

Dossier

Passivhaus

**Progetto
RES & RUE Dissemination**

Realizzato da
VANONCINI S.P.A.

A cura di:

Prof. Pietro Antonio Vanoncini

• **INDICE**

1. RIDURRE I CONSUMI ENERGETICI.....	5
2. AUMENTARE L'ISOLAMENTO TERMICO.....	6
3. GLI OBIETTIVI DA RAGGIUNGERE	7
4. PASSIVHAUS	8
5. UMIDITÀ, TEMPERATURA, ACUSTICA: I TRE PILASTRI DEL COMFORT	10
Umidità e temperatura	10
L'isolamento acustico	11
La copertura	11
Il telaio strutturale e gli impalcati	11
Il nucleo abitativo interno	11
I serramenti	12
Gli impianti	12
6. IL PRIMO PROTOTIPO IN ITALIA DIECI ANNI OR SONO.....	13
7. CHIGNOLO D'ISOLA, LA PRIMA PASSIVHAUS IN ITALIA.....	14
Introduzione	14
Un contenitore termicamente isolato.....	15
Il rispetto per l'ambiente si ottiene con energia pulita	16
S/R: struttura e rivestimento	16
Pompe di calore: nessuna caldaia.....	17
L'impiantistica	17
Fotovoltaico come frangisole.....	18
8. IL CONFRONTO TRA I COSTI DEGLI EDIFICI TRADIZIONALI E DI QUELLI A BASSO CONSUMO ENERGETICO	20
Una nota introduttiva	20
L'edilizia e il suo indotto.....	21
Il metodo per la determinazione dei costi e costi aggiuntivi.....	22
9. CONCLUSIONI	23
10. INDIRIZZI UTILI	24

1. Ridurre i consumi energetici

La riduzione dei consumi energetici, negli ultimi anni, è diventata un imperativo irrinunciabile per arginare il cosiddetto effetto serra ed i suoi ben noti danni sull'ambiente. Molti governi hanno introdotto, o stanno introducendo, norme sempre più restrittive per rispettare gli accordi di Kyoto del 1997 sulla riduzione entro il 2008/ 2012 delle emissioni dei gas serra in misura del 5,2%.

Come noto, gli edifici contribuiscono al disastro ambientale con una percentuale stimata tra il 30 e il 50% sul totale delle emissioni di CO₂. Sia per gli edifici esistenti che per quelli di nuova costruzione, si impone quindi un'attenta analisi che deve assolutamente tener conto di tutte le energie in gioco. Tra queste figurano quelle per la produzione di tutti i materiali previsti per il trasporto, il montaggio e la realizzazione in cantiere, la gestione dell'edificio e la sua distruzione e rigenerazione, e per il reinserimento dei materiali in nuovi cicli produttivi.

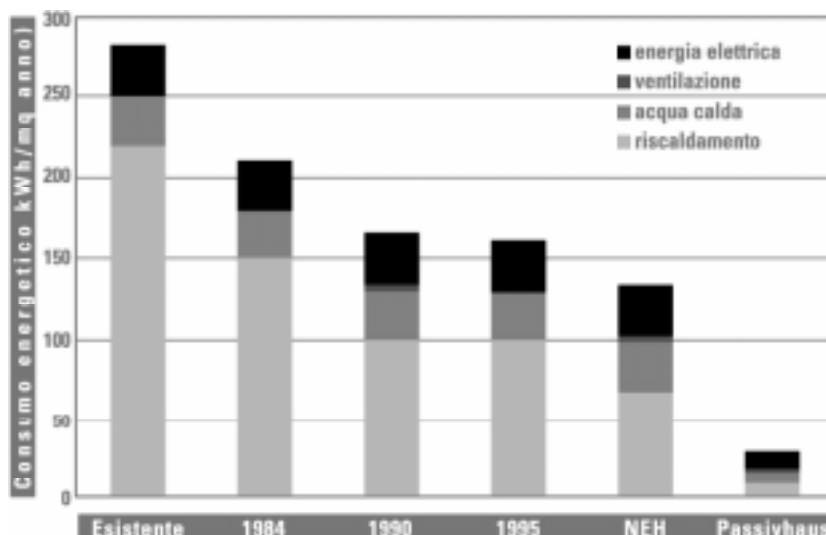
Nel prossimo futuro i costi ambientali globali di un edificio saranno inseriti nella contabilità privata e pubblica ed il consumo energetico di gestione, soprattutto per il riscaldamento, rappresenterà un fondamentale parametro di valutazione. Un parametro in grado di determinare, da un lato una possibile perdita di valore per immobili tradizionali grandi consumatori di energie, e dall'altro, un innalzamento della quotazione per gli edifici a basso consumo energetico.

In questa nuova ottica diventa quindi decisivo aumentare significativamente, rispetto agli abituali standard italiani, la capacità di isolamento termico.

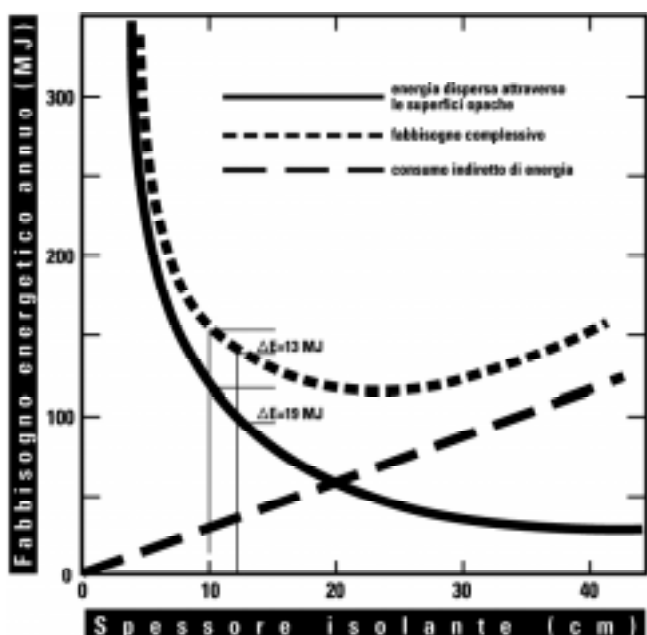


2. Aumentare l'isolamento termico

Il grafico indica chiaramente che la somma dell'energia consumata da un edificio (diretta e indiretta) richiede uno spessore minimo dell'isolamento ben al di là dei tradizionali 5 cm utilizzati nel nostro paese.



Le tecniche elementari delle costruzioni massive, pietra su pietra e cassero e riempimento, permettono di realizzare elevati isolamenti solo aumentando considerevolmente gli spessori, ma complicando ulteriormente l'inserimento degli impianti, peggiorando il rapporto area utile/lorda ed elevando ancor di più la massa dell'edificio e il totale delle energie impegnate.



Al contrario, la realizzazione di edifici con la tecnica integrale **S/R Struttura e Rivestimento** permette, senza aumentare gli spessori, ma inserendo nelle intercapedini il previsto isolante, di raggiungere i parametri caratteristici di un edificio a basso consumo energetico.

I più recenti studi tedeschi indicano nelle pareti leggere totalmente isolate la soluzione futura generalizzata.

Si pensi inoltre che la realizzazione di un edificio massiccio richiede tre volte l'energia to-

totale impiegata per un pari edificio realizzato in S/R e con un peso totale addirittura di 8/10 volte superiore.

3. Gli obiettivi da raggiungere

Una casa a basso consumo energetico deve poter raggiungere i seguenti obiettivi principali:

- ottenere un basso consumo energetico globale;
- utilizzare fonti rinnovabili di energia, riducendo in modo drastico l'inquinamento in atmosfera;
- offrire il massimo benessere ambientale;
- ridurre i tempi di costruzione;
- utilizzare materiali che, alla fine del ciclo vitale dell'edificio, possano essere reinseriti in nuovo ciclo con il minimo costo;
- migliorare le prestazioni antisismiche;
- permettere la massima libertà progettuale e creativa.

Per raggiungere questi obiettivi il metodo costruttivo più efficace a tutt'oggi sviluppato, è quello che prevede la suddivisione dell'organismo edilizio in tre elementi:

1. un **volume contenente**, che realizza la delimitazione tra ambiente esterno e interno dell'edificio;
2. una **struttura statica**, contenuta in profili di acciaio laminato, che identifica lo scheletro portante dell'edificio;
3. un **nucleo abitativo interno**, come scatola desolidarizzata, con le parti impiantistiche e gli isolamenti termo-acustici che scorrono nelle intercapedini definite dal volume compreso tra guscio esterno e guscio interno e che raggiungono in pratica lo spessore totale della parete esterna (35-40 cm).

Questa tecnica costruttiva viene denominata **S/R - Struttura e Rivestimento**.

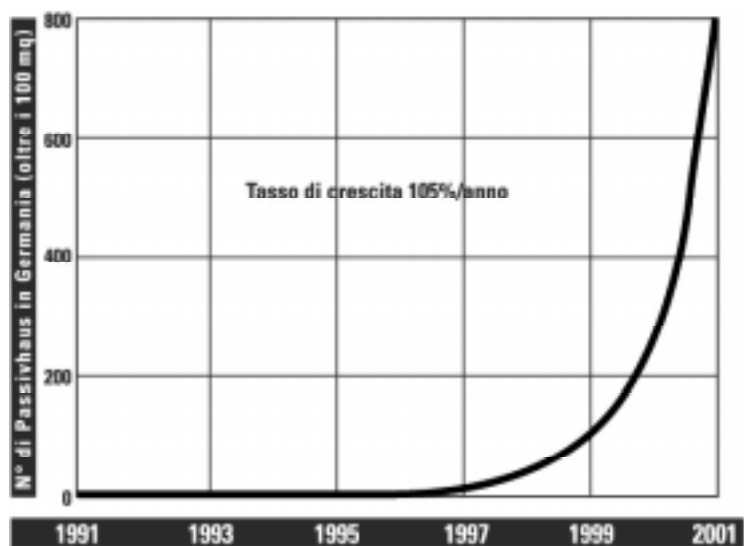
4. Passivhaus

Gli edifici costruiti con la tecnica S/R, nella forma più evoluta, si chiamano **Passivhaus**, in italiano **edificio passivo**.

I vantaggi di una casa passiva, o Passivhaus, sono molteplici. I principali possono essere così riassunti:

- **Drastica riduzione dei consumi energetici.** Questo significa non inquinare l'ambiente esterno in quanto non si utilizzano combustibili fossili e si consuma pochissima elettricità. La poca elettricità necessaria può essere autoprodotta con pannelli fotovoltaici, che diventano parti integrate nell'architettura dell'edificio.
Al posto dei combustibili, con le pompe di calore, si sfrutta l'energia dell'ambiente naturale.
Quindi una Passivhaus, offre un miglior comfort abitativo rispetto ad una casa realizzata con il solito standard e non crea emissioni nocive.
Si calcola che gli edifici normali consumino circa 30 litri di combustibile/anno per ogni mq di appartamento: una casa passiva invece può arrivare a consumare appena a 1,5 litri. Per chiarire con un esempio, l'energia necessaria per riscaldare una casa passiva di 100 mq è equivalente a 150 litri di gasolio/ anno: ossia appena due pieni di una qualsiasi automobile!
- **Comfort abitativo.** Una Passivhaus è iperisolata, sia per non utilizzare energia per il riscaldamento invernale o il raffrescamento estivo, che per offrire il massimo comfort acustico e ideali condizioni ambientali interne.
L'isolamento ed un particolare ricambio dell'aria interna, che può eliminare anche elementi allergici come pollini o polveri, rendono il clima dell'ambiente confortevole e sicuro in tutte le stagioni.
La tecnologia utilizzata fa sì che ogni particolare della struttura non trasmetta i rumori. Bimbi che piangono, macchine che passano, passi al piano di sopra ecc..., non sono più un problema.
I materiali dei rivestimenti interni (solfato di Calcio biidrato), assorbono l'umidità in eccesso e la rilasciano progressivamente quando l'ambiente è più secco. Il gesso biidrato infatti è da sempre utilizzato in ortopedia proprio per queste sue capacità.
- **Resistenza antisismica.** Il particolare telaio in acciaio e tutta la struttura tecnologica permettono ad una Passivhaus una grande elasticità, abbinata alla leggerezza. Una Passivhaus pesa complessivamente dalle 5 alle 7 volte meno rispetto ad una casa tradizionale.
Per questa ragione le Passivhaus assorbono onde sismiche anche molto violente, senza danneggiarsi, né provocare vittime tra gli abitanti.

Nel 1991 sono iniziate in Europa centrale ricerche e sperimentazioni per verificare le possibilità tecnico economiche di realizzare edifici con minime esigenze di energia. I risultati estremamente incoraggianti circa le caratteristiche ecologiche delle case, hanno portato alla costruzione di un consistente numero di edifici nell'Europa centrale e settentrionale.



*Numero di passivhaus realizzato in Germania.
Dopo la fase sperimentale, il tasso di crescita è ora esponenziale*

5. Umidità, temperatura, acustica: i tre pilastri del comfort

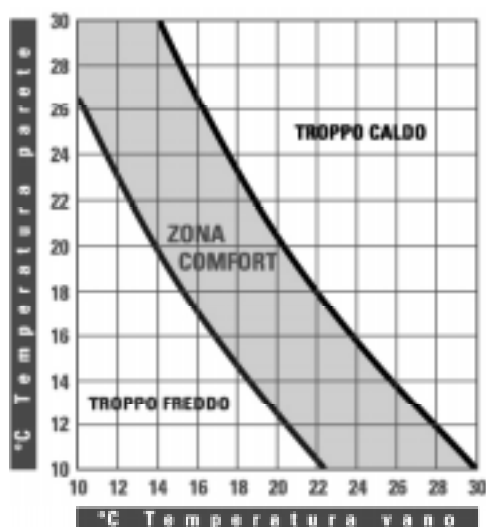
I principali risultati di comfort conseguiti da un edificio Passivhaus sono:

- massima riduzione dei ponti acustici e termici;
- controllo dell'aria ambiente con adeguati ricambi, con recupero termico in controcorrente;
- ottimizzazione dei serramenti in funzione del massimo sfruttamento dell'energia solare passiva per il riscaldamento;
- massima efficacia del sistema estivo di filtro all'energia solare;
- sistema di riscaldamento e raffrescamento armonizzato con il grado di iperisolamento e con il sistema di pompa di calore/energia fotovoltaica;
- impianto elettrico protetto, intercambiabile e facilmente espandibile in funzione del prevedibile sviluppo di *casa intelligente*;
- sistema idraulico di alta qualità con tubazioni e giunti di assoluta affidabilità;
- possibilità di facili verifiche e aggiornamenti degli impianti (senza necessità di demolizioni), mediante appositi sportelli di ispezione.

Umidità e temperatura

Le condizioni di benessere sono definite dall'equilibrio tra umidità e temperatura. E' fondamentale che giusti ricambi d'aria impediscano umidità relativa elevata e persistenza di aria viziata carica di CO₂ e di altri componenti dannosi. La progettazione deve quindi valutare un sistema di autoriscambio anche in controcorrente o a tubazioni interrato, per ridurre il consumo energetico.

Per mantenere condizioni ambientali ideali in tutte le stagioni è molto importante armonizzare l'entrata dell'energia solare attraverso schermature regolabili.



Curva ottimale del comfort abitativo secondo Bedford-Bachman

L'isolamento acustico

L'isolamento acustico avviene per elasticità del sistema con pareti smorzanti l'onda acustica, frenata dalla stratificazione dei diversi materiali e ingabbiata dagli isolanti inseriti nelle intercapedini.

I diversi rumori, ossia quelli provenienti dall'esterno verso l'interno, quelli interni tra stanza e stanza, i rumori di calpestio, i rumori prodotti dagli impianti e la riverberazione sono controllati dal sistema costruttivo, che rende possibili anche potenziamenti locali del fonoisolamento, mediante arricchimento della stratificazione.

La copertura

Il tetto, anche piano, sia esso realizzato con struttura in legno o acciaio, ventilato e isolato, ha valori di resistenza termica proporzionati al complesso dell'edificio. Per ottenere il controllo del comportamento igrotermico e della trasmissione di calore anche in presenza di bassa inerzia termica, l'edificio deve essere calcolato tenendo conto della fisica del sistema.

Il telaio strutturale e gli impalcati

Premesso che le tipologie possono essere molto diverse da edificio a edificio, possiamo ipotizzare un telaio statico con pilastri e travi in acciaio laminato, con controventi realizzati con elementi che, definendo al rustico le aperture dei serramenti esterni e l'impianto delle scale e ascensore, realizzino una resistenza di forma che armonizzi tutto il telaio, contribuendo alla leggerezza dell'ossatura statica.

L'assenza di pilastri interni o la limitazione degli stessi permetterà una grande flessibilità nel tempo. L'impalcato avrà strutture in acciaio laminato e profili in acciaio zincato più leggeri, con passo normale di 500 mm, sui quali andrà avvitato un opportuno assito che realizza così il solaio al rustico, con caratteristiche di resistenza elevate ma di limitato peso.

Nelle intercapedini potranno trovare alloggio tutti gli impianti.

Il nucleo abitativo interno

L'edilizia interna realizzata nel sistema S/R, viene totalmente desolidarizzata. Si applica cioè la tecnica *scatola nella scatola*, con collegamenti ove necessario, ma a taglio termo-acustico.

Le pareti interne importanti, per le quali si ritiene necessario un forte termo-fonoisolamento e che normalmente definiscono la separazione di unità abitative diverse, sono pareti a doppia struttura, con profili a taglio acustico tipo Knauf Db-plus, 5 lastre, con doppio isolamento, (Lm 40+40), mm vincolate da rustico a rustico.

Il sottofondo galleggiante, opportunamente stratificato, viene quindi interrotto dalla parete, realizzando al nodo il massimo dell'isolamento.

Le contropareti sono a doppia lastra (struttura da 50 o 75 mm) con intercapedine isolata con lana minerale e completamente desolidarizzate dalla struttura statica.

Con il controsoffitto, a struttura autoportante o con sospensioni a taglio acustico, e il sottofondo galleggiante e stratificato si concretizzerà il volume interno abitativo.

Con questa tecnica non solo si realizzano condizioni ideali di igrometria, isolamento termico e acustico, ma, grazie alle caratteristiche delle lastre in gesso rivestito, si concretizza anche una forte protezione al fuoco, normalmente più elevata di quella richiesta dalla normativa.

I serramenti

I serramenti interni ed esterni vengono montati in modo simile alle normali procedure dell'edilizia tradizionale. Il falso telaio viene vincolato alle strutture e i serramenti devono essere a taglio termico/acustico.

Gli isolamenti devono essere proporzionati al U (k) delle chiusure verticali, orizzontale inferiore, orizzontale su spazi esterni e orizzontale superiore (tetto), opache.

E' buona norma prevedere il ricambio d'aria attraverso cassonetti o serramenti, anche con ventilazione forzata a scambio termico tipo Window-Master, FSL, JE, Stork-Air, EgoKiefer ecc.

I serramenti saranno da scegliere tra i tipi adatti alle case a basso consumo energetico con un valore di U_{DF} (k) da 1,5 a 0,8 W/mq*K.

Gli impianti

Gli impianti di una Passivhaus hanno la loro collocazione nelle intercapedini che avvolgono l'abitazione. Sportelli rasomuro permettono di raggiungere le parti di controllo, verifica e manutenzione.

Gli impianti idraulico e elettrico utilizzano le intercapedini di soffitti, pareti, contropareti. Nella progettazione degli impianti si pone particolare attenzione agli aspetti di fisica tecnica che caratterizzano le case a basso consumo energetico.

Gli impianti devono sempre essere calibrati ai forti isolamenti, questo per evitare inutili spese d'impianto e un basso rendimento nel funzionamento. Da curare con attenzione è la protezione dal sole estivo, il ricambio d'aria, naturale o forzato, e le condizioni igrometriche sia per il benessere ambientale sia per evitare formazione di condense.

6. Il primo prototipo in Italia dieci anni or sono

Casa Fusco a Bergamo, (progetto ing. Marco Verdina, esecuzione Vanoncini S.p.A.), è un esempio di come si possano impiegare le tecniche S/R per l'ampliamento di edifici residenziali in un contesto urbano, limitando al minimo la durata dell'intervento e i disagi per gli abitanti.

L'edificio esistente era una casa unifamiliare ad un solo piano, realizzata con murature portanti al di sopra di un garage comune: l'intenzione dei proprietari era di ricavare un nuovo piano abitabile al di sopra dell'immobile esistente.

La struttura del parcheggio interno non avrebbe retto, però, il peso di una sopraelevazione realizzata con tecniche tradizionali: si è quindi optato per un intervento totalmente a secco, con una riduzione della massa dell'80%.



Il solaio è composto da una lamiera poggiante sulle ali inferiori delle travi secondarie, sopra alla quale è stata realizzata una gettata di inerti essiccati. In seguito sono stati disposti il riscaldamento radiante e lo strato pedonabile (pavi-lastre). Sopra è stato poi incollato il parquet: l'intero solaio era praticabile dopo sole 24 ore.

Il rivestimento esterno è stato completato con un cappotto a struttura meccanica, tinteggiato, che conferisce all'edificio un aspetto tradizionale.

7. Chignolo D'Isola, la prima passivhaus in Italia

Introduzione

Il progetto di un'abitazione plurifamiliare a Chignolo d'Isola (Bg), dello studio Brandolini-Valdameri (strutture: ing. G. P. Imperadori - impianti: ing. Silvestri) è il primo esempio di Passivhaus in S/R in Italia, realizzato dalla Vanoncini S.p.A..

L'edificio è costituito da un livello interrato, adibito a garage, due piani fuori terra e un sottotetto contenente spazi di servizio; in totale sono previsti quattro appartamenti, due a piano terra e due al primo piano con accesso diretto al sottotetto.

L'edificio è di forma quadrata con tetto a due falde ricoperto in rame. Su uno dei lati si trova una struttura indipendente in acciaio e legno, che incorpora scale e ascensore.

L'intera struttura portante dell'edificio, salvo il piano interrato, è realizzata in acciaio laminato, con pilastri perimetrali e un unico pilastro al centro della pianta, in modo da semplificare l'eventuale unione di due appartamenti adiacenti.

Le tecniche previste per la realizzazione di involucri, solai e tetto prevedono isolamenti tali da classificare l'edificio come una Passivhaus. In questo modo, si renderà quasi nullo il fabbisogno di riscaldamento in inverno, eliminando la caldaia in favore di un impianto tecnologico di ricambio d'aria, alimentato da pompe di calore e pannelli fotovoltaici.

La palazzina si trova all'interno di un quartiere di recente lottizzazione residenziale in via Valochere, a Chignolo d'Isola in provincia di Bergamo. Gli edifici facenti parte della lottizzazione condividono alcuni caratteri compositivi fondamentali quali l'altezza, la distanza dalla strada, la pendenza delle coperture.

La palazzina **Passivhaus**, oggetto dell'intervento, è composta da quattro unità immobiliari e comprende un piano interrato con il garage, un piano terra, un primo piano, e un sottotetto.

I due appartamenti piano terra hanno accessi separati dall'esterno. I due appartamenti al primo piano hanno anch'essi accessi separati dall'esterno, ma da una terrazza. I sottotetti, sono raggiungibili tramite le scale interne dei due appartamenti al primo piano. Una struttura esterna, in acciaio e legno, contiene una scala e un ascensore che collegano tra di loro interrato e piani abitabili.

Il piano interrato contiene otto posti macchina e i locali tecnici; ciascun appartamento dispone di autorimessa per due posti macchina. Gli spazi tecnici,



la scala esterna, gli spazi di circolazione del parcheggio sono considerati spazi condominiali. I giardini sono di proprietà. Le facciate esterne sono caratterizzate da finestre di diverse dimensioni e questo presenta un significato sia tecnico che estetico.

Ciascun locale riceve la quantità e la qualità di luce giusta. Nel suo insieme, ciascun serramento, isolato secondo le specifiche norme, è dotato di filtri solari in grado di calibrare nell'ambiente la giusta quantità di luce e di calore. Questa stratificazione garantisce un efficace controllo ambientale, il massimo risparmio energetico nelle diverse stagioni dell'anno, e un'adeguata sicurezza. Il serramento è stato infatti pensato come uno scambiatore di calore. Le facciate esterne sono rifinite in intonaco; lo zoccolo alla loro base è in pietra; la copertura è in rame.

L'edificio si propone di interpretare in chiave moderna la tipologia *pittoresca* delle case che compongono la periferia dei paesi di campagna. Ciascuna facciata è diversa dalle altre; vengono tuttavia condivisi alcuni fili orizzontali e verticali.

Un contenitore termicamente isolato

I due appartamenti al piano terra hanno ciascuno un ingresso, un soggiorno, una cucina, una lavanderia, una stanza da letto e un bagno. I due appartamenti al primo piano hanno ciascuno un soggiorno, una cucina, una stanza da letto, un bagno, un ripostiglio, e al piano alto un area di mansarda con bagno e stanze di servizio, corrispondenti alle dimensioni del piano sottostante.

Per quanto riguarda le finiture interne, si prevedono pavimenti in legno negli ingressi, nei locali soggiorno e nelle camere da letto, pavimenti e rivestimenti in piastrelle di ceramica nelle cucine e nei bagni. Le scale interne degli appartamenti in primo piano sono in legno. Le pareti divisorie interne e i soffitti sono rifiniti in intonaco. Gli appartamenti al piano terra hanno terrazze esterne in doghe di legno.

La struttura esterna in acciaio ha pavimenti in legno al piano terra e al primo piano e una copertura in rame con isolamento antirombo. La struttura primaria dell'edificio è in acciaio.

L'unica parte dell'edificio realizzata in calcestruzzo è rappresentata dal garage interrato. Tutti i muri, interni ed esterni, sono realizzati con telai coibentati e rivestiti sui due lati; la sezione dei muri non è mai generica, ma varia a seconda del *rendimento* (statico, termico, acustico, impiantistico) che è necessario garantire.

La filosofia impiantistica prevede che l'edificio sia un contenitore termicamente isolato, praticamente adiabatico, capace di ritenere a lungo, e con i dovuti ricambi, l'aria calda durante i mesi invernali e l'aria fresca durante i mesi estivi, prevedendo, con scambiatori, un elevato recupero energetico.

L'edificio fa uso di fotovoltaico che, in scambio con la rete elettrica, provvede all'alimentazione di pompe di calore in grado di fornire il caldo invernale e il fresco estivo, con acqua calda sanitaria come sottoprodotto energetico delle pompe di calore.

In sintesi avremo un edificio iperisolato con consumo inferiore a 15 kWh/mq/anno, energia da pompe di calore alimentate dalla rete elettrica nella quale, a compensazione, verrà riversata l'energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico. L'impianto è da 3,96 kWp. Regolari letture o specifici rilevatori sui due contatori permetteranno di monitorare il consumo e la produzione.

Il rispetto per l'ambiente si ottiene con energia pulita

I vantaggi ottenuti dalla realizzazione di edifici a basso consumo energetico sono dovuti sia alla riduzione del consumo di combustibili sia alla possibilità di utilizzare energia solare diretta o indiretta.

Nell'esempio relativo all'edificio in oggetto, possiamo calcolare la riduzione di combustibile e delle emissioni dannose per l'ambiente, passando da una realizzazione tradizionale ad una iperisolata di tipo S/R.

L'ipotesi è formulata passando da un K (U) di 0,60 W/(mq*K) ad uno da Passivhaus di 0,15 W/(mq*K). I dati che seguono si riferiscono ad un anno solare e testimoniano il miglioramento ambientale.

Risparmio ottenuto con l'iperisolamento

Litri di gasolio risparmiati in una stagione invernale	litri 2.763
Riduzione delle polveri emesse in atmosfera	gr. 190
Riduzione SO2	gr. 12.831
Riduzione NOX	gr. 4.914
Riduzione CO	gr. 4.914
Riduzione CO2	gr. 7.918

Risparmio ottenuto con l'utilizzo di pompa di calore a tecnologia avanzata alimentata da moduli fotovoltaici

Litri di gasolio risparmiati in una stagione invernale	litri 4.300
Riduzione delle polveri emesse in atmosfera	gr. 300
Riduzione SO2	gr. 20.261
Riduzione NOX	gr. 7.759
Riduzione CO	gr. 7.759
Riduzione CO2	gr. 12.300

Riassumendo: con iperisolamento, pompa di calore e pannelli fotovoltaici in quantità determinata, l'edificio realizzato a Chignolo d'Isola sarà energeticamente autonomo e ad inquinamento praticamente zero.

S/R: struttura e rivestimento

La struttura dell'edificio, realizzata con tecnica *S/R - struttura e rivestimento*, consente un agevole passaggio di tutti gli impianti e, potenzialmente, la possibilità di aggiunte future in modo semplice e non distruttivo.

Il progetto, oltre agli specifici dimensionamenti, ha primariamente curato lo studio di tutti i necessari passaggi impiantistici nelle strutture edili in cemento armato (nella prima soletta di copertura del piano interrato), in modo da raggiungere la porzione centrale della struttura metallica centrale dell'edificio, ove sono stati ricavati i passaggi per tutte le distribuzioni verticali degli impianti tecnici.

Le distribuzioni orizzontali corrono invece a parete e a soffitto della corrispondente unità immobiliare, al di sopra delle controsoffittature. Non vi sono impianti a pavimento al fine di salvaguardare le prestazioni acustiche dei solai intermedi.

Pompe di calore: nessuna caldaia

L'impianto si realizza mediante due pompe reversibili aria/acqua con ventilatori elicoidali, con produzione di energia termica per uso climatizzazione e, su separato e apposito circuito idraulico, anche per acqua calda sanitaria.

In fase estiva ciascuna unità produce energia frigorifera per climatizzazione e, con richiesta contemporanea di acqua calda sanitaria, è in grado di recuperare per intero il calore di condensazione.



Le unità sono corredate di pompe di circolazione, primario riscaldamento e primario acqua sanitaria, di tipo a portata variabile, comandate direttamente dall'unità. Le unità, di costruzione De' Longhi, sono del modello ERAN/P+S 0051 R290 e sono in fase di sperimentazione ed oggetto di specifico dottorato di ricerca; l'applicazione sull'edificio costituisce una collaborazione tra Vanoncini SpA e De' Longhi SpA. In

condizioni di normale carico termico invernale, una pompa di calore soddisfa per intero il carico.

La seconda pompa di calore costituisce integrazione nel periodo invernale di massimo carico termico. Essa mette a disposizione, in caso di necessità, una potenza termica aggiuntiva per produzione di acqua calda sanitaria ed assicura una riserva termica tale che, anche in caso di anomalia ad una unità, la restante è in grado di far fronte da sola alla richiesta termica di base. La doppia pompa di calore consente inoltre diverse modalità di gestione contemporanea delle due unità.



Le unità sono poste all'esterno, in linea, in corrispondenza del lato destro dell'accesso pedonale posto sul vertice sud dell'area.

E' prevista l'installazione di schermo acustico verso l'edificio e gli immobili vicini.

L'assorbimento elettrico annuale stimato (climatizzazione e produzione acqua calda sanitaria) è di circa 9000 kWh/a.

L'impiantistica

Adduzione idrica acqua fredda di rete

Allacciamento sul fronte sud dell'area. Adduzione con tubo in acciaio inox di tipo a pressione, con isolamento termico anticondensa.

Trattamento con anticalcare di tipo elettronico (solo per acqua destinata ai bollitori).

Apparecchi sanitari e rubinetterie

Gli erogatori doccia e vasca potranno essere dotati di restrittore di flusso al fine di controllare la portata di acqua erogata agli apparecchi.

Vasi con utilizzo 6 litri; cassette con doppio tasto 6/9 litri.

Tutti gli attacchi lavatrice e lavastoviglie sono dotati sia di acqua calda che di acqua fredda in modo da limitare i consumi elettrici.

Scarichi acque bianche e nere

Realizzati in PE-hd a saldare, con ventilazione primaria a tetto; dimensionati secondo UNI 12056 e studiati per evitare rumorosità.

Reti separate sino all'imbocco in fognatura. Nessun attraversamento a soffitto della zona box.

Sollevamento acqua di drenaggio

A causa del tipo di terreno di scavo (argilloso) è stato previsto un drenaggio perimetrale all'esterno delle fondazioni, portato in pozzo ad anelli cilindrici di calcestruzzo, di tipo drenante posto a pavimento del piano interrato.

E' prevista una pompa di sollevamento che controlla il livello del pozzo (e quindi della falda) in caso di forti precipitazioni.

Adduzione gas

Il servizio è unicamente per gli usi di cucina con 4 contatori separati.

Percorsi esterni in vista, tubi guaina in tutti gli attraversamenti (sopra soletta di copertura box e negli attraversamenti dei muri perimetrali).

Aperture di ventilazione a norma di legge.

Apparecchi e reti di spegnimento incendi

L'edificio non è soggetto a specifica normativa antincendio; tuttavia è previsto uno stacco acqua antincendio con tubazione in PE-hd, che alimenta 2 cassette UNI 45 poste in corrispondenza degli accessi alla zona parcheggio al piano interrato.

Fotovoltaico come frangisole

Tutte le masse sono protette contro i contatti indiretti e sono collegate allo stesso impianto di terra. Sono presenti un allacciamento trifase, per i servizi comuni e quattro allacciamenti monofase, uno per ciascun appartamento. Tutte le consegne di energia sono dotate di scaricatori di sovratensioni.

All'allacciamento trifase per i servizi comuni è collegata l'energia elettrica prodotta da un campo di 36 moduli fotovoltaici, per totali 3,96 kWp e circa 31 mq di superficie di captazione.

Il campo fotovoltaico funge da frangisole per le superfici vetrate poste sul lato sud dell'edificio, pertanto è da ritenersi un sistema integrato, in cui i moduli vanno a sostituire taluni elementi costruttivi fissi dell'edificio.

I moduli fotovoltaici sono in silicio monocristallino, con superficie captante realizzata in modo tale da assorbire anche parte dell'energia riflessa dal modulo stesso. Di costruzione Siemens, modello SM 110/24, hanno un'efficienza nominale del 14,6 % e sono collegati in modo equilibrato sulle tre fasi dell'allacciamento Enel, mediante 3 inverter modulari monofase costruzione SMA, potenza massima continua in ingresso 3x1230 W, potenza massima continua in uscita 3x1100 W. Il campo fotovoltaico è dotato di sistema di misura e monitoraggio conforme specifiche ENEL.

I moduli sono staffati alla struttura a mezzo di un sistema di sostegno e supporto specificatamente studiato.

L'energia elettrica prodotta va a compensare gli assorbimenti elettrici degli utilizzatori comuni. Stima della produzione elettrica annuale di origine fotovoltaica: circa 3500 kWh/a. Tale produzione copre una frazione attorno al 40% dell'energia elettrica assorbita annualmente per climatizzazione e produzione acqua calda sanitaria.



8. Il confronto tra i costi degli edifici tradizionali e di quelli a basso consumo energetico

Una nota introduttiva

L'evoluzione di una civiltà comporta la necessità di avere energia disponibile in quantità sempre crescente e con costi supportabili. Senza entrare in analisi storiche, l'evoluzione, l'ascesa e la caduta delle civiltà ha sempre avuto un forte legame con la disponibilità di energia.

L'evoluzione della nostra economia, costruita sull'energia dei combustibili fossili e sul loro supportabile costo, vede un critico futuro. Questo futuro può essere positivamente affrontato solo con una revisione profonda, che ponga a confronto uno sviluppo compatibile e proporzionato alle capacità del nostro pianeta.

L'era dei combustibili fossili sta finendo. Questa era, dominata dal consumo di energia fossile, è stata ed è fonte di un inquinamento sempre più pericoloso per la nostra sopravvivenza.

La terra ci sta imprigionando nelle scorie dell'energia che abbiamo consumato; si dovranno intraprendere azioni correttive forti e valide, per evitare che tempi di ricupero, sempre più ristretti, affidati all'autorigenerazione della natura, impongano disposizioni traumatiche per la nostra salvezza.

Questa epoca già in fase critica per inquinamento e riserve, deve anche affrontare la realtà di aree politicamente instabili nelle quali si concentrano i maggiori giacimenti di petrolio, con il rischio reale, già sperimentato, di ricatti per forniture e prezzi.

Uno scenario di questo tipo giustifica in modo assoluto l'impegno strategico di individuare nuove fonti di energia pulita. Le soluzioni, dal punto di vista tecnico-scientifico, già sono state trovate.

L'energia rigenerabile non inquinante: idroelettrica, geotermica, eolica, a pannelli termici solari e fotovoltaica, interconnessa in innumerevoli punti di produzione è in progressivo sviluppo. Dal sole, un flusso di energia 10.000 volte più elevato di tutti i consumi della terra, è gratuitamente a disposizione di tutti senza inquinamento. Il costo delle apparecchiature che attualmente pone un limite al loro uso, continuerà a scendere per effetto di una economia di scala.

L'ipotesi è di un futuro nel quale tutti siano legati in reti energetiche, producano e consumino in un infinito scambio come una specie di internet dell'energia, che senza grandi centrali ma con una polverizzazione degli impianti, aggiunga anche sicurezza ad una epoca minacciata da un terrorismo organizzato.

In Germania è stato dato inizio a questo piano e il programma dei centomila tetti fotovoltaici, che sta per essere concluso, potrà aprire le porte ad una nuova civiltà dell'energia.

L'edilizia e il suo indotto

Così introdotta la questione economica, la differenza di costo tra edifici tradizionali e edifici a basso, o molto basso, consumo energetico, come la *Passivhaus*, è argomento complesso dipendente da numerosi parametri. Alcuni di questi devono essere compresi prima di essere quantificati:

- Capire come potrà evolvere nei prossimi decenni il costo di gestione di un edificio, in funzione del quadro energetico generale descritto.
- Capire con che saggezza si possano valutare i rischi del costo e dell'approvvigionamento dell'energia fossile.
- Capire cosa potrà imporre un inquinamento che aumenta di giorno in giorno. Solo come spesa sanitaria aggiuntiva si calcola 1 € per ogni litro di petrolio utilizzato.
- Capire che la valutazione finale economicamente coerente, è data dalla somma di tutti i costi certi e di quelli valutati.
- Capire che realizzare con la tecnica *S/R Passivhaus* in zona sismica vuol dire avere edifici con grande resistenza ai terremoti.

Diverse configurazioni, dettate dai diversi scenari ipotizzati per energia e inquinamento, portano a valutazioni diverse, con ammortamenti corti per scenari energetici e di inquinamento pessimistici e ammortamenti più lunghi per ipotesi più favorevoli.

Argomento importante nella valutazione economica è anche il valore aggiunto dell'edificio "Passivhaus" nel confronto con le realizzazioni tradizionali. La rapida obsolescenza di quelli tradizionali potrà imporre ai proprietari, rapidi ricambi al patrimonio immobiliare. Questo per evitare possibili, significative perdite economiche.

Questa premessa aiuta a comprendere meglio una analisi dei costi che metta a confronto una edilizia tradizionale con una innovativa di bassi consumi e ridotti inquinamenti.

Nell'analisi seguente, relativa alla tipologia *Passivhaus*, si individuano nelle diverse componenti, i costi ridotti o aggiuntivi, rispetto a pari edificio realizzato con tecnica tradizionale.

Realizzazione dell'interrato

Eseguita con tecnica tradizionale, comporta una riduzione nei costi delle strutture statiche. Infatti l'edificio fuori terra pesa 7/10 volte meno rispetto ad un edificio con telaio in cemento armato con tamponamenti in laterizio e questo comporta un calcolato risparmio.

Struttura fuori terra

Deve permettere, con opportune intercapedini, l'iperisolamento ed è quindi in acciaio laminato con profili standard o appositamente realizzati. Questa struttura regge la parte statica dei solai. La parte strutturale comporta un aumento dei costi rispetto al tradizionale telaio in cemento armato.

Involucro esterno

Formato da struttura protetta e desolidarizzata, con lastre in fibrocemento ecologico vincolate con avvvitamento e cappotto a struttura meccanica, comporta un aumento rispetto alle tradizionali chiusure in forati.

Involucro interno

Formato da struttura protetta e desolidarizzata con rivestimenti in gesso rivestito multilastra, comporta un aumento di costo rispetto ai sistemi tradizionali.

Isolamenti

Sono, in resistenza termica, 10 volte superiori all'isolamento tradizionale e comporta un corrispondente aumento dei costi.

Serramenti

Devono esser costruiti nel rispetto del protocollo della Passivhaus, e cioè con k (U wert) $0,8 \text{ W/mq}^{\circ}\text{K}$, con significativo aumento dei costi.

Impianti

Il sistema degli impianti prevede generatore fotovoltaico che in interscambio con l'Ente erogatore, fornisce energia elettrica per le diverse utilizzazioni. In particolare fornisce energia a pompe di calore per il condizionamento estivo e invernale degli ambienti e per la produzione dell'acqua calda sanitaria, . Anche per gli impianti si ha un aumento dei costi rispetto ai sistemi tradizionali. Questo nonostante l'assenza dell'impianto di riscaldamento.

Il metodo per le determinazione dei costi e costi aggiuntivi

L'analisi corretta dei costi prevede che l'esame sia fatto sul costo di realizzazione, escluso il costo del terreno, al quale costo di realizzazione va sommato il costo di esercizio totale e il costo finale di alienazione. E'importante definire il tempo ipotizzato di vita dell'edificio per un corretto conteggio. Questa durata varia da 50 a 80 anni e determina diversi risultati negli ammortamenti.

Prevedendo che ogni 25 -30 anni vi sia un completo rifacimento degli interni, la tecnica costruttiva S/R permette un rifacimento meno invasivo, con costi inferiori ai sistemi tradizionali. Avviene cioè il completo rifacimento dell'involucro interno con demolizioni e ricostruzioni che movimentano masse di 7-10 volte inferiori ai sistemi tradizionali.

A conclusione di queste note sulla valutazione dei costi possiamo dire che se il metodo utilizzato è quello dei costi totali, che tengono conto delle prospettive energetiche, dei più bassi costi di gestione e del maggior valore dell'edificio, allora la soluzione più vantaggiosa, quella che ha il minor costo, è la *Passivhaus*. Questo minor costo può avere valori diversi a seconda degli scenari energetici ipotizzati.

9. Conclusioni

La realizzazione di edifici iperisolati, che necessitano di poca energia, è la fondamentale premessa all'utilizzo della più costosa energia, rigenerabile e pulita.

L'energia pulita generata dal sole, con impianti solari passivi o fotovoltaici, diventa economica impiegando pompe di calore che diminuiscono il fabbisogno.

Questo è il secondo naturale gradino, dopo i super-isolamenti, che permette di giungere ad una casa che rispetti completamente l'ambiente e che, limitando le fonti energetiche tradizionali, possa veramente classificarsi come *Ecologica*.

L'utilizzo della pompa di calore alimentata dal fotovoltaico, permette di graduare nel tempo e nel modo migliore l'investimento, utilizzando inizialmente per il suo funzionamento sia energia fotovoltaica, sia tradizionale. La predisposizione ad un ampliamento dell'impianto solare, permetterà in futuro, il funzionamento con un totale utilizzo di energia pulita.

Le tecniche edilizie a secco, ampiamente usate nei secoli scorsi, hanno avuto in Italia nel nostro tempo una scarsa utilizzazione. Solo negli ultimi anni si è verificato un particolare interesse per questi sistemi.

I motivi di tale attenzione sono la più alta richiesta di qualità da parte dell'utente a costi accettabili, il più difficile reperimento di manodopera per effetto del mancato ricambio in un lavoro faticoso e ormai poco gradito alle nuove generazioni, la crescente necessità di riduzione dei tempi di consegna ed il continuo aumento delle installazioni impiantistiche. Lo sviluppo di queste tecniche costruttive è motivato sia da una forte richiesta di prestazioni sia da una sempre più elevata necessità di comprimere i tempi esecutivi.

L'elevato costo, soprattutto del fotovoltaico, ancora non permette l'utilizzo esteso di questa tecnica, ma la strada da percorrere è sicuramente individuata. In Germania, dove il sistema si sta fortemente sviluppando, si prevede, in alcuni decenni, di arrivare alla totale autonomia energetica degli edifici, con sola energia pulita.

Una naturale evoluzione del sistema che può comportare varianti nei costi, tali da far risultare ancor più conveniente la scelta della *Passivhaus*, già reale in Europa del nord, è la realizzazione di interi quartieri di *Passivhauser* che, avviando una sinergia ecologica globale nell'energia e nella limitazione dei consumi, promuoverà quel cambiamento epocale e risolutivo che trasformerà l'edificio da elemento che consuma e inquina a produttore di energia pulita, in quantità superiore alle sue esigenze, per rifornire così, senza inquinamento la città che potrà così essere la città del futuro. Per poter avere un futuro.

10. Indirizzi utili

Vanoncini Spa
Via Gandolfi 8
24030 Prezzate di Mapello (BG)
Tel. 035 4945749 - fax: 035 4945397
[www.vanoncini .it](http://www.vanoncini.it)
info@vanoncini.it

Politecnico di Milano
Dipartimento BEST (Building Environment Science & Technology)
Via Bonardi 15
20133 Milano
Prof. Ettore Zambelli
Ing. Gabriele Masera
Tel. 02 23996007 - 02 58313453
gabriele.masera@polimi.it