce al calore (energia termica) di disperdersi verso l'esterno durante l'inverno o di entrare durante l'estate.

L'elemento tecnico che maggiormente contribuisce alla riduzione della trasmissione termica è l'isolante.

Lo strato isolante è presente in tutte le soluzioni tecniche di chiusura di tipo stratificato, dove viene in genere collocato in una intercapedine interna.



Nei casi di retrofit energetico, ossia di intervento energetico sul costruito, può essere applicato all'esterno (soluzioni a cappotto o a facciata ventilata) oppure all'interno (controparete), sempre abbinato a uno strato di rivestimento.

Nei casi di retrofit la collocazione dello strato isolante all'esterno o all'interno può essere determinata da vincoli progettuali o necessità estetiche: si preferisce in genere intervenire con soluzioni esterne a cappotto o a parete ventilata quando si rende necessario il rifacimento di una facciata ammalorata; si preferisce intervenire con contropareti interne quando vincoli storici o architettonici impediscono interventi

esterni. Occorre sottolineare che tale scelta influisce anche sulla risposta inerziale dell'edificio.

Se l'isolamento termico viene collocato all'interno la massa della chiusura viene estromessa come massa d'accumulo e dunque la risposta alle variazioni di temperatura interna è più rapida (adatta a locali utilizzati parzialmente nell'arco delle 24 ore, come gli uffici).

Se l'isolamento termico viene collocato all'esterno la massa della chiusura costituisce massa di accumulo e dunque la risposta alle variazioni di temperatura interna è più lenta (adatta agli edifici residenziali).

