

PROGETTI DI RECUPERO AMBIENTALE ED ENERGETICO IN DUE EDIFICI SCOLASTICI DEL COMUNE DI UMBERTIDE

Valerio Calderaro¹ Massimo Bastiani² Virna Venerucci³

¹ Università degli Studi di Roma "La Sapienza"
Facoltà di Architettura Ludovico Quaroni
valerio.calderaro@uniroma1.it

² Università degli Studi di Roma "La Sapienza"
Facoltà di Architettura Ludovico Quaroni - LUDI
massimo.bastiani@uniroma1.it

³ Ecoazioni, Via B. Ubaldi, Centro Dir. Prato, Gubbio (PG)
v.venerucci@ecoazioni.it

ABSTRACT: Le scuole rappresentano un settore strategico per lo sviluppo della consapevolezza dei giovani sul ruolo dell'energia nel futuro e per l'applicazione di progetti pilota sull'efficienza ed il risparmio energetico applicata ad una tipologia edilizia estremamente diffusa.

Intervenire su questi edifici pubblici specialistici è significativo poiché richiedono elevati standard ambientali ed attraverso la formazione intervengono sulla crescita della consapevolezza all'uso razionale dell'energia dei futuri cittadini europei. Il Comune di Umbertide che ha privilegiato in questi ultimi 10 anni il ricorso ad un modello di sviluppo più sostenibile, realizzando azioni e progetti nel settore ambientale e dell'energia, ha portato a termine due interventi significativi sull'edilizia scolastica. I progetti pilota, entrambi realizzati, hanno ricevuto il riconoscimento ed il supporto di programmi Europei e Nazionali. L'intervento sul Liceo L. Da Vinci cofinanziato dal Programma Europeo THERMIE, rappresenta la fase finale di una ricerca più ampia per la promozione della bioedilizia, iniziata nel 1993 sulle scuole della Provincia di Perugia. Il progetto sulla Scuola Elementare G. Di Vittorio è stato invece finanziato dal Programma Nazionale "Tetti fotovoltaici". Entrambi i progetti prevedono interventi innovativi per il recupero ambientale ed energetico, il miglioramento del comfort termico, del daylighting, della ventilazione naturale e la produzione di energia elettrica fotovoltaica.

Ambito: ricerca

Keywords: Scuole, Energia

1. INTRODUZIONE

Le scuole rappresentano un settore strategico per l'applicazione di progetti pilota sull'efficienza, il risparmio energetico e l'uso di energie rinnovabili applicate ad una tipologia edilizia estremamente diffusa, poiché:

- Le scuole sono edifici pubblici specialistici e quindi direttamente gestiti dalle Pubbliche Amministrazioni e come tali, richiedono standard e precise prestazioni di comfort energetico, e di conseguenza costituiscono un settore di particolare interesse tra le tipologie di edifici pubblici.
- Le scuole sono luogo di soggiorno dai primi anni di vita fino all'adolescenza degli individui compresi in questa fascia di età e quindi attraverso una corretta informazione, possono intervenire sulla crescita della consapevolezza all'uso razionale dell'energia ed alla familiarità con l'utilizzo delle rinnovabili dei futuri cittadini.

Attualmente i problemi dell'energia trovano ancora poco spazio anche nei programmi educativi legati alle tematiche del risparmio energetico e delle fonti rinnovabili, in Italia tali aspetti sono trattati solo dal 6% del totale dei corsi di formazione e di aggiornamento.

Inoltre, solo una piccola percentuale di edifici scolastici viene monitorata e analizzata energeticamente e gli interventi di manutenzione e gestione nelle scuole interessano quasi esclusivamente l'aspetto impiantistico.

I progetti che si presentano di seguito riguardano la riqualificazione energetica di due edifici scolastici, entrambi realizzati nel Comune di Umbertide (PG).

La filosofia che ha guidato questi progetti è quella di innalzare il comfort nella fruizione degli edifici scolastici e della qualità degli ambienti confinati, sperimentando contemporaneamente soluzioni tecniche per passare dall'edificio consumatore di energia a quello produttore di energia. Questi progetti sono scaturiti da una ricerca preliminare condotta sugli edifici scolastici della Provincia di Perugia, e hanno ottenuto supporti finanziari Europei e Nazionali per la loro realizzazione.

2. RECUPERO ENERGETICO AMBIENTALE DEL LICEO SCIENTIFICO "LEONARDO DA VINCI" DI UMBERTIDE

Il progetto, è stato realizzato con il cofinanziamento del programma THERMIE '96 -97 European Union DG XVII, (REB/105/97/IT/DE) e rappresenta la fase

finale di un iter processuale per l'individuazione, progettazione e realizzazione di un intervento pilota che adottasse bioarchitettura, bioclimatica ed energie rinnovabili su di un edificio scolastico di proprietà della Provincia di Perugia

Realizzato nel 1970, riassume le caratteristiche tipiche delle strutture scolastiche dell'epoca. Il Liceo ha sede su un'area di 13.200 m² ed è costituito da tre corpi di fabbrica principali, di cui due paralleli ed il terzo trasversale che li unisce, si articola su tre piani fuori terra ed uno parzialmente interrato.

L'intervento progettuale si è sviluppato sui due blocchi edilizi lungo la facciata sud-est dell'Istituto che presentano condizioni di orientamento e comfort interno con caratteristiche più problematiche rispetto al resto del complesso edilizio. Le soluzioni tecnologiche ed impiantistiche realizzate hanno riguardato tutti quegli aspetti architettonici e tecnologici che, per la loro funzione intrinseca, potevano essere relazionati al miglioramento delle prestazioni dell'edificio.

Gli obiettivi progettuali hanno riguardato i seguenti aspetti individuati come altrettante criticità:

- ridurre i consumi con interventi di conservazione energetica
- utilizzare le risorse energetiche naturalmente disponibili e convertirle con sistemi tecnologici in forme energetiche utilizzabili direttamente (calore ed energia elettrica)
- migliorare le condizioni termoigrometriche, illuminotecniche e di salubrità delle aule
- migliorare il comfort acustico
- proteggere le facciate dall'irraggiamento solare.



Figura1: La facciata energetica integrata

Il progetto ha messo in campo una serie di misure progettuali atte a migliorare le condizioni di partenza, incentrandosi su soluzioni mirate all'interno termico, luminoso ed acustico, ed alla produzione di energia elettrica fotovoltaica intervenendo principalmente sul fronte esterno. La tipologia costruttiva del complesso, ed in particolare delle superfici vetrate, condiziona pesantemente l'intorno luminoso delle aule. e l'assenza di qualsiasi elemento di ostruzione in grado di ridurre l'irraggiamento diretto sulle superfici vetrate ha prodotto una condizione di scarso benessere per i fruitori dell'aula.

Secondo una indagine condotta tra gli studenti ed i professori, oltre il 75% degli utenti denuncia condizioni

di comfort assolutamente insoddisfacenti, individuando diverse situazioni di malessere, tra le quali l'illuminazione naturale rappresenta una delle principali problematiche.

Analizzando i dati di monitoraggio dell'ambiente luminoso si è potuto verificare che la struttura "a nastro" delle finestre, tipica delle costruzioni dell'architettura moderna, induce una forte irregolarità della illuminazione naturale.

Il monitoraggio dell'aula è stato effettuato attraverso misurazioni, condotte in vari orari della giornata, comunque sempre durante il periodo di fruizione scolastica, ed in varie postazioni, per avere l'esatta dimensione dell'illuminamento nei punti. Sono stati elaborati grafici che indicano il livello di illuminamento interno, in lux, in relazione alla luminosità esterna ed il risultato è stato:

- la verifica di fenomeni di abbagliamento, che costringevano gli utenti ad oscurare l'aula ed a servirsi della luce artificiale, pur in presenza di ottimi livelli di illuminamento esterno; tali fenomeni sono frequenti quando il sole è basso sull'orizzonte, come nel periodo invernale;
- la verifica di livelli di illuminazione naturale poco soddisfacenti, ovvero minori dei 300 lux richiesti all'interno delle aule dalla normativa italiana per l'edilizia scolastica.

L'elemento principale del progetto di recupero è caratterizzato dalla realizzazione di una struttura metallica con alette orientabili lungo l'asse orizzontale, con funzione schermante e riflettente. La configurazione geometrica delle lamelle, studiata opportunamente per questo progetto, prevede una speciale sagomatura realizzata con una doppia piegatura longitudinale, per favorire la canalizzazione della luce secondo direzioni prestabilite e studiate attraverso l'uso di "diagrammi solari". Tali diagrammi permettono, conoscendo la latitudine del sito, di prevedere l'altezza del sole al variare delle stagioni, degli orari e dei giorni; una volta note tali informazioni, è possibile lavorare direttamente sulla forma delle componenti edilizie per l'illuminazione naturale, consentendo ai progettisti di raccordare i raggi solari secondo le direzioni che ritengono più opportune, in relazione agli usi specifici cui l'ambiente interno dovrà assolvere. La geometria delle lamelle ed il rivestimento riflettente della faccia superiore sono state realizzate con la duplice funzione di:

proteggere la superficie vetrata dall'irraggiamento solare estivo (abbagliamento). La radiazione solare incidente viene direzionata dal brise-soleil (alette frangisole) attraverso un sistema di ostruzione-riflessione verso il soffitto dell'aula al fine di ottenere una illuminazione uniforme ed un accumulo di calore attraverso la massa muraria dei solai.

La facciata energetica integrata si compone sul fronte sud-est di un sistema solare passivo a loop convettivo istantaneo con recupero di calore statico, che si presenta esteriormente come un "collettore solare" di tipo innovativo, progettato specificatamente per questa realizzazione.

Nel periodo estivo attraverso un'opportuna inclinazione delle alette, il sistema consente di proteggere dall'irraggiamento solare le pareti esterne ed impedisce il surriscaldamento del loop, permettendo tramite quest'ultimo il rinnovo dell'aria

nelle aule. Nel periodo invernale, variando l'angolo di incidenza delle alette, il sistema consente alla radiazione solare di raggiungere il loop radiativo per il riscaldamento delle aule. Attraverso quest'ultimo l'aria esausta viene espulsa all'esterno, garantendone il continuo ricircolo. Infine l'intervento si completa nelle coperture a sud est, con l'utilizzo di 220 moduli posti secondo l'inclinazione di falda e destinati alla produzione di energia elettrica fotovoltaici per una potenza di 15 Kwp ed in grado di far risparmiare l'emissione in atmosfera di 8.310 Kg/anno di CO₂.

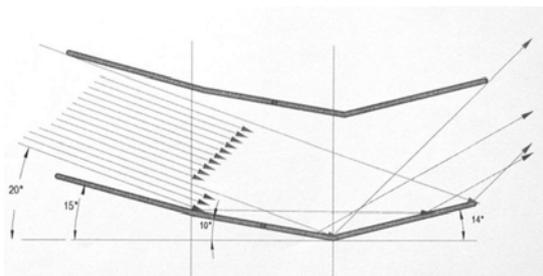


Figura:2 Studio degli angoli di incidenza della radiazione solare nei vari mesi

L'intervento pilota, che è stato realizzato ad Umbertide è in grado di raggiungere una quasi totale autosufficienza energetica che verrà comunque, specificatamente monitorata nel tempo.

La scelta formale ed architettonica del progetto ha nel complesso mirato alla massima integrazione possibile degli elementi tecnologici, tra di loro e rispetto all'edificio, per realizzare una struttura tecnologica complessa che dall'esterno è in grado di funzionare come una "doppia pelle" con funzioni differenziate.



Figura:3 Montaggio del sistema fotovoltaico

3. PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE BIOCLIMATICA DELLA SCUOLA ELEMENTARE G. DI VITTORIO

L'edificio scolastico oggetto del secondo intervento, ospita le 19 classi della scuola elementare G. Di Vittorio, risale agli anni '80 ed è stato inizialmente realizzato per ospitare l'Istituto Professionale per il Commercio di Umbertide.

La pianta dell'edificio si sviluppa con una forma ad "L" con orientamento dei fronti maggiori a nord-ovest e sud-ovest, dove sono collocate rispettivamente la palestra e la maggioranza delle aule.

L'intervento progettuale di Riqualificazione bioclimatica ed integrazione di un sistema fotovoltaico riguarda principalmente un ampio spazio di distribuzione sormontato da una copertura trasparente.

Il blocco edilizio oggetto dell'intervento, si sviluppa per tre piani fuori terra ed è posto sulla facciata sud-ovest della scuola dove per condizioni di orientamento e comfort interno si rilevano le caratteristiche più problematiche rispetto al resto del complesso edilizio.

La copertura vetrata di questa parte dell'edificio si articola per un'estensione di circa 200 mq e non essendo pensata con caratteristiche bioclimatiche crea fenomeni che incidono sulla fruibilità interna degli spazi quali:

- fenomeni di abbagliamento a causa della diffusione diretta della luce;
- surriscaldamento per "effetto serra" in stagione estiva;
- eccessiva dispersione termica in periodo invernale.

Il clima esterno influenza direttamente le condizioni microclimatiche interne e ciò in rapporto all'estensione della superficie vetrata non schermata e dall'assenza di aperture o canalizzazioni per il deflusso dell'aria calda e la ventilazione.

L'irraggiamento solare diretto produce negli ambienti interni sottostanti la vetrata valori di flusso termico che possono raggiungere valori superiori al 30% di quello esterno. Naturalmente non si raggiungeranno mai valori microclimatici di "stress calorico", in quanto gli spazi sottostanti sono caratterizzati da ambienti termici moderati, non caratterizzati da forte carico termico radiante.

L'obiettivo del progetto è quindi quello di porre rimedio a questi aspetti di confort interno a in associazione alla produzione di energia elettrica fotovoltaica.

Il progetto intende intervenire principalmente sul fronte esterno (copertura vetrata) attraverso l'integrazione tra l'aspetto architettonico e quello impiantistico, attraverso una serie di misure, ed incentrato su tre tipologie d'intervento:

- produzione di energia elettrica fotovoltaica;
- Interventi per il raffrescamento passivo;
- miglioramento dell'illuminazione naturale.

Per la produzione di energia l'impianto elettrico della Scuola Elementare prevede attualmente una potenza impegnata di 35 kW, con consumo indicativo rilevato per il 1999 di 13.306 kWh complessivi.

L'impianto fotovoltaico è stato realizzato per ridurre drasticamente il consumo elettrico, esso è posto sulla copertura vetrata sud-ovest ed è integrato

funzionalmente ed architettonicamente con le altre funzioni bioclimatiche di progetto



Figura 4: La scuola Di Vittorio dopo il progetto di riqualificazione bioclimatica ed energetica

La potenza dell'impianto è di 16,2 kWp ed opera in parallelo alla rete elettrica di distribuzione.

Il generatore fotovoltaico è ottenuto collegando 9 stringhe, con una potenza nominale di 1800 Wp ciascuna, composte da 15 moduli in parallelo a tre inverter connessi sulla rete di distribuzione trifase.

L'energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico sostituisce l'energia che altrimenti andrebbe acquistata dalla rete elettrica nazionale.

Infine è bene notare che tecnologie solari come il fotovoltaico potrebbero costituire una soluzione per modificare l'attuale contesto energetico.

Con 16,2 kWp di fotovoltaico installati nella scuola elementare Di Vittorio si occupa una superficie di 120 mq producendo circa 19.233 kWh/anno e rispetto ad un impianto a ciclo convenzionale consente di risparmiare le seguenti emissioni in atmosfera:

| | |
|-------|----------------------------------|
| 8864 | kg/anno di anidride carbonica |
| 30,4 | kg/anno di monossido d'azoto |
| 8,8 | kg/anno di monossido di carbonio |
| 66,08 | kg/anno di monossido di zolfo |

Il progetto di raffrescamento passivo per la intervieni principalmente sulla copertura del blocco edilizio orientato sud-ovest dove si rilevano le caratteristiche più problematiche rispetto al resto del complesso edilizio.

La strategie progettuale è mirata alla riduzione della radiazione incidente sulla superficie vetrata attraverso dei Brise soleil posti esternamente e alla dissipazione del calore sfruttando l'effetto camino. Il raffrescamento naturale dell'edificio grazie alla ventilazione naturale, alla schermatura solare e all'espulsione del calore indesiderato verso dissipatori di calore ambientali influisce positivamente sul confort interno.

La dissipazione del calore verso l'esterno avviene in particolare attraverso quattro "camini" che svettano oltre l'attuale copertura dell'edificio e contribuiscono alla sua nuova caratterizzazione architettonica.

Durante il periodo estivo vi sono molte ore in cui la radiazione solare incide direttamente sulle superfici.

Per mitigare gli effetti, che questa radiazione ha attraversando le superfici trasparenti dell'edificio, in termini di abbagliamento e surriscaldamento, è necessario che la radiazione solare sia intercettata prima che colpisca le superfici di contatto con lo spazio interno.

L'elemento principale del progetto per quanto riguarda l'intervento sulla radiazione solare diretta, è caratterizzato dalla realizzazione di una struttura metallica con alette opportunamente orientate lungo l'asse orizzontale, con funzione schermante e riflettente. La configurazione geometrica delle lamelle ed il rivestimento riflettente della faccia superiore hanno la duplice funzione di:

- ✓ proteggere la superficie vetrata dall'irraggiamento solare estivo (abbagliamento);
- ✓ consentire la totale canalizzazione della radiazione solare all'interno per essere successivamente diffuso nella sua componente luminosa;
- ✓ ridurre i fenomeni di surriscaldamento all'interno.

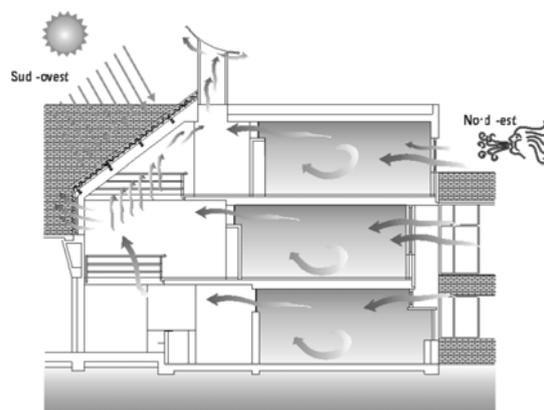


Figura 5: Schema del sistema di ventilazione ed illuminazione naturale