

*L'efficienza energetica non si attua solo sugli edifici nuovi, ma conviene anche, e soprattutto, sugli edifici esistenti. In questa residenza privata a Ranica, in Provincia di Bergamo, il progettista è riuscito a dimostrare come le best practices attuate sull'esistente possano portare alla realizzazione di case sotto i 15kWh/m<sup>2</sup>anno.*



# Riquilificare risparmiando

di Annalisa Galante



sono spesso responsabili dei maggiori consumi energetici. Nel seguito si espone una modalità di intervento su edifici esistenti in cui si possono ridurre drasticamente i fabbisogni con una progettazione attenta.

## Prima e dopo...

Particolare attenzione è stata riservata al comfort, più precisamente al comfort termico, acustico, luminoso e alla qualità dell'aria; inoltre ogni intervento è stato valutato anche in termini di rapporto costo/benefici.

Dal confronto tra il fabbisogno energetico specifico dell'involucro prima dell'intervento di riqualificazione energetica (212kWh/m<sup>2</sup>anno) e quello dopo gli interventi (circa 12kWh/m<sup>2</sup>anno), emerge una riduzione delle dispersioni di 200kWh/m<sup>2</sup>anno.

I valori emersi, relazionati alla classifi-

A Ranica, un piccolo Paese in Provincia di Bergamo, un ingegnere sensibilizzato al concetto di efficienza globale, ha deciso di riprogettare la sua residenza nell'ottica di realizzare una casa a bassissimo consumo: meno di

15kWh/m<sup>2</sup>anno, una casa passiva, quindi. Una sfida importante per ridurre i consumi energetici nel settore edilizio, è quella che passa attraverso la riqualificazione energetica degli edifici esistenti, in quanto questi ultimi

cazione energetica più usata (Casaclima, SACERT) indicano che prima dell'intervento l'edificio rientrava nella classe G (la più energivora con fabbisogni maggiori di 160kWh/m<sup>2</sup>anno), mentre dopo l'intervento la classe energetica è abbondantemente all'interno della classe A o meglio al di sotto degli standard delle case passive (<15kwh/m<sup>2</sup>anno). Si evidenzia anche che, mentre prima dell'intervento gli apporti gratuiti corrispondevano al 13% del fabbisogno, dopo l'intervento gli

apporti gratuiti coprono l'80% delle perdite. Questa valorizzazione degli apporti gratuiti è stata il principio che ha governato il processo progettuale. Dopo che sono stati ridotti i consumi dell'involucro si è posta particolare attenzione a far sì che l'energia necessaria al funzionamento della casa fosse il più possibile prodotta da fonti rinnovabili:

- utilizzando, per quanto possibile, l'energia da biomassa attraverso un caminetto a legna per la produzione

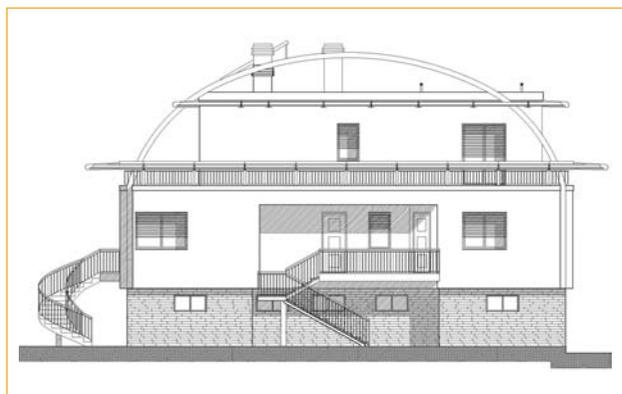
di acqua calda sanitaria e aria calda per il riscaldamento;

- energia solare per l'integrazione del riscaldamento e per l'acqua calda sanitaria;
- energia solare per la produzione di energia elettrica attraverso un impianto fotovoltaico.

## Il concept e la sostenibilità

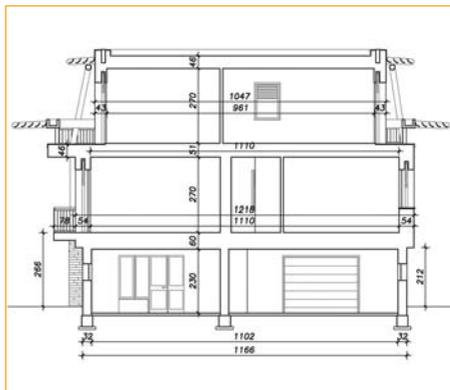
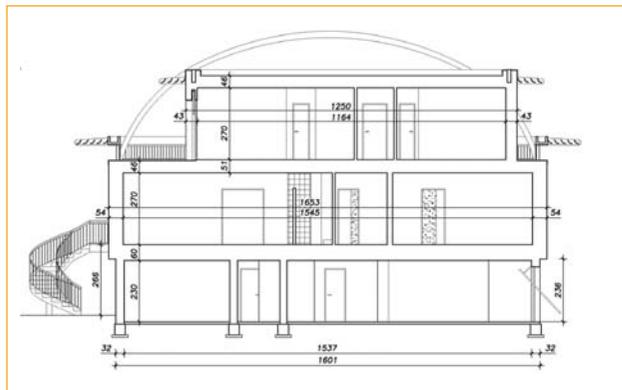
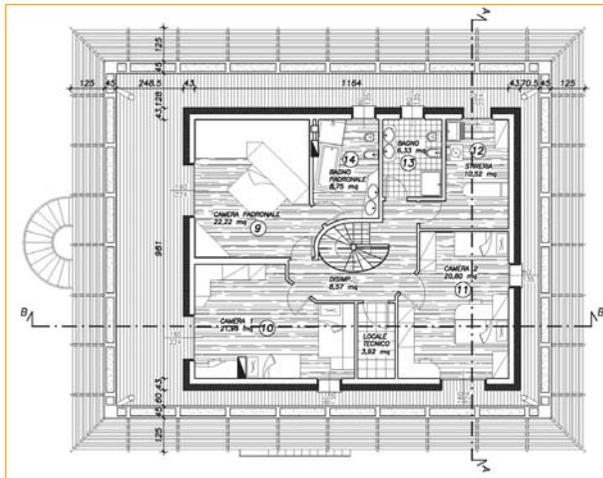
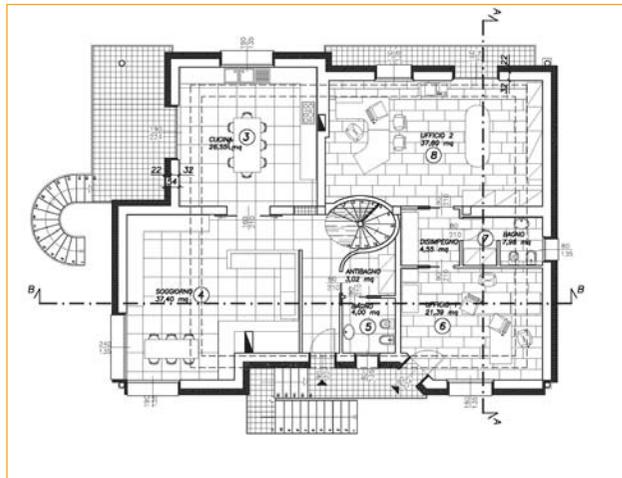
La rinnovata concezione progettuale dell'edificio manifesta in modo chiaro e trasparente, sia la sua natura tecnologica (brise-soleil orizzontali fissi, tubolari, pannelli solari termici, ecc.) che le sue forme e i suoi volumi compatti. Mostra, inoltre, un forte legame con la vecchia struttura, attraverso la duplice lettura dei volumi e dei materiali utilizzati per rivestire l'involucro:

- volumi: il nuovo assetto è pressoché identico al precedente, infatti, il volume del piano terra e del primo



◀ Prospetto Sud-Est della residenza.

Pianta primo e secondo piano.



Sezione A-A' e sezione B-B'.



## Strumenti di calcolo e verifica

Gli strumenti utilizzati per il progetto dell'edificio, si avvalgono di software creati a questo scopo:

- "Pan" elaborato da ANIT (Associazione Nazionale Isolamento Termico e Acustico) utile per il calcolo della trasmittanza
- "BESTClass 1.02", sviluppato sulla base della procedura elaborata dal dipartimento BEST del Politecnico di Milano, che calcola la classe energetica per il riscaldamento, la classe per la produzione di acqua calda per usi sanitari, e il contributo energetico fornito dalle fonti energetiche rinnovabili (pannelli solari termici, impianti solari fotovoltaici e sistemi solari passivi).
- "Vap 2003" elaborato da ANIT sulla base della norma UNI 10350, che verifica il comportamento igrotermico dell'involucro dell'edificio sia nel periodo invernale che nel periodo estivo, verificando la presenza di condensa superficiale e interstiziale.

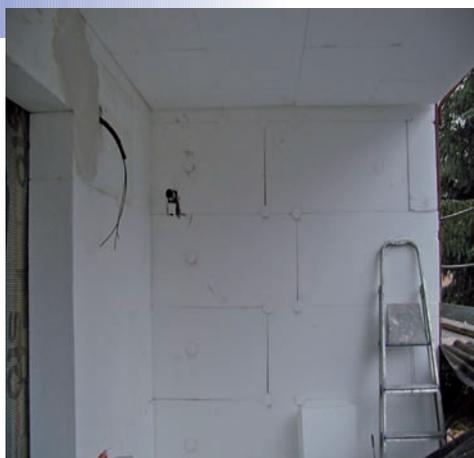
dell'impegno energetico e, quindi, di risparmio non solo di energie, ma anche di mezzi e materiali.

## Interventi sull'involucro

Dal punto di vista tecnologico, il vecchio edificio del tutto privo dell'isolamento termico, aveva costi di gestione e di riscaldamento notevoli, mentre il nuovo, ha costi notevolmente ridotti. Tutto ciò, è stato raggiunto grazie a precise scelte progettuali, che nell'ambito del contenimento dei consumi energetici per riscaldamento, sono state attuate attraverso:

- il sistema di isolamento termico esterno per le pareti verticali in EPS100 dello spessore di 20cm;
- il sistema di isolamento termico esterno della copertura e delle terrazze con EPS200 dello spessore di 25cm;
- serramenti in PVC con triplo vetro, basso emissivo e gas argon al 90%, trasmittanza vetro inferiore a  $0,8W/m^2K$ , distribuzione delle aperture a Sud, Est e Ovest, con schermatura attraverso brise-soleil fissi orizzontali;
- riduzione dei ponti termici, attraverso l'uso del cappotto isolante esterno e di particolari accorgimenti utili a eliminare eventuali ponti termici causati dall'interruzione della continuità del materiale: con inserimento di materiale isolante (EPS200) in corrispondenza dei balconi e cassonetti e tubolari con inserimento di pannelli di polistirene espanso e poliuretano espanso.
- introduzione di Frangisole a pacchetto (Griesser) per esterno con lamelle orientabili, da applicare alle superfici finestrate, per il massimo sfruttamento della luce naturale diffusa;

Introduzione del sistema di isolamento termico esterno per le pareti verticali in EPS100 dello spessore di 20cm.



Isolamento copertura in EPS200 da 25cm.



piano non ha subito trasformazioni importanti;

- materiali: la pietra locale per il rivestimento del basamento al piano terra, è stata mantenuta nella sua funzione anche nel nuovo assetto;
- sono stati aggiunti degli elementi fortemente simbolici, appartenenti al linguaggio tecnologico, i tubolari, che diventano il segno del legame tra il vecchio e il nuovo.

I tubolari poggiano sul basamento in pietra del piano terra e proseguono nelle facciate superiori, concludendosi ad arco nella parte superiore dell'edificio, donano un equilibrio estetico alla composizione e creano il collegamento visivo e simbolico tra il vecchio e il nuovo volume.

Per quanto riguarda l'assetto distributivo interno, il vecchio edificio è stato oggetto di modifiche volte al miglioramento delle condizioni abitative (fruibilità, vivibilità e sicurezza), tenendo conto delle esigenze espresse da coloro che lo utilizzeranno. Questi miglioramenti, attuati attraverso interventi di aggiunta, sostituzione e/o demolizione, sono stati condotti sempre seguendo la logica, della sostenibilità dell'intervento, attuabile attraverso interventi puntuali che richiedano la minore sottrazione possibile di materia, con una riduzione

Abbiamo incontrato l'Ing. Giuseppe Tebaldi nella sua abitazione riqualificata e progettata da lui stesso, ponendogli qualche domanda utile a meglio comprendere il concept progettuale e le strategie adottate.



## Progettare riqualificazioni efficienti

**P.E.: Come mai ha deciso di riqualificare completamente la sua abitazione, arrivando addirittura a progettare in classe A?**

**Tebaldi:** Dal punto di vista del committente, ossia come usufruttore finale dell'abitazione, è stato importante che l'edificio avesse un livello di confort elevato con un'attenzione particolare a far sì che l'intervento non costasse di più di un intervento tradizionale. Dal punto di vista del progettista, il fatto di realizzare un edificio passivo e in "classe A" a partire da un edificio esistente è stata una bella sfida, visto che solitamente, quando si parla di questo tipo di edifici, si fa riferimento a edifici nuovi. Penso, inoltre, che costruire edifici che rispondono a criteri di sostenibilità economica e ambientale sia una necessità e non più una scelta.

**P.E.: A livello progettuale, quali sono stati i punti più cruciali rispetto a una progettazione "tradizionale"?**

**Tebaldi:** Particolare attenzione è stata posta ai materiali esistenti e nuovi, all'impiantistica e alla cura dei ponti termici, l'obiettivo di coniugare l'efficienza energetica con le particolarità costruttive di un edificio esistente costruito negli anni '60, ha richiesto una ricerca raffinata tra le varie soluzioni possibili. Anche l'obiettivo dell'attenzione al confort nel rispetto dei ridotti consumi energetici ha portato a una ricerca a livello impiantistico molto diversa rispetto agli edifici tradizionali, come per esempio, la ventilazione meccanica controllata che nel nostro Paese è praticamente sconosciuta a livello di impiantistica residenziale.

**P.E.: Per quanto riguarda gli investimenti, quali sono le sue previsioni di ammortamento?**

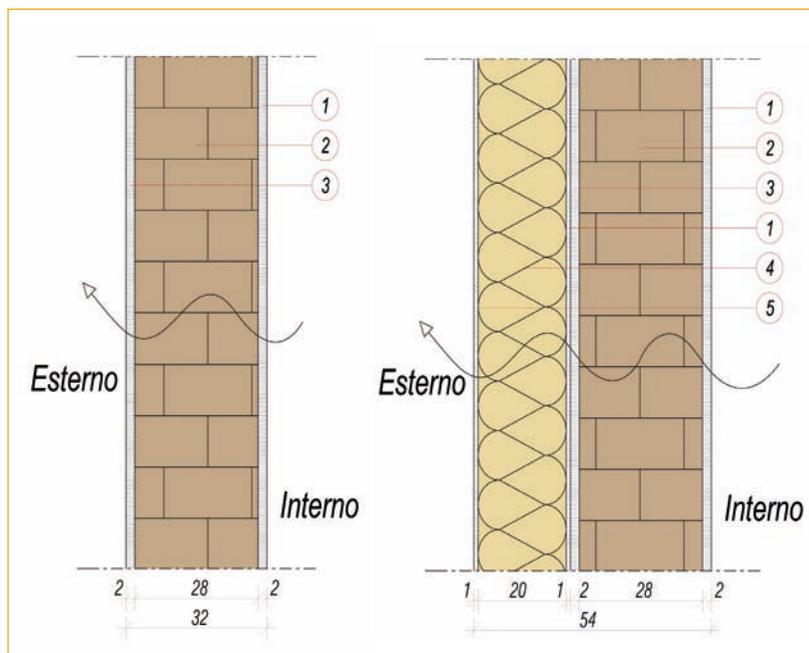
**Tebaldi:** Ogni intervento, non tradizionale, eseguito sull'edificio è stato valutato in termini di extracostibenefici. Per quanto riguarda i benefici si è tenuto conto solo dei guadagni strettamente economici e non sono stati presi in considerazione altri benefici come il maggior confort termico, acustico, olfattivo e di qualità dell'aria, come pure non sono stati considerati i benefici in termini ambientali dati dal minor inquinamento dell'aria e dalla minor immissione nell'atmosfera di gas climalteranti. L'edificio è stato terminato tra il 2006 e il 2007, usufruisce pertanto in parte degli incentivi economici contenuti nella nuova finanziaria. Le valutazioni economiche effettuate sull'investimento hanno riscontrato un periodo di ammortamento con incentivi di 2 anni e senza incentivi di 18 anni, se confrontiamo tali tempi con la durata, degli interventi, di circa 40 anni diventa lampante la convenienza economica di operare in tale direzione.

- ventilazione meccanica controllata con scambiatore, efficienza 95% e preriscaldamento geotermico dell'aria in entrata.

### Interventi sugli impianti

Per rendere "autonomo" l'edificio sotto il profilo dell'approvvigionamento energetico, sono stati introdotti:

- un impianto solare termico per la produzione di acqua calda sanitaria e per il riscaldamento, con pannelli di tipo selettivo (7,5m<sup>2</sup>) e serbatoio di accumulo da 600 litri;
- un impianto fotovoltaico da 3kWp (produzione di 3.300kWh annui);

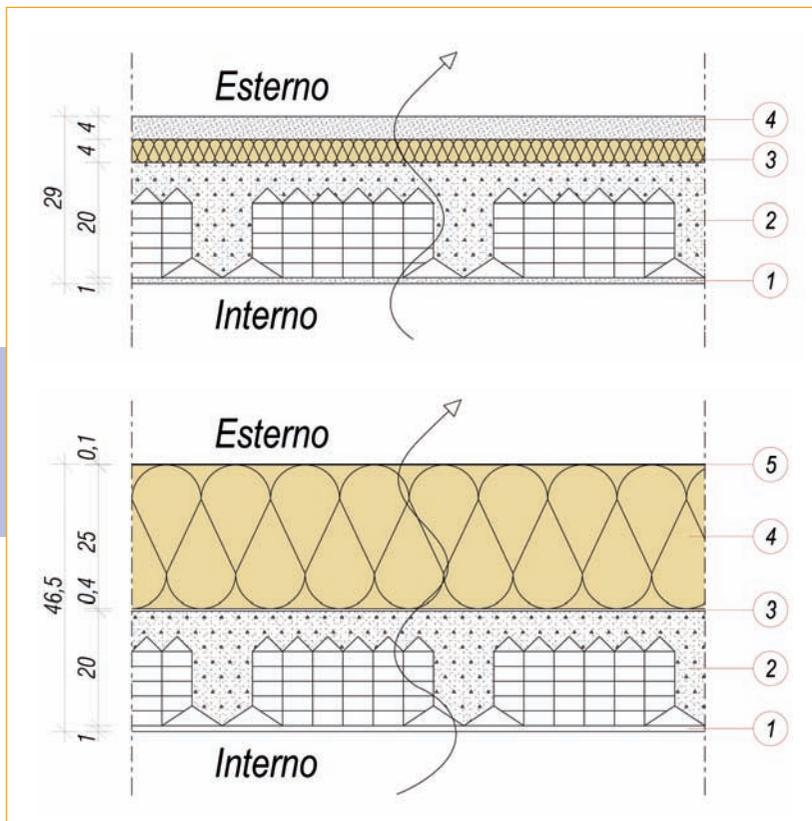


Stratigrafie della parete esterna del primo piano del vecchio edificio: 1) Intonaco interno; 2) Blocchi in laterizio; 3) Intonaco esterno.  $T_{\text{rasmittanza}} 1,10\text{W/m}^2\text{K}$ .

Stratigrafie della parete esterna del primo piano del nuovo edificio: 1) Intonaco interno; 2) Blocchi in laterizio; 3) Intonaco esterno; 4) Isolamento in EPS; 5) Finitura.  $T_{\text{rasmittanza}} 0,16\text{W/m}^2\text{K}$ .

Stratigrafie della copertura del vecchio edificio:  
1) Intonaco interno; 2) Solaio in laterocemento; 3) Isolamento in EPS; 4) Massetto. Trasmittanza 0,65W/m²K.

Stratigrafie della copertura del nuovo edificio:  
1) Intonaco interno; 2) Solaio in laterocemento; 3) Guaina bituminosa 4) Isolamento in EPS; 5) Guaina in PVC. Trasmittanza 0,14W/m²K.



Correzione ponte termico serramenti.

Valutazioni economiche dell'investimento di riqualificazione (casa passiva) rispetto allo stesso edificio costruito secondo i limiti di legge (casa tradizionale). Si è considerata una superficie utile di 280m², un costo dell'energia di 0,078€/kWh e un interesse del 3%.

- un impianto di riscaldamento a pannelli radianti;
- un caminetto a legna per la produzione di acqua calda (usi sanitari e riscaldamento) e aria calda (riscaldamento edificio);
- una caldaia a condensazione (nel caso di non utilizzo del caminetto).

L'edificio così trasformato consuma 11,6kWh/m²a, se si tiene poi conto che una parte dell'edificio verrà adibita a ufficio i consumi, a fronte di un maggior contributo degli apporti gratuiti interni, scende a circa 6kWh/m²a.

Per la valutazione dell'investimento

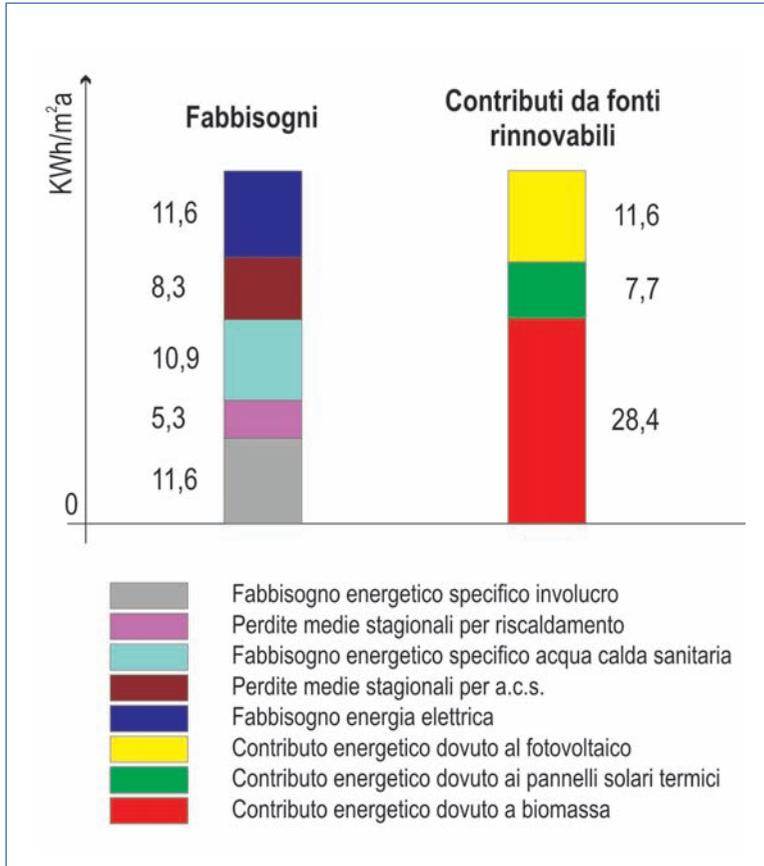
delle opere eseguite per ridurre i consumi energetici, il confronto è stato fatto tra l'edificio ristrutturato (casa passiva 12kWh/m²a) e l'edificio ristrutturato rispettando i limiti di legge (legge10-d.lgs.192/05 e d.lgs.311/06), ovvero con un fabbisogno di energia primaria di 95kWh/m²a.

Per una corretta valutazione dell'investimento si sono considerate come variabili gli extracosti e i guadagni, con riferimento all'edificio ristrutturato secondo le disposizioni di legge in vigore. Per quanto riguarda i benefici, si è tenuto conto solo dei guadagni strettamente economici e non sono stati presi in considerazione



COSTI	Casa tradizionale	Casa passiva	Extracosti[€]	Extracosti[%]
Isolamento termico, finestre, impianto solare termico, ventilazione meccanica controllata, caldaia a condensazione, extra spese di progettazione	€ 45.576	€ 70.828	€ 25.252	+ 22%
BENEFICI ECONOMICI	Casa tradizionale	Casa passiva	Differenza	Differenza [%]
Consumi riscaldamento	95 kWh/m²a	12 kWh/m²a	- 83 kWh/m²a	- 77%
Costi per riscaldamento	€ 2.075	€ 262	-€ 1.813	- 87%
Senza sgravi fiscali				
VAN – Valore Attuale Netto		€ 10.278		
TIR – Tasso Interno di Rendimento		6%		
<b>PAY-BACK – Tempo di ritorno</b>		<b>18 anni</b>		
Sgravi fiscali (55% Finanziaria 2007 e 36%)				
VAN – Valore Attuale Netto		€ 33.012		
TIR – Tasso Interno di Rendimento		28%		
<b>PAY-BACK – Tempo di ritorno</b>		<b>2 anni</b>		

altri benefici come il maggior comfort termico, acustico, olfattivo e di qualità dell'aria, come pure non sono stati considerati i benefici in termini ambientali dati dal minor inquinamento dell'aria e dalla minor immissione nell'atmosfera di gas climalteranti. La valutazione dell'investimento è stata effettuata in un primo caso trascurando gli incentivi statali; questo per valutare l'efficacia o meno dell'investimento in termini di sostenibilità economica. In un secondo caso si sono considerati gli incentivi attualmente in vigore per questo tipo di



▲  
Bilancio energetico riscaldamento, ACS ed elettrico: a sinistra sono stati riportati i fabbisogni energetici specifici mentre a destra i contributi che dovranno essere assicurati dalle fonti rinnovabili.

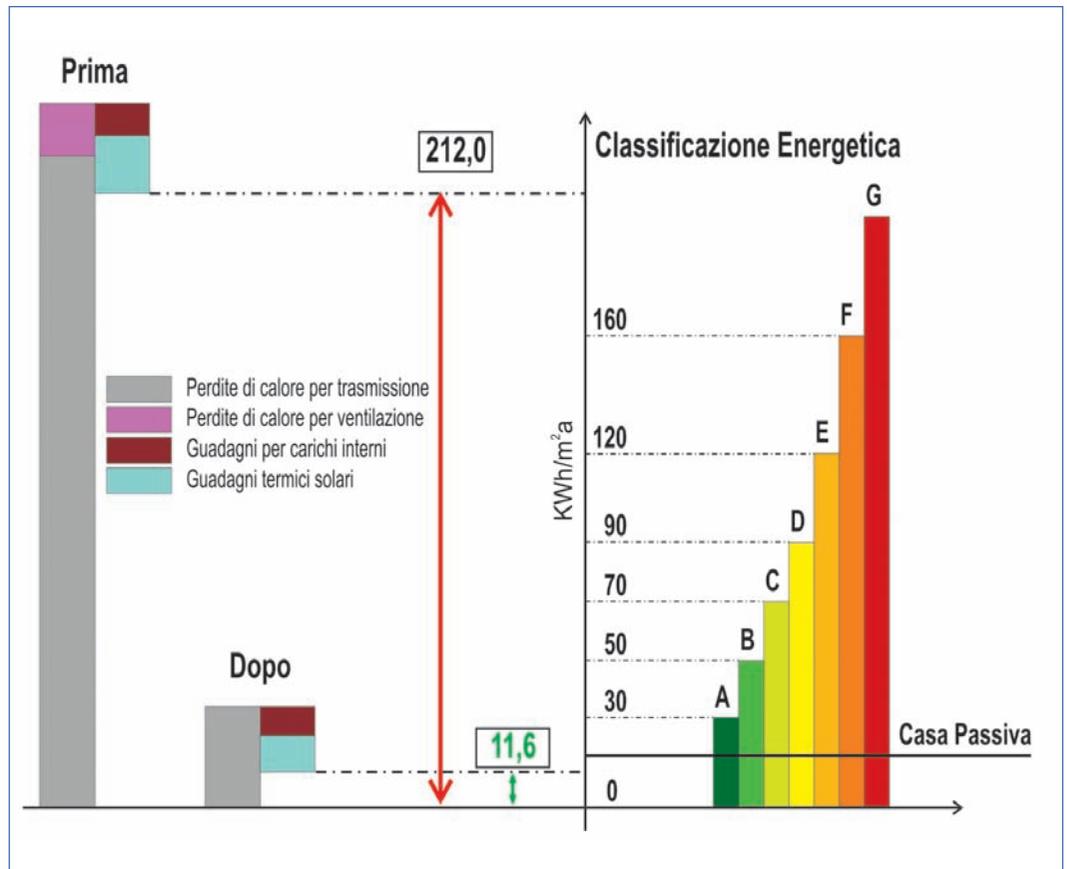
▲  
Brise-soleil posizionati in copertura.

▲  
Serramenti in PVC con triplo vetro.

Il fabbisogno energetico specifico dell'involucro prima dell'intervento di riqualificazione energetica (212kWh/m²anno) e quello dopo gli interventi (circa 12kWh/m²anno), emerge una riduzione delle dispersioni di 200kWh/m²anno.

opere; pertanto si è considerata una riduzione del 36% del costo delle opere che comportano essenzialmente il rispetto dei limiti di legge e una riduzione del 55% del costo delle opere che comportano una sostanziale riduzione (-20% di EPI) rispetto ai limiti di legge.

Nel calcolo del VAN e del PAY-BACK si è considerato un tasso di interesse pari al 3%, pari all'incirca al rendimento netto dei titoli di stato. Mentre la durata dell'investimento è stata assunta pari a 30 anni (questo valore rappresenta una media della vita utile



## Caratteristiche tecniche dell'intervento

### Impianto elettrico

- Tipologia impianto termico: **riscaldamento radiante a pavimento con caldaia a legna, solare termico (integrazione) e caldaia a condensazione**
- Potenza installata impianto termico: **caminetto 21 kW, caldaia a condensazione 18kW**
- Potenza elettrica assorbita impianto termico: **100W**
- Tipologia impianto climatizzazione: **Ventilazione meccanica controllata a doppio flusso con recuperatore di calore ad alta efficienza e preriscaldamento geotermico**
- Potenza installata impianto climatizzazione: **320W per VMC**
- Potenza elettrica installata: **3kW**
- Tecnologia principale per l'illuminazione ordinaria: **Fluorescente**
- Potenza elettrica installata: **200W**
- Sistema di esercizio dei sistemi bassa tensione: **SELV**
- Presenza di impianto di trasmissione dati / fonia integrato: **SI**

### Risparmio energetico

- Classe energetica: **A+ Casa passiva con 11 kW/m<sup>2</sup>anno**
- Superficie complessiva netta: **280m<sup>2</sup>**
- Trasmittanza involucro opaco esterno verticale: **0,15 W/m<sup>2</sup>K**
- Trasmittanza involucro copertura - terrazza: **0,15 - 0,19 W/m<sup>2</sup>K**
- Tipologia involucro trasparente: **serramenti in PVC con rivestimento esterno in alluminio e triplo vetro con argon al 90% e basso emissivo**
- Trasmittanza involucro trasparente: **1,1W/m<sup>2</sup>K**
- Tipologia sistemi di oscuramento: **Tende a pacchetto orientabili Metalunic IV**
- Trasmittanza involucro opaco interno verticale: **0,17 W/m<sup>2</sup>K verso locali non riscaldati**
- Trasmittanza involucro opaco interno orizzontale: **0,19 - 0,28 W/m<sup>2</sup>K verso locali non riscaldati**
- Tecniche orientate al risparmio energetico: **fotovoltaico con potenza di picco di 3kWp**

degli investimenti effettuati).

Nel primo caso (senza incentivi) gli indicatori assumono i seguenti valori:

- VAN = € 10.278,00
- TIR = 6%
- PAY-BACK = 18 anni

Tutti gli indicatori di cui sopra mostrano un vantaggio all'esecuzione dell'in-

vestimento, a prescindere dagli ulteriori vantaggi in termini di comfort abitativo e ambientale. Per quanto riguarda il secondo caso (con incentivi) gli indicatori assumono i seguenti valori:

- VAN = € 33.012,00
- TIR = 28%
- PAY-BACK = 2 anni

Dal valore degli indicatori di cui sopra, si nota come con gli incentivi statali l'investimento diventi molto vantaggioso. Il VAN mostra un più che raddoppio del capitale investito. Il TIR evidenzia come sia possibile realizzare l'intervento senza disponibilità iniziale e facendo ricorso a un finanziamento, che i maggiori istituti di credito forniscono attualmente per questo tipo di interventi con un tasso di interesse del 5%. Occorre ribadire che questo edificio è, a tutti gli effetti, un importante esempio di trasformazione di un edificio tradizionale pre-esistente in un edificio di tipo passivo. Vuole essere, quindi, testimonianza concreta della realizzabilità ormai a costi contenuti, di questi principi, grazie al fatto che le più recenti scoperte tecnologiche sono ormai disponibili sul mercato a prezzi convenienti. ♦

## I nomi dell'intervento

- Oggetto: **Riqualficazione energetica edificio residenziale**
- Committente: **Ing. Giuseppe Pietro Tebaldi**
- Destinazione d'uso: **Residenziale con ufficio**
- Anno di progettazione: **2005**
- Anno di realizzazione: **2006-2007**
- Progettazione architettonica, impianti e D.L.: **Ing. Giuseppe Pietro Tebaldi**
- Fornitore materiali isolanti: **STO Italia s.r.l.**
- Fornitura serramenti: **Omicron**
- Fornitura sistemi di oscuramento: **Griesser**
- Fornitore impianti termici: **Vatrano Armando Idraulica**
- Fornitura componentistica elettrica e illuminotecnica: **Valota Stefano- Quadri elettrici**
- Impianto di climatizzazione: **Zehnder Technosystem**
- Impianto solare termico: **S.E.R. Sistemi Energie Rinnovabili s.a.s.**