

GIORGIO BEDIN

DICEMBRE ORE 12

ARCHITETTURA SOLARE PASSIVA MANUALE DI PROGETTAZIONE

GIUGNO ORE 12

LUCE CLIMA
LIGHT AND CLIMATE
ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE
COSTRUIRE NATURALE



UN BEL SOGNO
AVVIA QUEL
LUNGO
PERCORSO CHE
CONDUCE
AD UN BRILLANTE FUTURO

GIORGIO BEDIN

ARCHITETTURA SOLARE PASSIVA

MANUALE DI PROGETTAZIONE

PRIMA RISTAMPA
2021.1



Merotto Giuliana Editrice



Con il contributo di

Doriano Brunetta

Chiara Gentili

Enrico Santangelo

Alessandro Venturin

Copyright 2015 – Giorgio Bedin

Via Dalmazia, 36 – 31044 MONTEBELLUNA (TV)

Tel. 0423.1857158 – 348.2306616 – luceclima@live.com

Copyright 2015 – M.G.E. Merotto Giuliana Editrice

Via G. Galilei, 25 – 31044 MONTEBELLUNA (TV)

Tel. 0423.370894 – 320.1143723 – info@marcagioiosa.com



Stampa: Stampatori della Marca s.r.l.

Via Della Borsa, 9 - 31033 CASTELFRANCO VENETO (TV)

Tel. 349.4965899 www.lineagraficatipografia.it

Prima edizione
luglio 2015



UN BEL SOGNO
AVVIA
QUEL LUNGO PERCORSO
CHE
CONDUCE
AD UN BRILLANTE
FUTURO

Ai miei nipoti

David
e
Giovanni



ARCHITETTURA SOLARE PASSIVA

INDICE DEL MANUALE

- 1) **Obiettivi di una costruzione solare**
 - 1.1 I vantaggi
 - 1.2 I limiti
- 2) **Il Clima come elemento di progetto**
- 3) **Gli esempi dalla tradizione**
- 4) **L'impostazione urbana**
 - 4.1 Nuove realizzazioni
 - 4.1.1 Il quartiere ecologico VAUBAN a Friburgo in Germania
 - 4.1.2 Il quartiere ecologico RIESELFELD a Friburgo in Germania
 - 4.1.3 SOLAR CITY a Linz in Austria
 - 4.2 Aree edificate
 - 4.2.1 Aree edificate recenti
 - 4.2.2 Aree edificate storiche
- 5) **L'impostazione architettonica di una costruzione solare**
 - 5.1 La facciata rivolta a Sud
 - 5.1.1 Le superfici trasparenti
 - 5.1.2 Le protezioni solari estive e invernali
 - 5.2 La facciata rivolta a nord
 - 5.2.1 Le superfici trasparenti
 - 5.2.2 Le protezioni dalle intemperie
 - 5.3 Le facciate rivolte ad Est ed Ovest
 - 5.3.1 Le superfici trasparenti
 - 5.3.2 Le protezioni solari estive
 - 5.4 La copertura
- 6) **I criteri costruttivi e le componenti principali di una costruzione solare**
 - 6.1 L'orientamento del fabbricato
 - 6.2 Le superfici opache verticali (muri)
 - 6.2.1 Strutture
 - 6.2.3 Finiture e dettagli costruttivi
 - 6.3 Le superfici opache orizzontali (solai a livello terra, intermedi e di copertura)
 - 6.3.1 Strutture portanti
 - 6.3.2 Coibentazione termica
 - 6.3.3 Finiture
 - 6.4 I ponti termici
 - 6.4.1 Ponti termici orizzontali
 - 6.4.2 Ponti termici verticali
 - 6.4.3 Ponti termici nelle finestre
 - 6.5 Le superfici trasparenti
 - 6.5.1 Telai
 - 6.5.2 Vetri
 - 6.5.3 Aperture di ventilazione e ricambio dell'aria



- 6.6 Le schermature solari
 - 6.6.1 Schermature esterne
 - 6.6.2 Schermature interne
- 7) **Il controllo numerico tramite programma di calcolo specifico del comportamento termico solare invernale**
 - 7.1 I dati di ingresso
 - 7.1.1 I dati climatici
 - 7.1.2 Le superfici trasparenti e le schermature
 - 7.1.3 I dati fisico tecnici e dimensionali del fabbricato
 - 7.2 I risultati del calcolo
 - 7.2.1 Analisi dei consumi e degli apporti solari
 - 7.2.2 Analisi delle temperature interne
 - 7.3 Il rilievo delle reali prestazioni solari
 - 7.3.1 Il rilievo dei consumi
 - 7.3.2 Il rilievo dell'andamento delle temperature interne
- 8) **Gli impianti. Concetto, necessità, importanza e incidenza degli impianti integrativi. Gli effetti della massa strutturale del fabbricato. I pannelli fotovoltaici.**
 - 8.1 Il ricambio dell'aria con recupero di calore
 - 8.1.1 Impianto diffuso con coinvolgimento delle strutture del fabbricato
 - 8.1.2 Impianti puntuali
 - 8.2 Il riscaldamento ambientale
 - 8.2.1 Le pompe di calore aria-aria
 - 8.2.2 Stufe e cucine a legna e pellet
 - 8.2.3 Termoelettrico e termoradiante
 - 8.3 Il raffrescamento ambientale
 - 8.3.1 Ventilazione naturale indotta
 - 8.3.2 Pompe di calore a inverter aria-aria
 - 8.4 L'acqua calda sanitaria
 - 8.4.1 Il solare termico
 - 8.4.2 La caldaia istantanea a gas
 - 8.4.3 La pompa di calore aria-acqua
 - 8.5 La cottura dei cibi
 - 8.5.1 Le cucine a legna
 - 8.5.2 Le cucine a gas tradizionali
 - 8.5.3 Il forno a microonde
 - 8.5.4 Le piastre a induzione
 - 8.6 L'illuminazione artificiale



- 9) **La luce naturale, diretta e indiretta**
 - 9.1 Progettare con la luce naturale
 - 9.1.1 Il Fattore Medio di Luce Diurna (FMLD) misurato per verifica
 - 9.1.2 Il Fattore Medio di Luce Diurna (FMLD) calcolato in fase di progetto
 - 9.2 Controllo della luce solare diretta e indiretta per illuminazione
 - 9.3 La luce naturale ed il benessere
 - 9.4 Le norme di legge
- 10) **I Costi di una costruzione solare**
 - 10.1 Costi di costruzione
 - 10.2 Costi di manutenzione e gestione
 - 10.3 Costi energetici
- 11) **Esempi di progetti e realizzazioni di costruzioni solari passive**
 - 11.1 NUOVA VILLA UNIFAMILIARE SOLARE PASSIVA A ONIGO - TREVISO 1984
 - 11.2 AMPLIAMENTO SOLARE PASSIVO DELLA SCUOLA MEDIA "GIOVANNI XXIII " MONTEBELLUNA TREVISO 2006
 - 11.3 NUOVA SCUOLA MATERNA SOLARE PASSIVA DI CONTEA MONTEBELLUNA TREVISO 2007
 - 11.4 RISTRUTTURAZIONE ENERGETICA SOLARE PASSIVA DI CENTRO CULTURALE MONTEBELLUNA TREVISO 2010
 - 11.5 NUOVA SCUOLA ELEMENTARE SOLARE PASSIVA DI MASER TREVISO 2012
 - 11.6 NUOVA PISCINA SOLARE PASSIVA COPERTA A PONZANO VENETO TREVISO 2012
 - 11.7 LA CASA SOLARE PASSIVA, LUMINOSA, ECONOMICA E CONFORTEVOLE (Abbinata) MONTEBELLUNA TREVISO 2013
- 12) **Le prospettive, le norme e le direttive europee sulle costruzioni future a energia quasi zero**
 - 12.1 LA DIRETTIVA 2010/31/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 19.05.2010
 - 12.2 REGOLAMENTO DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO che modifica il regolamento (CE) n. 663/2009
 - 12.3 DECRETO-LEGGE 4 giugno 2013, n. 63
Disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del 19.05.2010
 - 12.4 DECRETO LEGISLATIVO 311/2006 "Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192,
 - 12.5 PRESTAZIONI ENERGETICHE DEGLI EDIFICI, le nuove norme UNI/TS 11300-1 e 2
- 13) **Conclusioni**



PREFAZIONE

Le prime avvisaglie sulla necessità di adottare diffusi cambiamenti e diversificate modalità nel consumo e nell'uso dell'energia si ebbero alla fine degli anni '80.

La prima crisi energetica diede l'avvio a sperimentazioni ed applicazioni con lo scopo di ottimizzare l'uso dell'energia.

In particolare nell'edilizia, sistemi attivi, sistemi passivi, accumulo, cogenerazione, coibentazione, recuperoecc., ecc., divennero termini e significati che non usciranno più dal lessico degli addetti ai lavori, e non solo.

Purtroppo la fine della crisi energetica di allora, che fu solo temporanea, rallentò, soprattutto nel nostro paese, l'impegno ad approfondire le tematiche sull'uso intelligente dell'energia.

Oggi, fortunatamente, possiamo disporre di studi e realizzazioni che sono stati approfonditi negli ultimi anni, soprattutto all'estero, e possiamo disporre di una gamma di casi studio e realizzazioni che ci permettono di operare delle utili schematizzazioni e quindi di fare scelte consapevoli.

Tecniche ormai ampiamente applicate, e mi riferisco naturalmente e in particolare alle costruzioni, ci permettono di verificare l'efficacia, la semplicità e l'economicità di quelli che all'inizio erano soltanto poco più che concetti, aspirazioni e speranze.

Nel frattempo, l'esigenza di un maggior rispetto per l'ambiente e di una migliore qualità della vita, hanno aggiunto, all'uso intelligente dell'energia, altre applicazioni che riguardano la tipologia e la qualità dei materiali impiegati, introducendo il nuovo termine, ormai di uso comune, di **sostenibilità**.

La diffusione di numerose nuove tecniche sia impiantistiche che costruttive, ha contribuito a creare una vasta offerta di soluzioni al problema della sostenibilità in architettura.

Nelle pagine successive si vuole approfondire un criterio progettuale ed esecutivo del tutto particolare, che segue i primi studi già disponibili negli anni '70 sull'utilizzo dell'irraggiamento solare diretto come fonte di energia termica e luminosa. Il criterio progettuale lo chiameremo **architettura solare passiva**.

Lo sforzo è quello di ottenere il massimo del risparmio energetico, applicare sistemi impiantistici molto semplici, ridurre il fabbisogno di manutenzione, e creare nel contempo ambienti luminosi e confortevoli dal punto di vista climatico.

Alcune realizzazioni pratiche possono fortunatamente confermare la validità del metodo progettuale proposto ed i risultati ottenuti partendo dagli obiettivi prefissati.

Ambiente, tecnica costruttiva, geometria, qualità esecutiva possono essere tutte finalizzate ad ottenere un ottimo risultato di **architettura solare passiva**.

Le direttive europee, inoltre, conducono verso metodologie progettuali e costruttive che sono in gran parte contenute nel metodo presentato in questo manuale.

Giorgio Bedin
www.archilovers.com/giorgio-bedin/



1



Obiettivi
di una
costruzione
solare passiva



1) **Obiettivi di una costruzione solare passiva**

Molte sono le tecniche conosciute di captazione dell'energia solare, e spesso si confonde una costruzione solare con un fabbricato dotato dei più disparati sistemi di captazione e accumulo dell'energia solare prima e poi per la successiva distribuzione e impiego, dell'energia termica o elettrica prodotte.

Raramente però si fa riferimento alla possibilità di captare l'energia solare diretta (i raggi solari), consentendo ai raggi solari, semplicemente, di attraversare i vetri delle finestre.

La capacità che hanno i vetri di far passare la luce solare ma di non farsi attraversare facilmente dal calore, fenomeno conosciuto come effetto serra, ci permette di considerare un fabbricato dotato di ampie vetrate esposte correttamente al sole come un sistema solare passivo, e cioè un sistema in grado di utilizzare l'energia solare senza necessità di installare complicati impianti.

Ovviamente sono necessari diversi accorgimenti per avere la massima esposizione al sole delle finestre in inverno, ed una efficace schermatura delle finestre stesse in estate. Necessario anche dotare il fabbricato di una efficace coibentazione termica al fine di non lasciar sfuggire il poco calore che in inverno le finestre sono in grado di captare.

Non basta, il calore solare entrato nella costruzione dovrà essere adeguatamente accumulato per poter esplicare la sua azione nel tempo.

In questo senso, un efficace sistema è quello di costruire pareti e strutture portanti del fabbricato piuttosto "pesanti", che siano in grado quindi, esse stesse, di accumulare il calore in accesso quando disponibile.

Ma è necessario anche garantire un sufficiente ricambio dell'aria interna per poter disporre di locali salubri e quindi prevedere un sistema di recupero del calore che verrebbe perso con l'espulsione dell'aria viziata.

E, non da ultimo, i locali devono poter disporre di una sufficiente luminosità naturale per poter fornire un ambiente igienico e salutare.

La conseguenza della combinazione ottimale degli aspetti progettuali descritti, rapportata ovviamente alle condizioni climatiche esterne del luogo, è quella di disporre di un fabbricato di elevata qualità costruttiva e abitativa, di grande durata, di semplice manutenzione e di bassissimi costi energetici.

L'uso eventuale di materiali di costruzione eco e bio compatibili, poi ne farebbe un fabbricato anche molto e ulteriormente rispettoso dell'ambiente esterno e della salute degli occupanti.



*Fig. 1 - Esposizione invernale di una facciata Sud.
Dotare la facciata Sud di un edificio di ampie superfici vetrate, è il primo passo per ottenere una costruzione solare passiva.*



1.1 I vantaggi

Una progettazione molto accurata ed una esecuzione altrettanto accurata, al fine di raggiungere i non facili obiettivi descritti al punto precedente, conducono inevitabilmente ad ottenere un edificio di qualità. I vantaggi sono quelli già descritti che oltre al bassissimo consumo di energia termica ed elettrica conducono ad ottenere locali di ottima vivibilità.

La corretta composizione architettonica finalizzata sia all'utilizzo delle energie in modo prevalentemente passivo, soprattutto solari, sia alla protezione dagli effetti negativi del clima, concorre certamente a ridurre di molto le necessità di manutenzione. Il degrado delle strutture, delle finiture e degli impianti viene di molto ridotto proprio in conseguenza di una corretta progettazione ambientale.

La combinazione di utilizzo del calore solare diretto, in concomitanza con la grande luminosità dei locali, nella stagione invernale è una peculiarità tipica difficilmente ottenibile con una diversa progettazione. In estate, inoltre, l'ottenimento di locali ombreggiati naturalmente e contemporaneamente luminosi e freschi è una combinazione che si può ottenere solo con queste modalità progettuali e costruttive.

Si abita la casa consapevole del legame importante della stessa con le condizioni esterne per altro inscindibili dalla casa medesima come lo sono, per esempio, gli elementi paesaggistici che si possono apprezzare osservando attraverso le grandi vetrate

1.2 I limiti

La forma architettonica che si ottiene, è inevitabilmente condizionata dal percorso del sole sia estivo che invernale e dalla direzione dei venti dominanti. L'applicazione di sistemi di controllo della radiazione solare diretta sulle superfici vetrate, diventa una caratteristica di queste costruzioni. La necessità di protezione dai venti dominanti condiziona la forma della copertura e pareti soggette ai medesimi.

Il legame tra il fabbricato e le condizioni climatiche del luogo citate, quindi potrebbe essere visto come un'imposizione di vincoli sulla forma architettonica che dovrà assumere il fabbricato.

Cosa che normalmente si vorrebbe libera da condizionamenti. L'impegno di progettazione è sicuramente più elevato in quanto il fabbricato deve essere concepito fin dall'inizio come un organismo unico, nel quale architettura, strutture, clima esterno, condizioni di benessere interne, impiego dei materiali da costruzione, impianti integrativi, costi di costruzione, modalità costruttive, ecc. devono sfociare in una inevitabile sintesi. Una progettazione "olistica" quindi che non sempre si è in grado di affrontare e portare a compimento con risultati ottimali.

Il condizionamento urbano o geografico esistente o entrambi, possono condurre a risultati non ottimali rispetto agli obiettivi prefissati, per cui anche un'accurata progettazione e realizzazione possono alla fine non dare i risultati di qualità sperati.

Le modifiche future eventualmente necessarie al fabbricato, devono comunque tener conto di tutte le regole costruttive adottate, pena la perdita o la riduzione drastica dei caratteri bioclimatici solari del fabbricato.

I criteri di gestione del fabbricato, anche se molto semplificati e intuitivi, esulano dalla "forma mentis" comune e diffusa. E' necessario farsi una nuova cultura di gestione che parta dalla comprensione del funzionamento del fabbricato e non si affidi alla sola regolazione automatica cui ormai siamo abituati.



2



Il Clima
come elemento
di progetto



2) Il Clima come elemento di progetto

Un tempo, le condizioni climatiche e di sicurezza del luogo in cui doveva essere eretta una casa o collocato un insediamento urbano erano attentamente valutate.

Le condizioni di benessere delle abitazioni dipendevano in modo essenziale dalla capacità che aveva la casa di utilizzare i vantaggi climatici offerti dal luogo scelto e di proteggersi dagli effetti negativi cui il luogo medesimo era soggetto.

I materiali da costruzione disponibili, non erano numerosi come oggi, e di essi i costruttori conoscevano i pregi ed i difetti.

Inoltre, dovevano contare sull'uso quasi obbligato di materiali locali per le difficoltà di trasporto a lungo raggio delle materie prime da costruzione.

Per di più, i metodi di correzione di eventuali stati di non benessere erano limitati e complicati.

Ecco allora la necessità, a volte vitale, di costruire ripari che fossero in grado di modificare favorevolmente il clima esterno per creare un microclima interno il più possibile gradevole.

La caverna naturale, come primo alloggio di emergenza, era già in grado di correggere le temperature esterne, per esempio, temperando le alte temperature estive e le basse temperature invernali oltre a riparare dalla pioggia.

Ma la luminosità, e quindi l'igiene della caverna erano troppo scarse, l'umidità di solito eccessiva, il ricambio d'aria o esagerato per le caverne alte o troppo ridotto per le caverne basse.



Fig. 1 - La facciata Sud di una casa agricola con il porticato laterale e le piantumazioni di ombreggiamento estivo.

questi fabbricati.

Essi, infatti, per poter godere degli effetti positivi del sole, hanno normalmente la facciata principale con le relative finestre, rivolta a Sud Sud-Est.

I porticati di servizio all'attività agricola sono collegati ai locali di residenza ma posti di lato come le stalle ed i fienili, questo per non ridurre i preziosi apporti solari sulla facciata principale della casa.

La correzione dell'eccessivo irraggiamento solare estivo è ottenuto mediante la piantumazione di essenze arboree a foglie caduche.

Le prime costruzioni dell'uomo, eseguite con materiali reperiti in loco, cercavano di correggere gli aspetti negativi del clima.

Arrivando ai giorni nostri e osservando le costruzioni delle nostre aree della pedemontana e della pianura veneta, si notano ancora costruzioni eseguite con materiali locali semplici, sassi e malta o mattoni di argilla cotta e malta per le murature e legno per i solai.

Ma quello che le accomuna tutte e che è maggiormente di nostro interesse, è l'architettura di



Esse, messe a dimora sul cortile anteriore della casa proteggevano dal caldo eccessivo in estate, ma non ostacolavano il gradito irraggiamento solare invernale.

Il degrado maggiore della casa dovuto al clima, riguarda le facciate poste ad Est, ad Ovest e soprattutto a Nord per effetto dei venti dominanti, che lungo quelle direzioni convogliano le piogge battenti.

Il controllo degli effetti del clima era, in quelle costruzioni, affidato alle conoscenze



storiche e alla “cultura” dei costruttori.

Le costruzioni “moderne”, invece potendo disporre di sistemi di regolazione

Fig. 2 - Le facciate Est e Nord di una casa agricola visibilmente degradate.

delle condizioni climatiche interne “evolutive”, non sono più caratterizzate da una architettura attenta al clima esterno.

Svincolate dai fattori climatici per intervento soprattutto di impianti sempre più complessi ed energivori, le recenti costruzioni hanno accumulato grandi quantità di lacune progettuali e costruttive.

A queste lacune, la cui correzione diventa sempre più difficile e dispendiosa, si cerca di porre rimedio aumentando l’isolamento termico e installando schermature solari, senza però intervenire sull’architettura già dall’origine, come suggerito dalle più sopra citate costruzioni rurali.

Il controllo degli effetti del clima, siano essi favorevoli o penalizzanti richiede però di quantificare i parametri caratterizzanti il clima stesso in modo da poterli utilizzare per ottimizzarne gli effetti sul fabbricato.

Molti dati climatici sono necessari per una corretta progettazione solare, essi dovranno essere reperiti con misure continue nel tempo.

Non da ultimo è di fondamentale importanza l’impostazione urbanistica di un insediamento, in quanto le condizioni climatiche sono favorevolmente utilizzabili solo se i fabbricati stessi non si ostacolano a vicenda, soprattutto per quanto riguarda il guadagno solare diretto, ma anche per evitare la formazione di importanti canali d’aria fredda.



3



Gli esempi dalla tradizione



3) Gli esempi dalla tradizione

Come accennato anche nel paragrafo precedente, molto efficaci in quanto facilmente “leggibili”, sono i caratteri architettonici delle costruzioni tradizionali, perché di architettura si tratta, anche se riguarda costruzioni molto semplici. Per tradizionali mi riferisco alle nostre costruzioni realizzate prima del boom edilizio del dopoguerra, soprattutto quelle erette nelle aree aperte di campagna.

Per evitare facile enfasi nel descrivere questi esempi, bisogna tenere ben presente quali erano i materiali, le tecniche costruttive, le tecnologie disponibili e le condizioni di mercato della manodopera di allora. La conoscenza di questi parametri si rivelerà utile anche quando affronteremo le costruzioni solari contemporanee.

Il calcestruzzo armato era molto costoso sia come materiale che come modalità di lavorazione. Per le strutture orizzontali e per le coperture veniva allora impiegato solamente o prevalentemente il legno, sia come travi che come pavimentazione.

I mattoni di terracotta o le pietre squadrate, tutti molto costosi, venivano impiegati soprattutto per le riquadrature dei fori o per i cantonali delle murature.

Ogni area disponeva invece di elementi naturali tipici, sassi di fiume, conglomerato puddinga, rocce stratificate, ecc. che mediante semplici lavorazioni, ma con impiego di parecchia manodopera anche se non specializzata, che allora costava poco, potevano essere ben impiegati per la confezione delle murature.

La malta di calce spenta e sabbia, poi, era composta da materie prime a basso costo e di facile lavorazione.

Il manto di copertura non poteva che essere eseguito in coppi di argilla lavorati a mano e cotti ad alta temperatura.

I risultati funzionali ed estetici potevano limitarsi a impianti distributivi molto semplici e finiture lasciate prevalentemente al grezzo (muri a faccia vista e legname al naturale), o nel caso di maggiori disponibilità economiche, venivano aggiunti corpi di rappresentanza e le finiture venivano portate ad una maggiore definizione, con applicazione di intonaci, decorazioni, cornici, ecc.

Quello che non veniva certamente sottovalutato era l'orientamento del fabbricato. Forse stato esso una casa agricola con relativi annessi, una villa padronale, o una scuola, esso vedeva precise scelte distributive dei locali e orientamento del fabbricato, legati al percorso del sole.

E' evidente che veniva cercato il massimo benessere gratuito che la relazione tra le condizioni climatiche e le modalità costruttive avrebbero potuto offrire. La scarsa possibilità e le difficoltà di modificare le condizioni di benessere interne spingevano a massimizzare lo sfruttamento degli apporti naturali. La luce ed il calore solare lasciati penetrare nei vani principali, erano una ricchezza cui non si poteva e non aveva senso rinunciare.

Ovviamente le tecniche costruttive dei muri, dei solai e delle finestre non erano certamente tali da poter massimizzare gli effetti positivi del sole.

Le grosse murature di pietra portavano benessere in estate raffrescando, ma non evitavano il formarsi di condensa sulle superfici interne dei locali riscaldati in inverno.

I solai in legno, non sigillavano bene la movimentazione dell'aria interna, e la loro lomitata massa non contribuiva significativamente all'accumulo del calore quando in eccesso.



I serramenti collocati su fori che non potevano essere troppo grandi, non permettevano un grande guadagno di luce e calore solare, e i vetri singoli e di limitato spessore su di essi installati, non proteggevano né dal caldo estivo eccessivo né dal freddo invernale.

Nonostante tutto i costruttori di allora non rinunciavano a considerare come fondamentali gli effetti positivi della luce solare nelle loro opere.



Fig. 3 - Sulla facciata principale orientata perfettamente a Sud, questa ex scuola elementare espone le aule e le finestre

Fig. 4 - Sulla facciata orientata perfettamente a Nord, la ex scuola elementare di Fig. 3 espone solo piccole finestre e aggiunge una loggia di protezione.



Fig. 6 - Sulla facciata orientata perfettamente a Nord, la ex scuola elementare di Fig. 5 espone solo piccole aperture e le tre finestre necessarie per poter illuminare correttamente il salone centrale

Fig. 5 - Sulla facciata orientata perfettamente a Sud, questa ex scuola elementare espone le due aule ed il salone centrale al piano terra e tutte le stanze principali dell'alloggio posto al piano primo e su ciascun vano le relative finestre.





4

L'impostazione alla scala urbana



4) L'impostazione alla scala urbana

Ai fini di questo corso appare ovvio come la forma urbana dell'insediamento di più edifici non possa essere casuale.

Le costruzioni solari di cui ci occupiamo e alle quali chiediamo alta efficienza termica e luminosa, non possono prescindere dalla disponibilità della luce solare diretta che le colpiscono.

Il percorso che il sole disegna sul cielo su ogni area della Terra, si ripete ogni anno sempre uguale, ed una corretta geometria urbana è in grado di garantire una sufficiente insolazione a tutti gli edifici. Nell'area possono trovare posto fabbricati in grado di aver un basso consumo energetico senza necessitare dell'irraggiamento solare diretto, ma il loro clima interno potrà raggiungere un buon livello di accettabilità solo grazie a complessi e costosi impianti tecnologici.

Le costruzioni solari possono essere edifici isolati comprese le singole abitazioni, sia case a schiera, sia edifici con più appartamenti e a più piani. Ma devono poter contare su una grande superficie interessata dall'irraggiamento solare diretto, soprattutto invernale.

Sarebbe anche inconcepibile che una costruzione solare non potesse godere nell'intorno di condizioni ambientali incontaminate. Una costruzione solare ben progettata non produce nessuna alterazione dell'ambiente esterno in cui viene inserita, per cui essa stessa ha diritto di poter godere di condizioni esterne il più possibile naturali.

I suoni, la purezza dell'aria, i profumi, la sensazione di sicurezza, l'integrazione con la natura, la facilità di accesso e di movimento, la correzione del microclima, la presenza di spazi verdi, la presenza di piccoli animali selvatici, l'igiene ambientale, ecc. sono tutti elementi, naturali, fisici, urbanistici e architettonici che dipendono da una corretta impostazione e progettazione urbana.

4.1 Nuove realizzazioni

Nello studio di recenti realizzazioni urbane che si rifanno alle considerazioni espresse al punto precedente bisogna far riferimento ad esempi e realizzazioni straniere. Germania ed Austria offrono alcuni esempi interessanti.

4.1.1 Il quartiere ecologico VAUBAN a Friburgo in Germania

Costruito nell'area di una storica caserma francese di oltre 300.000 mq, il quartiere Vauban possiede caratteri altamente ecologici soprattutto per quanto riguarda l'impostazione urbanistica e la mobilità. Oltre alla qualità energetica e luminosa dei fabbricati.

Ormai completamente saturato, in esso sono insediati circa 5000 abitanti soprattutto entro fabbricati plurifamiliari, ma non mancano bei esempi di case abbinate di tipo passivo.

Ci sono alcune piccole attività artigianali e di ristorazione, ultimamente è stato costruito un importante hotel ecologico all'ingresso del Villaggio. Nel quartiere ci sono scuole una palestra ed un grande fabbricato ad uso parcheggio multipiano.

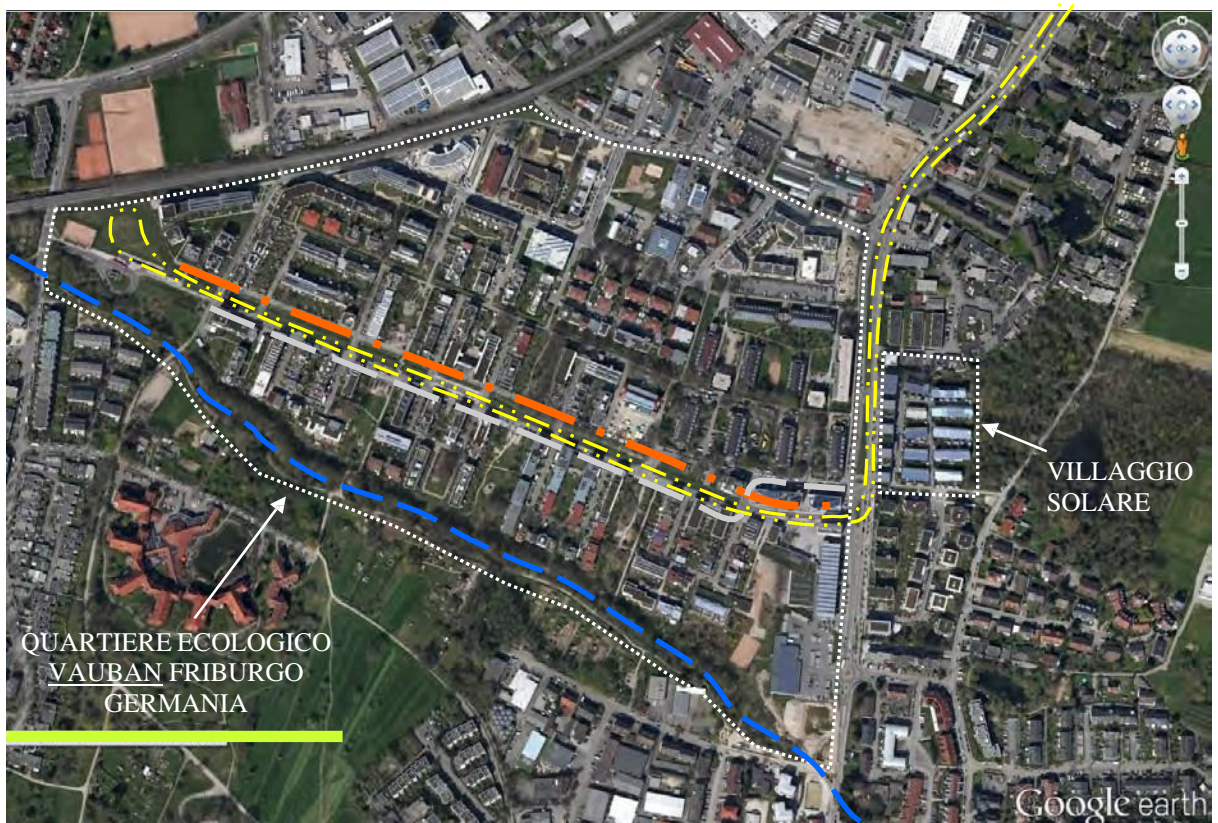


Fig. 7 - La spina dorsale del quartiere Vauban è costituita dalla linea del tram (gialla), da una parallela strada carrabile (grigio), da un grande percorso ciclopedonale anch'esso parallelo (arancione) e dalla rinaturalizzazione di un torrente che scorre lungo tutto il lato Sud del quartiere (celeste).

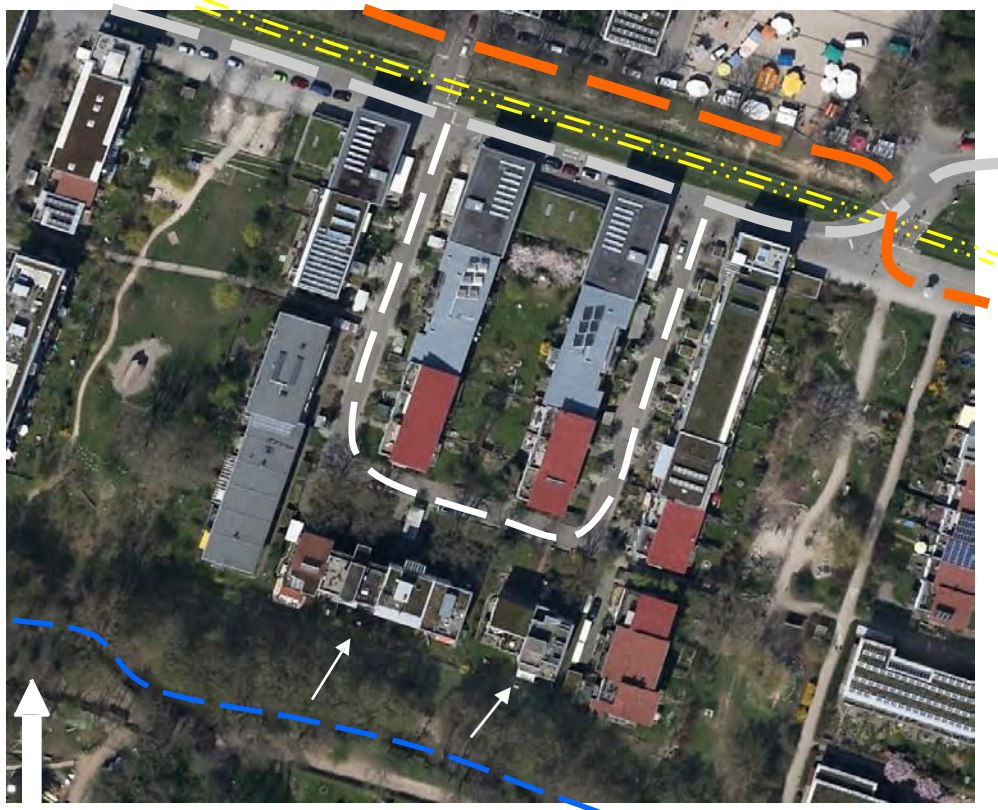


Fig. 8 - In questa tipica isola residenziale del quartiere, è tratteggiato in bianco il percorso, anche carrabile, dove però la sosta delle auto è vietata esso è un'area a gioco a stretto contatto con gli alloggi. I pannelli solari collocati sui tetti dei condomini rivelano l'orientamento dei fabbricati. Le case passive sono indicate dalle frecce bianche.

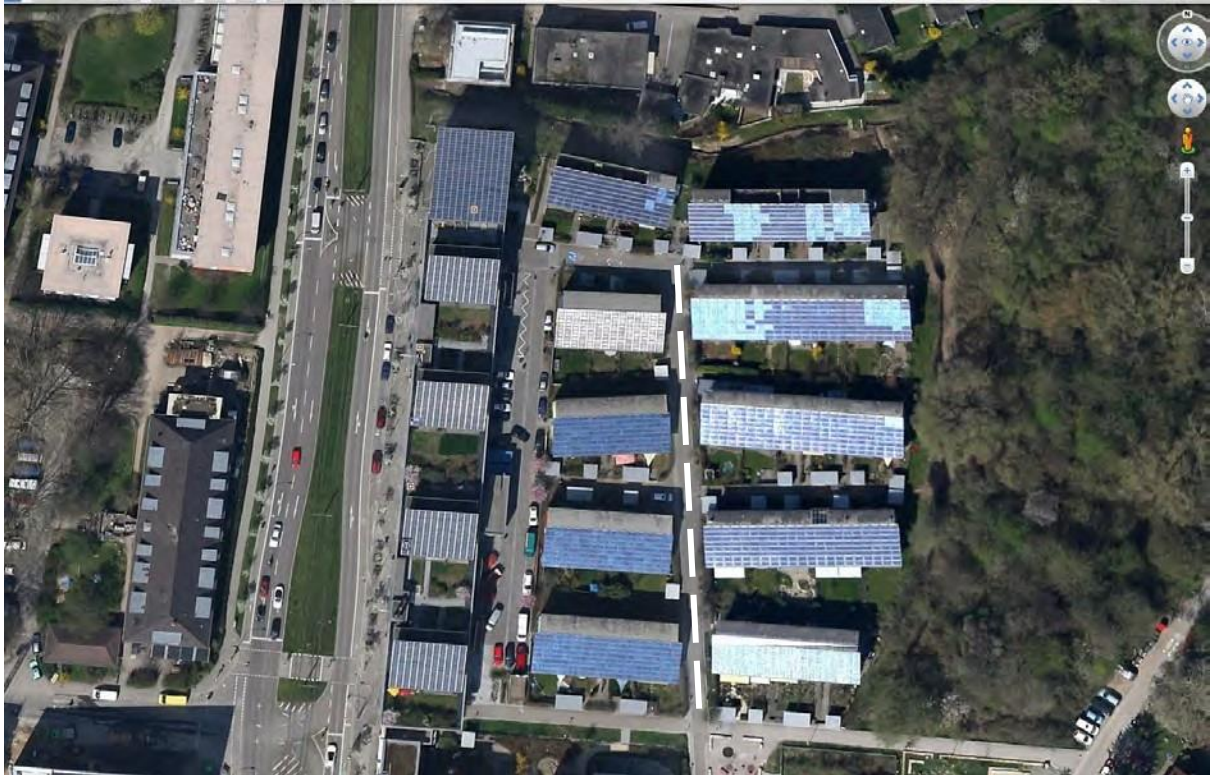


Fig. 9 - Il villaggio solare sorto presso Vauban ospita case a schiera che producono più energia di quella che consumano. L'orientamento a sud delle facciate principali degli alloggi, è una delle caratteristiche principali del villaggio. L'asse centrale ciclopedonale (tratteggiato in bianco) è un'altra caratteristica ecologica del villaggio.



Fig. 10 - Nel largo percorso riservato ai pedoni che attraversa tutto il quartiere Vauban, le biciclette sono ammesse, ma la precedenza è dei pedoni. Sono rimasti, allineati al percorso pedonale, gli alberi secolari risparmiati dalla trasformazione dell'area della grande caserma..



Fig. 11 - Le aree dalle quali si può accedere ai fabbricati in bicicletta, sono dedicate ai giochi dei bambini. L'accesso con le auto è concesso solo per lo scarico con soste brevi. Il parcheggio delle auto è costituito da un fabbricato a più piani posizionato all'ingresso del quartiere. Poche ulteriori aree parcheggio sono collocate lungo l'asse principale.



Fig. 12 - Molto significativo in questa foto il collegamento tra ambiente naturale incontaminato, nello sfondo, il verde attrezzato in primo piano e le costruzioni ecologiche che in essi si fondono. La mancanza di recinzioni, il verde che lambisce le pareti dei fabbricati, i percorsi pedonali, se letti assieme alle piacevoli sensazioni fisiche dell'ambiente, confermano che gli edifici "intelligenti", possono convivere con la natura ed inserirsi in essa quasi arricchendola. L'equilibrio tra natura e architettura è allora possibile, ma le scelte urbanistiche devono essere chiare e vanno tradotte senza indugio in esecuzioni esemplari e sempre più diffuse, da cui non si potrà più prescindere.



Fig. 13 - Le sensazioni di sicurezza, tranquillità, pulizia, armonia, umiltà, chiarezza, semplicità, che si provano nel muoversi entro queste aree urbane e naturali assieme dipendono fortemente dalle scelte urbanistiche e architettoniche visibili e non visibili. Il quartiere Vauban è una specie di condominio urbano dove i residenti al momento dell'acquisto di un alloggio, si impegnano a rispettare il regolamento di quartiere. Per ottenere determinati risultati è necessario darsi delle regole e saper accettare qualche rinuncia.



Fig. 14- Le case passive collocate lungo il torrente hanno il privilegio di poter immergersi completamente nel verde e di avere la parete principale rivolta a Sud. In esse i valori di consumo energetico sono molto bassi. Elevata e coerente col percorso del sole è la luminosità naturale. Modalità costruttive particolari e accentuando anche la dimensione delle superfici vetrate esposte a Sud, può condurre a soluzioni ancora migliori dal punto di vista energetico, luminoso e del comfort interno.



Fig. 15 - 16 Le costruzioni del Villaggio solare sono ben orientate, confidano molto nel rendimento dei numerosi pannelli fotovoltaici in copertura, e sembrano sfruttare il guadagno solare diretto.



Fig. 17- Anche nel Villaggio solare le aree esterne sono dedicate ai pedoni e ai ciclisti, rispecchiando alcune caratteristiche del vicino quartiere Vauban.

4.1.2 Il quartiere ecologico RIESELFELD a Friburgo in Germania

Costruito su una superficie di 70 ettari presso una grande riserva naturale di 250 ettari a disposizione dei residenti, il quartiere RIESELFELD a Friburgo è un secondo esempio di come di possano e si debbano impostare gli interventi urbanistici affinché diventi possibile raggiungere risultati di sostenibilità negli insediamenti umani.

Anch'esso ormai completamente saturato, ospita circa 12000 abitanti soprattutto entro grandi fabbricati plurifamiliari, ma non mancano, anche in questo caso, bei esempi di case abbinare di tipo passivo.

In esso ci sono alcune piccole attività, commerciali, artigianali e di ristorazione, e numerose scuole, una grande palestra, una biblioteca ed un centro religioso. L'asse portante è la linea del tram che qui è accompagnata dalla strada principale di penetrazione la Rieselfeldallee. A Rieselfeld le strade sono tutte Zona 30, e su di esse possono transitare le automobili per accedere ai parcheggi, dislocati lungo le strade stesse o collocati sotto ai condomini o presso di essi. I pedoni ed i ciclisti hanno la precedenza nella mobilità interna al quartiere. Il grande parco che si estende ad Ovest del centro abitato ospita boschi di antico impianto, aree coltivate ed una rete di sentieri ciclopedonali. Raggiungendo l'autostrada ad Ovest e sottopassandola, si raggiungono subito due grandi laghi artificiali.



Fig. 18 - La parte urbanizzata di Rieselfeld è solo il 22% dell'intera area a disposizione, il restante 78% costituisce una grande riserva naturale, la più grande delle Germania.

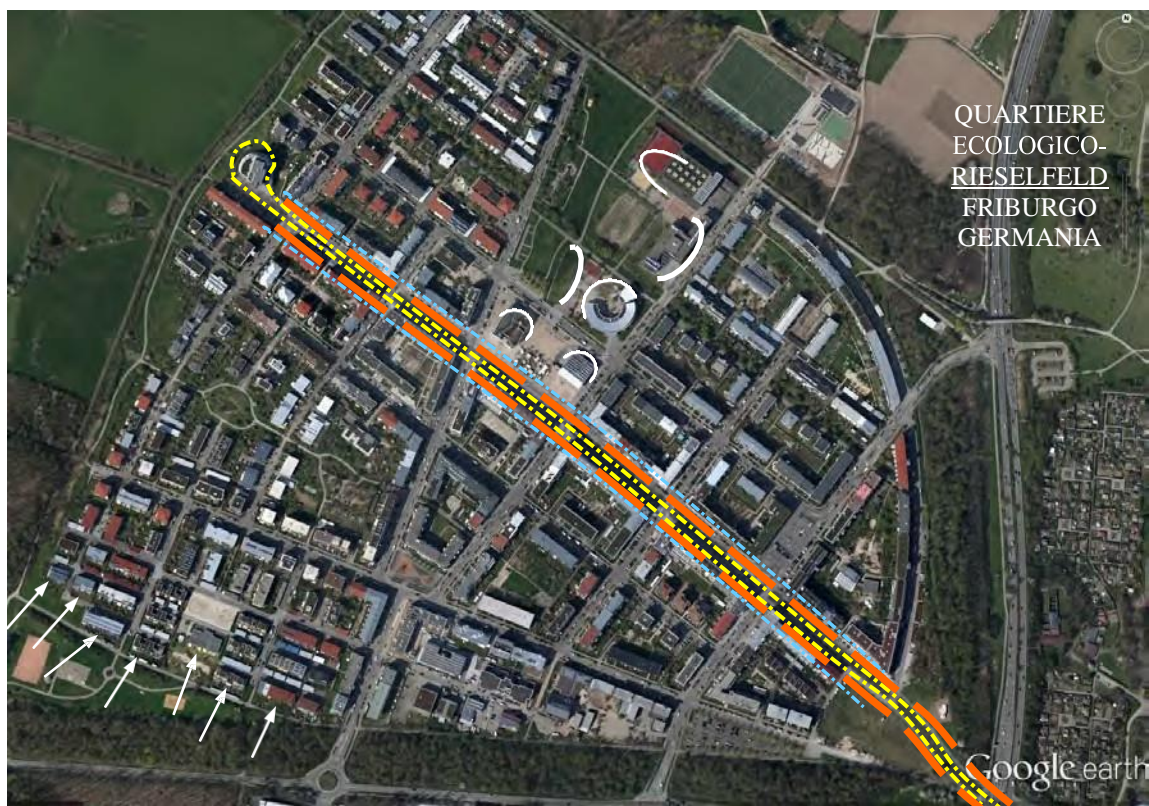


Fig. 19 - Nel quartiere si notano le scuole principali, la palestra, la biblioteca, la chiesa e il tracciato del tram (in giallo). Parallela al tracciato del tram, è ricavata anche la strada principale di penetrazione (in arancio) ed il principale percorso ciclopedonale (in celeste). Lungo il lato sud sono collocate le case passive indicate con le frecce bianche.



Fig. 20 - Si notano i caratteri marcatamente solari della biblioteca in primo piano e della scuola media retrostante. Meno caratterizzati dal punto di vista "solare" i vicini fabbricati residenziali. La presenza delle auto parcheggiate lungo le strade fa sembrare Rieselfeld più simile alle urbanizzazioni "tradizionali", senza caratteri di sostenibilità, ma il criterio delle precedenze e la bassa velocità dei veicoli (30km/h), facilità enormemente la mobilità, restituendo al quartiere una forte dimensione naturale.



Fig. 21 - Grandi condomini a risparmio energetico sorgono ai lati dalla strada principale parallela alla linea del tram. Per ridurre i costi di costruzione è stata scelta una elevata densità edilizia. Sul fondo della via inizia la grande riserva naturale.



Fig. 22 - Questa scuola elementare dimostra chiaramente i caratteri tipici di un fabbricato solare. Le grandi finestre ricavate sulla facciata Sud sfruttano il guadagno solare diretto e danno molta luminosità. I frangisole sopra le finestre riducono l'insolazione durante i mesi più caldi.



Fig. 23 - Molto interessante la soluzione adottata per la parete Sud di questo edificio, dove sono state ricavate delle logge con doppia vetrata. Serre solari vivibili in inverno, con funzione di guadagno solare utile anche per l'alloggio retrostante. La vetrata esterna aperta in estate lascia in ombra tutta la superficie interna. La vetrata esterna chiusa in inverno permette di utilizzare la loggia, ma anche di aprire completamente la vetrata interna e lasciar passare tutta la luce solare fino all'ambiente interno. A mio avviso le veneziane se collocate internamente avrebbero consentito di deviare i bassi e abbaglianti raggi solari senza perdere gli apporti solari termici. Sembra evidente che i residenti apprezzino il fatto che la luce solare diretta entri in profondità negli alloggi in inverno, anche se proveniente da posizioni del sole molto vicine all'orizzonte.



Fig. 24 - Lungo il lato sud del quartiere sono state collocate schiere di case passive. Le loro architetture non denotano particolari caratteristiche riferite all'utilizzo del guadagno solare diretto. Spesso costruite con strutture in legno, esse potrebbero avere difficoltà nel controllo della temperatura interna se non vengono dotate di una notevole massa. Il non poter contare sul guadagno solare diretto, impone però la necessità di utilizzare numerosi impianti spesso complicati.

4.1.3 SOLAR CITY a Linz in Austria

La realizzazione di questo villaggio di oltre 3000 abitanti, vede impegnati i maggiori Studi di progettazione nel campo della sostenibilità. I criteri generali sono però stati studiati ed elaborati da tecnici del luogo. Essi affrontarono molte problematiche, sociali, economiche, commerciali, programmatiche, ecc. oltre a quelle energetiche e della qualità della vita.

L'intervento doveva essere il primo di sette, tutti delle stesse dimensioni, per rispondere alle pressanti richieste di alloggi che la Città di Linz non poteva soddisfare entro i propri confini. A 15 minuti di tram dal centro di Linz, le autorità prevedero allora di creare una serie di interventi simili, atti ad ospitare nel complesso fino a oltre 200000 abitanti.

In questo esempio la forma urbana appare subito inequivocabile. Il disegno complessivo, non condizionato da preesistenze che non fossero solo di carattere naturale, poteva adottare tutte le iniziative atte a creare un tessuto urbano di qualità e insediamenti architettonici ben ancorati ai criteri della sostenibilità. Adagiato sulla linea del tram che lo attraversa assieme alla strada principale dividendolo a metà, il quartiere ospita diversi esempi di edifici quasi sempre "solari" che raggiungono consumi molto bassi. Se a Vauban e a Rieselfeld i valori dei consumi si attestavano mediamente sui 70 kWh/mq anno a Solar City tali valori sono in media la metà. I bassi consumi raggiunti consentirono di non realizzare impianti di riscaldamento, ma di poter utilizzare la rete di teleriscaldamento già esistente nell'area.

Un dato interessante, è quello che rivela che i consumi minori sono stati forniti dagli edifici dotati di una massa importante (25-29 kWh/mq anno), mentre i consumi maggiori sono forniti da quelli costruiti con strutture leggere in legno e metallo (40-45 kWh/mq anno).



Fig. 25 - Nella planimetria sono indicati i sette quartieri previsti dal master plan dei quali, quello in rosso, il primo ed unico realizzato, è chiamato Solar City. Nel complesso il master plan prevedeva di insediare oltre 20000 abitanti. Solar City ospita circa 3000 abitanti oltre a scuole ed altri importanti edifici pubblici.



Fig. 26 - Il cuore del quartiere è formato dalla piazza del mercato, da alcuni edifici pubblici e altri a carattere commerciale e direzionale. Immerse nel verde ci sono una grande scuola superiore con relativa palestra seminterrata e la scuola materna. La linea del tram attraversa completamente il quartiere il quartiere passando per il cuore del medesimo, assieme alla strada principale. I quadranti residenziali sono caratterizzati da costruzioni che nella maggior parte hanno la facciata principale orientata prevalentemente a Sud. Si tratta di case a schiera o blocchi di appartamenti, tutti immersi nel verde e serviti da una diffusa rete ciclopedonale. Le auto raggiungono tutti gli alloggi tramite percorsi interrati. Come sono interrati pure tutti i parcheggi.



Fig. 27 - Nella planimetria sono indicati i percorsi del tram (in giallo) e dei veicoli (in arancio). Gli edifici commerciali, direzionali e pubblici compongono e si affacciano a loro volta sulla piazza centrale, attraversata dalle linee del tram e dalle auto e dove si svolge anche il mercato.



Fig. 28-29-30-31 - La piazza centrale con la strada di attraversamento è elegantemente arredata anche con coperture protettive. I percorsi ciclopedonali diffusi e di qualità consentono una ottimale fruibilità degli spazi urbani in completa sicurezza. Ampie aree a verde si frappongono tra gli edifici solari.



Fig. 32 – Tutti gli edifici costruiti hanno un carattere altamente “solare”, e tra di essi, quelli con struttura portante e di tamponamento pesanti hanno dato le migliori prestazioni energetiche.



Fig. 33 – Tra tutti gli edifici, quelli costruiti e tamponati con elementi leggeri in legno e metallo, hanno dato le prestazioni energetiche inferiori. Inoltre, le facciate in legno esposte alle intemperie provenienti da Nord, cominciano a mostrare segni di degrado..



Fig. 34 a – I pochi edifici con esposizione delle finestre ad Est e ad Ovest si devono proteggere in estate dall’irraggiamento solare mattutino e pomeridiano. Gli inquilini devono ricorrere a schermature esterne mobili anche posticce per proteggere gli alloggi e i terrazzini dall’irraggiamento eccessivo. Sulle facciate esposte ad Est ed ad Ovest gli effetti negativi della luce solare diretta sono difficilmente controllabili. Pochi sono i vantaggi dovuti all’irraggiamento solare diretto invernale.



Fig. 34 b – La grande luminosità dei locali ottenibile con una corretta progettazione urbana solare, spesso viene ridotta con soluzioni architettoniche degli edifici alquanto discutibili, come i frangisole orizzontali posti sulle facciate Est ed Ovest di questa scuola. Oltre a rendere difficile il controllo degli effetti indesiderati della luce solare diretta sulle vetrate, al soluzione architettonica riportata impedisce la visione dell'atmosfera abbattendo la luminosità naturale utile e creando l'effetto galleria sui locali interni. La conseguenza è ricorrere alla luce artificiale interna dopo essersi difesi dalla forte luce naturale entrante in direzione indesiderata!



Fig. 35 – La protezione dalle intemperie dei percorsi aerei di collegamento tra unità residenziali a più piani, consente una migliore fruibilità degli alloggi.

Fig. 36 - La costruzione di grandi volumi parzialmente interrati come la palestra in figura, riduce l'impatto esterno dei medesimi, protegge da inutili dispersioni termiche, riduce la necessità di manutenzione delle mura-ture, consente di collegare gli edifici direttamente dall'interrato, il tutto senza perdere in luminosità.



4.2 Aree edificate

4.2.1 Aree edificate recenti

Per aree edificate recenti faccio riferimento a tutti i grandi e piccoli interventi urbanistici sorti dal dopoguerra fino ai giorni nostri. Oltre sessant'anni di sviluppi urbanistici cresciuti secondo principi facilmente leggibili. Un impianto di tipo razionalista, basato su standard urbanistici più o meno permissivi e condizionato dalle norme del codice civile, da necessità di contenimento dei costi e sulla spinta di un'emergenza abitativa impellente.

Lo sviluppo della tecnologia parallelo alla crescita urbanistica, permetteva l'adozione di qualsiasi soluzione architettonica, che poteva quindi essere completamente slegata dalle condizioni ambientali, climatiche e di orientamento dei fabbricati.

Gli impianti di riscaldamento si svilupparono dapprima in maniera sconsiderata dato anche il basso costo del combustibile, e successivamente furono sempre più affinati per far fronte alla sempre più scarsa disponibilità di fonti di energia primaria.

L'orientamento dei fabbricati, ai fini dello sfruttamento dell'energia solare diretta, non è stato mai preso in considerazione se non come elemento di valutazione economica dell'alloggio, non certamente per ragioni energetiche e di soddisfacimento della quantità minima di luce naturale.

È difficile, quindi, intervenire su tali aree urbanizzate senza ipotizzarne un radicale intervento di riprogettazione urbana. Eventuali ipotesi di riqualificazione energetica a dimensione urbana potrebbero seguire il filone del risparmio energetico mediante riconversione strutturale ed energetica degli edifici e rinnovo completo dell'impiantistica.

Non potrebbero in questo modo però condurre a soluzioni "solari", così come ipotizzato nei paragrafi precedenti ed in quelli successivi che vedremo, anche a scala urbana.

Infatti si avrebbero edifici più efficienti dal punto di vista energetico, ma le complicazioni impiantistiche per ottenere condizioni climatiche interne accettabili, assieme alla scarsa durabilità degli interventi di miglioramento energetico, potrebbero essere le prossime cause di difficile vivibilità degli alloggi e di elevati costi di gestione.

Da non trascurare inoltre la difficoltà di dotare tutti i vani di aperture sufficientemente illuminate tali da garantire e controllare il livello interno di luminosità minima di legge.

4.2.2 Aree edificate storiche

I centri storici e le costruzioni o piccoli aggregati a carattere storico, sono elementi che meritano alcune riflessioni.

La prima che mi sento di fare riguarda lo stile di vita di coloro che scelgono di abitare in un fabbricato storico. Mi pare ovvio che non ha senso per esempio modificare la struttura urbana di un centro storico per renderla accessibile ai moderni mezzi di spostamento.

Allo stesso modo, per esempio, non è accettabile che si demolisca parte della Città storica per aumentare la luce a disposizione di alcuni palazzi, o che si demolisca parte delle pareti per aumentare la luminosità naturale dei locali interni.

In sostanza i fabbricati storici dovrebbero rimanere, opportunamente ricondotti alle condizioni iniziali di funzionalità, così come sono nati, anche dal punto di vista delle condizioni climatiche.



Cioè, chi sceglie di vivere in un fabbricato storico deve adattare le proprie esigenze a ciò che il fabbricato può offrire, senza stravolgerne le caratteristiche per adattarlo alle nostre più “moderne” esigenze.

D'altronde per molti anni le Città storiche ed i fabbricati che le compongono, hanno fornito riparo e condizioni di relazione, scambio, socialità e anche produzione ai residenti.

Secondo questa visione, anche la semplice applicazione di un radiatore e di una caldaia murale a gas potrebbero stridere con il necessario rispetto del bene storico.

Per non parlare dell'applicazione di coibentazioni termiche sulle pareti e sulla copertura, o della sostituzione dei serramenti con più efficienti telai e vetri stratificati.

Proporrei di accettare l'inserimento di un impianto di acqua potabile e la costruzione di sistemi di scarico che attraverso una adeguata rete fognaria possa chiudere il ciclo dell'acqua potabile. Potremmo aggiungere anche le condotte per la fornitura di acqua calda proveniente da un impianto centralizzato posto fuori dal centro storico. L'acqua calda così prodotta e distribuita potrebbe anche essere utilizzata per riscaldare gli ambienti interni.

Potremmo anche installare un impianto elettrico utile non solo per illuminare, ma anche per la cottura dei cibi.

Sarebbero tutti interventi impiantistici, da lasciare rigorosamente a vista, che sono in grado di sostituire abbondantemente le originarie necessità igienico sanitarie e di abitabilità degli alloggi in un centro storico.

È difficile ipotizzare inserimenti più invasivi come caldaie, pompe di calore, pannelli radianti, o tubazioni a pavimento, ecc.. Essi infatti necessitano di disponibilità di energia primaria presso i fabbricati, per le caldaie, o sono rumorosi ed energivori come le pompe di calore, oppure necessitano di interventi pesanti nelle strutture come la distribuzione a pavimento o a parete.

Inoltre, se si sceglie la via dell'adeguamento alle normative vigenti per quanto riguarda il riscaldamento ambientale, tanto vale demolire tutto e ricostruire il fabbricato. Il fatto che si possa salvare qualche metro quadrato di muratura antica che verrà fortemente inglobato nei successivi interventi di “restauro”, esso rimane solo un ostacolo alla completa sostituzione del fabbricato con tecnologie moderne, e alla fine il bene storico comunque scompare!

In conclusione, pensare di riconvertire al “solare” i centri storici è un errore che potrebbe arrecare molti danni e pochi vantaggi.

È necessario individuare con precisione i fabbricati, gli aggregati e i perimetri dei centri storici, sui quali ed entro i quali consentire solo gli interventi minimali accennati sopra.

Se l'obiettivo di questo manuale è quello di tendere a costruire fabbricati semplici ma che non producano alcun tipo di inquinamento, senza una sufficiente quantità di luce solare diretta sul fabbricato, questo obiettivo è molto difficile da raggiungere, ma per i fabbricati e gli aggregati storici, si possono studiare soluzioni a risparmio energetico che sono comunque di una efficacia accettabile.



5

L'impostazione architettonica di una costruzione solare passiva



5) L'impostazione architettonica di una costruzione solare passiva

Ricordiamo che la specificità di una costruzione “solare” è il fatto che essa utilizza l'irraggiamento solare diretto, cioè quello che riesce ad entrare attraverso le finestre all'interno del fabbricato, per garantire una temperatura ed un'illuminazione interne ottimali. Entrambe si dovrebbero ottenere nei momenti di maggiore necessità, con temperature esterne basse invernali per quanto riguarda la temperatura e con cielo coperto, per quanto riguarda l'illuminazione naturale.

Va da sé che il fabbricato avrà una forma, un orientamento delle facciate e una dislocazione dei locali interni condizionati da questa necessità. Va da sé, inoltre, che il contesto urbano dovrà permettere l'utilizzo da parte del fabbricato della luce solare diretta, anche in funzione dell'illuminamento minimo disponibile. Dobbiamo aspettarci allora una forma particolare del volume edilizio ed una notevole diversità di composizione delle quattro facciate con cui si può schematizzare l'edificio.



Fig. 37 - La vista da Sud - Ovest di una scuola elementare mostra le ampie superfici vetrate esposte a Sud delle aule, della sala centrale polivalente e delle stanze di servizio poste lungo il lato Nord.

Fig. 38 - La vista da Nord - Ovest mostra invece il porticato in materiale trasparente ed i corridoi di protezione posti sulle facciate Nord e le falde della copertura inclinate verso Nord. Sulla copertura piana delle aule sono posizionati i pannelli solari fotovoltaici. (Progetto Giorgio Bedin)





5.1 La facciata rivolta a Sud

È ovviamente la facciata più importante in quanto essa raccoglie tutte le caratteristiche necessarie all'ottimizzazione delle funzioni ad essa assegnate.

In essa devono trovare posto le strutture portanti orizzontali e verticali opportunamente coibentate, le finestre con le parti fisse e le parti apribili e gli elementi di controllo della luce solare diretta sia estiva che invernale.



*Fig. 39 - La facciata Sud di queste aule di scuola media contiene gli elementi essenziali per la captazione ed il controllo della luce solare diretta.
(Progetto Giorgio Bedin)*

5.1.1 Le superfici trasparenti

È necessario massimizzare la superficie del vetro rispetto sia alle superfici opache dovute alla presenza delle strutture, sia rispetto al telaio portante che dovrà aver il minimo spessore possibile. È noto che un telaio di legno, oltre ad ostacolare l'ingresso del sole, possiede una resistenza termica molto inferiore alle ultime generazioni di vetri stratificati. È opportuno quindi che il suo spessore sia il minimo possibile, anche perché il vetro stratificato possiede già una sua struttura e non necessita di ulteriore

supporto.

Il telaio quindi funge da elemento di giunzione con altri telai, con elementi portanti di fissaggio intermedi o con le parti strutturali orizzontali e verticali. Importante è la funzione di consentire le dilatazioni termiche del vetro.

Le superfici trasparenti dovranno essere le più ampie possibili, inoltre, per garantire anche l'ingresso della quantità di luce minima richiesta dalle normative con cielo coperto. Il Fattore Medio di Luce Diurna (FMLD) misurato all'interno dei locali, dovrà essere superiore al valore minimo imposto dalla normativa.

Le finestre dovranno avere un sufficiente numero di parti apribili per garantire la percentuale minima di aperture prevista dalle norme, normalmente 1/8 della superficie del pavimento. Ai fini dell'illuminazione interna, la parte trasparente della finestra posta ad un'altezza inferiore ai 70 cm dal pavimento non viene considerata, ma essa è molto efficace ai fini dell'apporto termico solare.

Fortunatamente sono in produzione vetri stratificati con caratteristiche utili ai nostri fini. Essi offrono infatti una grande resistenza termica, ma contemporaneamente possiedono anche un elevato fattore solare, rapporto tra la quantità di radiazione solare che colpisce il vetro e la quantità che riesce a passare all'interno. Essi sono quindi in grado di minimizzare le perdite di calore dall'interno verso l'esterno e contemporaneamente di massimizzare l'apporto solare diretto che li attraversa dall'esterno verso l'interno.



Trattasi di vetri doppi con gas nell'intercapedine e superfici trattate selettivamente. Spesso, soprattutto negli edifici pubblici, inoltre, i due vetri a loro volta devono essere stratificati per ragioni di sicurezza, per cui ottenere prestazioni ottimali ai fini solari non è così scontato, ma la ricerca sta facendo grandi passi in questo senso. È ovvio che le prestazioni solari dei vetri installati nei serramenti delle facciate Sud, nel senso descritto, sono per i nostri obiettivi del tutto fondamentali. Importanti sono anche i collegamenti tra i serramenti e le strutture sia verticali che orizzontali. Dato per scontato che le parti opache saranno coibentate con adeguati spessori di materiale termoisolante, è necessario creare la continuità tra il serramento e la coibentazione. Una soluzione già utilmente progettata e applicata, sarà esposta al paragrafo successivo. Un elemento importante ai fini della sicurezza è la presenza di un corrimano che ostacoli un possibile urto verso la parte bassa dei serramenti.



Fig. 40 - La facciata Sud di queste aule di scuola media presenta una soluzione serramentistica che raccoglie le considerazioni espresse e considera anche le necessità di una agevole pulizia dei vetri. La superficie trasparente massima ottenuta e ottenibile garantisce il raggiungimento del FMLD del 3% previsto dalle norme solo al primo piano. Le aule al piano terra sono leggermente penalizzate dalla presenza di un fabbricato ad uso palestra posto in direzione Sud.

(Progetto Giorgio Bedin)

5.1.2 Le protezioni solari estive e invernali

Sono molte le funzioni che devono essere assolte dalle protezioni solari. Al punto che spesso si preferisce collocare sistemi regolabili in base alle esigenze. È ovvio che sistemi di schermatura fissi sono preferibili. Per poter contemperare le diverse esigenze di controllo della radiazione solare termica e luminosa nelle due stagioni estreme, estate ed inverno, accettando qualche effetto indesiderato in primavera e autunno, conviene dividere in due i sistemi di schermatura solare.

Un sistema fisso può essere applicato esternamente. La sua dimensione, forma, posizione e le modalità costruttive devono essere tali da massimizzare l'irraggiamento solare utile in inverno e abatterlo il più possibile in estate. Questo, però, senza creare ostacoli alla penetrazione della luce solare diffusa in entrambe le stagioni per l'illuminamento naturale.

Un attento studio geometrico legato al percorso del sole, all'orientamento della facciata Sud e alla posizione rispetto alle finestre, può condurre a soluzioni interessanti, soprattutto perché si tratta di una protezione solare fissa.

Nella progettazione delle schermature solari, è necessario tener conto anche degli effetti della pioggia e dei carichi di neve e della spinta del vento.



Fig. 41 - La foto della facciata Sud di queste aule di scuola media scattata il 21 Dicembre alle ore 12, mostra il comportamento della schermatura solare che lascia passare il 100% della radiazione solare diretta. Essa può penetrare allora senza ostacoli nelle aule attraverso i vetri. Da notare anche che l'ombra portata dalla palestra posta a Sud non arriva ad interessare le finestre.

Nella Fig. 42 - la foto scattata il 21 Giugno alle ore 12 mostra come le schermature mettano in ombra completamente le finestre, impedendo l'ingresso della luce solare diretta nelle aule.

In questo caso, inoltre, l'uso di lamelle in policarbonato colorato semitrasparente, permette di non schermare completamente l'atmosfera, questo ai fini della penetrazione della luce solare diffusa. (Progetto Giorgio Bedin)



Fig. 43 - La foto della facciata Sud di questa scuola materna scattata il 21 Dicembre alle ore 12, mostra il comportamento delle schermature solari che lasciano passare il 100% della radiazione solare diretta. Essa può penetrare allora nelle aule attraverso i vetri. Da notare anche che le ombre portate dagli alberi posti a Sud non arrivano ad interessare le finestre.

Nella Fig. 44 - la foto scattata il 21 Giugno alle ore 12 mostra come le schermature mettano in ombra completamente le finestre, impedendo l'ingresso della luce solare diretta nelle aule.

In entrambi i casi, inoltre, il montaggio in pendenza delle schermature (la medesima pendenza della copertura) non ostacola in nessun modo la visione dell'atmosfera ai fini della penetrazione della luce solare diffusa.

(Progetto Giorgio Bedin - Luca Feltrin)

Mentre in estate le schermature solari correttamente progettate impediscono l'ingresso della luce solare diretta, in inverno esse non devono creare ostacoli alla luce solare. Essa, infatti, nelle costruzioni solari diventa la principale fonte di energia termica. I raggi di sole, però, in inverno giungono da posizioni vicine all'orizzonte e possono essere molto fastidiose, sia per la libertà di visione sia se colpiti direttamente da essi.

Serve allora una seconda schermatura, questa volta regolabile. Essa deve intercettare la luce solare diretta già penetrata all'interno e deviarla verso il soffitto. Molto efficace è in quanto caso una schermatura a lamelle tipo Veneziana. Essa, se di colore bianco, è in grado di deviare quasi il 100% della luce solare verso il soffitto aumentando la luminosità diffusa nella stanza. Ma deve anche essere regolabile nell'inclinazione delle lamelle per assecondare la diversa altezza del sole durante i mesi invernali e impacchettabile in caso di cielo coperto e quindi di assenza di luce diretta del sole.



Fig. 45 - La foto di questa aula di scuola media scattata in periodo invernale in un'ora mattutina, mostra l'effetto delle lamelle poste internamente alle finestre. Esse infatti, di colore bianco lucido, deviano verso il soffitto la luce solare diretta che altrimenti colpirebbe i banchi di scuola. (Progetto Giorgio Bedin)

Fig. 46 - La foto di questa sezione di scuola materna scattata in periodo invernale verso mezzogiorno, mostra l'effetto delle lamelle poste internamente alle finestre. Esse infatti, di colore bianco lucido, deviano verso il soffitto la luce solare diretta che altrimenti colpirebbe i banchi di lavoro. Da notare la visibilità dell'atmosfera attraverso le finestre più alte, volutamente lasciate prive di schermature, e la visibilità del giardino attraverso i vetri più bassi. (Progetto Giorgio Bedin - Luca Feltrin)



5.2 La facciata rivolta a nord

Appare evidente che la parete orientata a Nord, alla nostra latitudine (45° Nord) non può essere interessata da irraggiamento solare se non in minima parte e solo nelle ore del mattino e pomeridiane a cavallo dell'equinozio d'estate. Quindi le componenti e la forma della facciata Nord saranno profondamente diverse da quelle della facciata Sud. Oltre a non godere di luce solare diretta invernale, la facciata Nord, almeno nel nostro clima, è interessata dai venti dominanti che soffiano da Nord-Ovest (Maestrale) e da Nord-Est (Grecale) e dal vento di Tramontana, spesso accompagnati da pioggia o neve. Le parti opache della facciata Nord dovranno essere opportunamente ben coibentate e ben trattati dovranno essere i ponti termici. Essa infatti è la parete più esposta alle basse temperature oltre che ad una maggiore ventilazione.

5.2.1 Le superfici trasparenti

Le finestre presenti nei vani esposti a Nord, che non saranno i vani maggiormente e più frequentemente abitati, dovranno comunque garantire il valore di norma del FMLD, la superficie minima apribile, e se del caso, una buona visibilità verso l'esterno. I vetri installati su queste finestre potranno essere anche a doppia camera (triplo vetro), ma con caratteristiche diverse da quelli montati sulle finestre esposte a Sud. Ovviamente si adotteranno tutti gli accorgimenti per garantire la continuità dell'isolamento termico con la parete.



Fig. 47 - La foto della facciata parete nord di questa scuola materna scattata in periodo invernale, mostra la diversa conformazione della medesima rispetto alla parete Sud. Le finestre sono quelle essenziali per soddisfare la richiesta di luminosità interna. Verso Nord sono anche rivolte le falde di copertura.
(Progetto Giorgio Bedin - Luca Feltrin)

5.2.2 Le protezioni dalle intemperie

I venti dominanti soprattutto invernali, nella nostra area provengono essenzialmente dal quadrante Nord-Est Nord Nord-Ovest. Essi sono accompagnate quasi sempre da precipitazioni di neve o pioggia. Diffuse sono le pareti esposte a questo quadrante e prive di sufficiente protezione che mostrano evidente segni di degrado. Le pareti umide oltretutto sono molto disperdenti. Si impone quindi che vengano adottati opportuni accorgimenti affinché la facciata Nord venga protetta dalle piogge battenti. Un porticato se ad un piano o una serie di pensiline opportunamente dimensionate se a più piani possono costituire una sufficiente protezione sia delle pareti opache che dei serramenti. Va fatta attenzione alla possibile diminu-



zione della luminosità naturale che il porticato o le pensiline possono produrre. Una buona soluzione si ottiene impiegando un robusto materiale trasparente come manto di copertura. Esso garantisce la protezione dalle piogge battenti e lascia inalterata la luminosità naturale disponibile. L'uso dei colori chiari applicati alle strutture portanti, non altera l'apporto di luce naturale.

Fig. 48 - Un lungo porticato composto da lastre di polycarbonato protegge tutta la facciata nord di questa scuola materna. Il sciogliersi del leggero manto di neve depositato sulle lastre trasparenti, riporterà la luminosità iniziale sulle vetrate delle finestre.
(Progetto Giorgio Bedin - Luca Feltrin)

5.3 Le facciate rivolte ad Est ed Ovest

Il percorso del sole, sempre in riferimento alla nostra latitudine di circa 45° Nord, non permette nei mesi invernali di disporre di un sufficiente irraggiamento solare sulle facciate esposte ad Est o ad Ovest. Per contro, nei mesi estivi, il sole illumina abbondantemente le facciate suddette e da posizioni piuttosto basse sull'orizzonte. Va da sé che le superfici citate non possono contribuire al riscaldamento ambientale invernale e viceversa possono essere soggette ad un eccessivo irraggiamento solare in estate. Entrambe le facciate, però, possono contribuire a creare una migliore luminosità naturale dei locali interni.



5.3.1 Le superfici trasparenti

Aprire numerose superfici finestrate sulle pareti Est ed Ovest contribuisce ad aumentare le dispersioni termiche dell'involucro in inverno e ad aumentare la temperatura interna dei locali in estate. Ma, alcune superfici finestrate sulle due citate facciate possono contribuire ad una migliore distribuzione della luminosità naturale nei locali interni.



Fig. 49 - Le aperture sulla parete Est delle due aule di questa scuola media (ripetute anche sulla parete Ovest per le altre due aule), aumentano la luminosità interna delle aule medesime senza importanti dispersioni termiche ma consentendo di avere una migliore ventilazione dei locali.

*La schermatura estive delle aperture viene attuata dalla vegetazione opportunamente posizionata.
(Progetto Giorgio Bedin)*

5.3.2 Le protezioni solari estive

Se in inverno la radiazione solare diretta sulle due facciate in esame può non produrre effetti negativi e quindi non sia necessario collocare schermature solari. In estate c'è il rischio, invece di collocare delle schermature solari che, assieme alla protezione solare possano annullare la quantità di luce solare utile all'illuminazione interna.

Ad evitare questo, le schermature solari sulle vetrate esposte ad Est e ad Ovest, dovranno essere posizionate non in orizzontale come le Veneziane collocate sulle finestre esposte a Sud, ma in verticale. Le lamelle, più o meno larghe e più o meno distanziate, ma comunque regolabili, se poste in verticale, possono intercettare la luce solare diretta indesiderata, ma lasciar passare una buona percentuale di luce solare indiretta e consentire anche una parziale e desiderata prospezione verso l'esterno. L'ottimizzazione dell'efficacia delle schermature si ottiene mediante la regolazione dell'orientamento delle lamelle.

5.4 La copertura

Alcune considerazioni vanno fatte sulla copertura. Una costruzione solare, che pone come elemento qualificante il guadagno solare diretto, deve esporre la massima superficie trasparente (finestre) alla radiazione solare diretta. Una copertura che fosse predisposta per l'installazione di pannelli solari fotovoltaici o termici, inevitabilmente dovrebbe sottrarre parte dell'irraggiamento solare diretto utile al riscaldamento passivo del fabbricato. La copertura quindi dovrebbe essere:

- orizzontale e quindi adeguata a ricevere pannelli solari senza ridurre il guadagno solare diretto del fabbricato;
- Inclinata verso nord, in questo modo aumenterebbe anche la superficie finestrata esposta verso Sud.

La copertura orizzontale, inoltre, facilita la posa della coibentazione termica eliminando anche i ponti termici, ed è facilmente arredabile con un manto verde utile al microclima



La copertura inclinata verso Nord, inoltre, asseconda la protezione del fabbricato nei confronti dei venti dominanti e della pioggia battente.

In conclusione, eventuali pannelli solari, dovranno trovare posto o nel retro del fabbricato ma staccati da esso oppure collocati sulle ineliminabili fasce di muratura esposte a Sud.

Ovviamente, in entrambi i casi, la coibentazione termica della copertura deve essere particolarmente efficace e collegata a quella delle pareti, senza soluzione di continuità.



*Fig. 50 - L'inclinazione verso Nord della copertura di questa scuola materna ha consentito di aumentare la superficie delle finestre lungo la parete Sud, di ridurre l'altezza della parete Nord e di posizionare le schermature solari estive con il massimo dell'efficacia.
(Progetto Giorgio Bedin - Luca Feltrin)*



Fig. 51 - Il tetto piano delle quattro aule di questa scuola media, ha permesso di installare su medesimo i pannelli solari fotovoltaici. L'energia prodotta dai pannelli solari è stata calcolata ed è risultata più che sufficiente per il fabbisogno energetico per il riscaldamento, l'illuminazione ed il ricambio dell'aria. (Progetto Giorgio Bedin)



6

I criteri costruttivi e le componenti principali di una costruzione solare passiva



6) I criteri costruttivi e le componenti principali di una costruzione solare

L'obiettivo è ambizioso, poter contare sul limitato irraggiamento solare invernale per climatizzare un ambiente interno, ricorrendo a pochi e semplici impianti di climatizzazione integrativa con consumi energetici tendenti a zero.

Per raggiungere i consumi zero, è inevitabile progettare e costruire un fabbricato di alta qualità. Impostazione architettonica, qualità dei materiali impiegati e dei componenti, risoluzione dei particolari costruttivi, dimensionamento delle componenti del fabbricato, qualità esecutiva, ecc. sono elementi essenziali per poter raggiungere i risultati sperati.

Di seguito vengono affrontati singolarmente i criteri costruttivi più efficaci sia per l'ottimizzazione climatica invernale che per quella estiva.



6.1 L'orientamento del fabbricato

Come si è potuto constatare anche dagli interventi di urbanizzazione sostenibile precedentemente descritti, fondamentale per una costruzione solare è che il sole, nel suo percorso quotidiano riesca a “vedere” senza ostacoli tutta la parete Sud del fabbricato. La qualità e le modalità costruttive di una costruzione solare deve essere tale da permetterci di considerarla come un unico guscio esterno opaco ben coibentato, il più possibile chiuso (privo di finestre) nei tre lati Est, Nord e Ovest ed il più possibile aperto (dotato di finestre) lungo il lato Sud.

Le partizioni e le strutture interne al volume complessivo possono incidere solo sulla corretta distribuzione della luce e del calore solare e sulla disponibilità di ulteriore massa di accumulo termico, rispetto a quella già contenuta nel guscio esterno al quale vengono affidate le principali prestazioni termiche.

La parete Sud può essere variamente articolata, e le articolazioni possono essere orientate verso Est o verso Ovest. È necessario però non deviare troppo l'asse delle deviazioni rispetto al Sud, altrimenti gli apporti solari possono venire troppo ridotti. Si pensi che alla nostra latitudine di 45° Nord circa, la durata efficace della luce solare è di sole quattro ore.

Una deviazione dal meridiano di oltre 30°, potrebbe ridurre di molto l'efficacia solare del fabbricato. Se non ci sono quindi esigenze architettoniche o funzionali particolari, è preferibile che la facciata Sud sia tutta lineare.



Fig. 52 a - L'articolazione planimetrica di questa scuola materna, qui visibile nella fase di studio preliminare, adottata anche per ridurre la superficie della parete Nord ed aumentare la superficie di quella rivolta a Sud, ha comportato elevati consumi di energia integrativa per riscaldare le deviazioni estreme. Esse formano un angolo di 45° rispetto al meridiano. (Progetto Giorgio Bedin - Luca Feltrin)



Fig. 52 b - La deviazione di 11° della facciata Sud rispetto al meridiano di questo ampliamento di scuola media, qui visibile nella fase di studio preliminare, conservata per allinearla al volume esistente, non ha comportato differenze tangibili tra i dati di progetto ed i rilievi finali dei consumi di energia integrativa. (Progetto Giorgio Bedin)



6.2 Le superfici opache verticali (muri)

Esse assolvono a parecchie funzioni, tutte essenziali per il buon funzionamento energetico della costruzione. Per poter applicare una verifica analitica delle prestazioni energetiche solari del fabbricato è necessario attuare delle semplificazioni. In sostanza l'involucro esterno del fabbricato (il guscio periferico) si descrive come composto da superfici opache con determinate caratteristiche e superfici trasparenti. Le superfici opache sono parametrizzate, ai nostri fini, con le caratteristiche energetiche di coibentazione e di massa utile.

La qualità progettuale ed esecutiva dei particolari e delle finiture deve essere tale da non modificare sensibilmente le caratteristiche termiche principali delle murature.



Struttura portante massiccia

Coibentazione termica molto efficace

Protezione della coibentazione termica

Fig. 53 - La composizione tipica di una costruzione solare passiva che sia in grado di utilizzare il calore della luce diretta del sole deve avere le caratteristiche sopra evidenziate, esse sono state applicate nella costruzione di una scuola materna. Lo spessore finito è in questo caso di 57 cm. Questa non è l'unica soluzione possibile, ma con eventuali diverse composizioni, devono comunque rimanere le prestazioni dei vari strati.

(Progetto Giorgio Bedin - Luca Feltrin)



Fig. 54 - In questa foto sono visibili le strutture portanti composte da setti e travi di bordo in calcestruzzo (colore bianco), l'intercapedine contenente la coibentazione (minimo 10 cm), la parete esterna di protezione della coibentazione in blocchi di calcestruzzo da cm 12 di spessore (colore rosa) e la parete interna di tamponamento in blocchi di calcestruzzo da cm 12 di spessore (colore rosa). I supporti in acciaio zincato di supporto dei montanti dei parapetti della copertura sono fissati direttamente alla sottostante struttura portante. Le tecniche descritte sono state applicate nella costruzione di quattro aule di una scuola media. Lo spessore finito delle murature è in questo caso di 52 cm.

(Progetto Giorgio Bedin)



6.2.1 Strutture

Necessarie ai fini della stabilità e della sicurezza, se esse vengono realizzate con materiali pesanti, caratterizzati da elevato valore del calore specifico ed elevato valore della conducibilità termica, possono soddisfare egregiamente le prestazioni da noi richieste.

Nelle zone sismiche le strutture composte da pareti portanti in calcestruzzo fanno sicuramente al nostro caso. Ma anche le strutture a telaio con pareti di taglio sempre in calcestruzzo vanno bene, purché il tamponamento interno venga poi eseguito con blocchi o mattoni aventi le caratteristiche descritte di: massa, calore specifico e conducibilità termica elevati.

Inoltre le strutture, se a pareti portanti possono ospitare le condotte d'aria necessarie per un corretto ricambio. La predisposizione, poi, dell'impiantistica elettrica e idricosanitaria,



nonché delle condotte dell'impianto di riscaldamento integrativo, prima del getto di calcestruzzo, può contribuire a semplificare le lavorazioni e a ridurre i costi di costruzione.

Fig. 55 - Le due condotte d'aria per il ricambio e il tubo flessibile per l'alloggiamento delle tubazioni delle pompe di calore, sono state predisposte entro le murature portanti in calcestruzzo assieme a tutte le condotte degli altri impianti nella costruzione di una scuola materna.

(Progetto Giorgio Bedin - Luca Feltrin)

6.2.2 Coibentazione e protezione della coibentazione

Essenziale per il rendimento energetico della costruzione solare è la coibentazione (isolamento termico). Lo spessore deve essere importante per ridurre al minimo le dispersioni termiche. Materiali di sintesi possono costituire pannelli isolanti di ottime caratteristiche di durabilità, lavorabilità, conservazione delle caratteristiche nel tempo e resistenza termica.

Meno efficaci, più costosi e delicati, ma comunque adottabili sono anche materiali naturali come il sughero o la lana di legno.

Essi vanno applicati sulla superficie esterna delle murature portanti o di tamponamento di cui al punto precedente, in quanto devono impedire la dispersione termica e la formazione di condense interne o negli strati intermedi, ma soprattutto devono lasciare libero il contatto tra le murature portanti massicce e l'ambiente interno.

La coibentazione anche ben applicata, per poter conservare nel tempo le caratteristiche fisico-tecniche iniziali, va protetta dagli effetti sicuramente deleteri della luce e dell'umidità.

Un buon metodo è la costruzione, con un materiale adeguato, di una fodera esterna di fattura e spessore sufficiente a resistente alle intemperie.

Un metodo economico e di rapida esecuzione per applicare la coibentazione già protetta, è l'applicazione di pannelli tipo sandwich, che possono avere una finitura esterna a intonaco fine. In questo caso si possono ottenere spessori complessivi delle murature di soli 36 cm.



6.2.3 Finiture e dettagli costruttivi

Molto importanti sono i dettagli costruttivi che possono interessare la costruzione delle murature ed i successivi lavori finitura.

La stratificazione descritta per la costruzione delle murature può renderne complessa l'esecuzione, soprattutto se si vogliono ottenere risultati architettonici di qualità.

È necessario allora sviluppare disegni esecutivi di dettaglio che risolvano tutti i punti critici. Giunti tecnici, modularità dovuta alla misura dei blocchi di rivestimento, finitura delle superfici interne del calcestruzzo, sistemi di fissaggio delle fodere esterne, continuità della coibentazione negli angoli, sostegno della fodera esterna, riduzione al minimo degli spessori di eventuali attacchi passanti la coibentazione, il sostegno di grondaie e scossaline, ecc. devono esser tutti risolti in sede di dettagli esecutivi mediante una progettazione consapevole che punti alla semplificazione e alla facile ed economica realizzabilità. La superficie interna delle pareti pesanti non deve venire intonacata per permettere un contatto intimo tra le condizioni climatiche interne e la parete medesima, i colori delle pareti interne non possono esser troppo scuri per non ridurre di molto la luminosità, ma non possono essere troppo chiari in quanto devono facilitare il riscaldamento della parete medesima illuminata dai raggi solari. La fodera esterna, eseguita in materiali resistenti a shock termici deve esser protetta con trattamento idrorepellente, ripetibile nel tempo, a volte impiegando anche materiale lavabile.

L'eliminazione degli sporti del tetto, cosa che facilita la posa in continuità della coibentazione tra muro e copertura, espone le pareti esterne alle intemperie dalle quali hanno bisogno di essere protette.



Fig. 56 - Le superfici esterne delle murature di queste quattro aule di una scuola media sono state trattate con materiale lavabile fino a due metri di altezza e idrorepellente fino alla copertura. Il disegno studiato in dettaglio e l'esecuzione accurata della scossalina e del parapetto in copertura hanno evitato successive infiltrazioni d'acqua negli strati della muratura sottostante. (Progetto Giorgio Bedin)

Fig. 57 - Le superfici interne delle murature in calcestruzzo di questa sezione di scuola materna sono state rettificare con un sottile intonachino e tinteggiate con colori chiari.

(Progetto Giorgio Bedin - Luca Feltrin)





6.3 Le superfici opache orizzontali (solai a livello terra, intermedi e di copertura)

Facendo riferimento alla schematizzazione del fabbricato come un grande guscio periferico che contiene i vani abitabili, la composizione del “guscio” è data anche dalle strutture orizzontali di attacco al terreno e di copertura. Meno importanti ai fini della climatizzazione complessiva, ma da tener presente come massa termica utile e nella distribuzione interna della luminosità e della temperatura, sono gli eventuali solai intermedi.

Ai nostri fini i solai periferici, al piano terra e di copertura, vanno considerati per la loro massa, per la coibentazione termica e per i particolari di collegamento con le strutture e le finiture verticali, oltre ovviamente per ragioni di stabilità e sicurezza. Particolare attenzione va dedicata alle caratteristiche del manto di copertura.

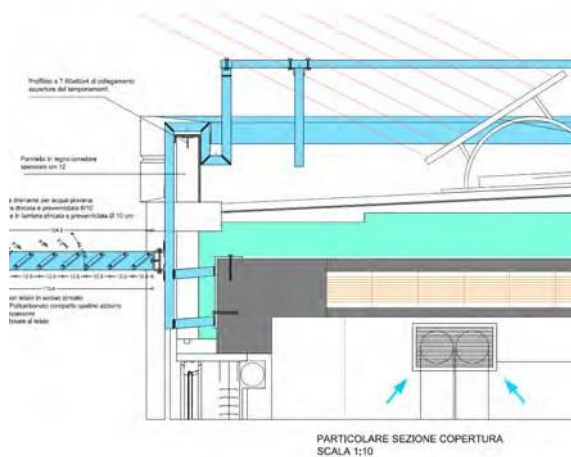


Fig. 58 - Il solaio orizzontale di questa copertura piana è completato da un forte spessore di coibentazione termica esterna superiore e verticale anteriore. Le coibentazioni sono a loro volta protette da guaine e massetti in pendenza e fodera esterna in muratura. Il solaio possiede un fondello pesante utile alla funzionalità solare.
(Progetto Giorgio Bedin)

Fig. 59 - Il solaio intermedio piano è completato da un forte spessore di coibentazione termica verticale anteriore. La coibentazione è a sua volta protetta da una fodera esterna in muratura. Il solaio possiede un fondello pesante e sostiene un massetto pesante, entrambi utili alla funzionalità solare.
(Progetto Giorgio Bedin)

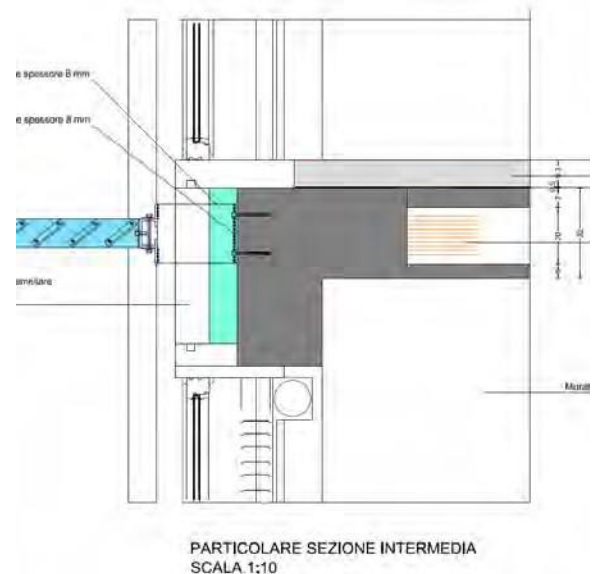
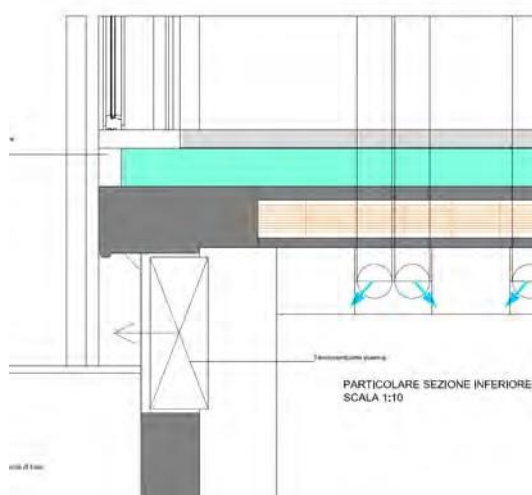
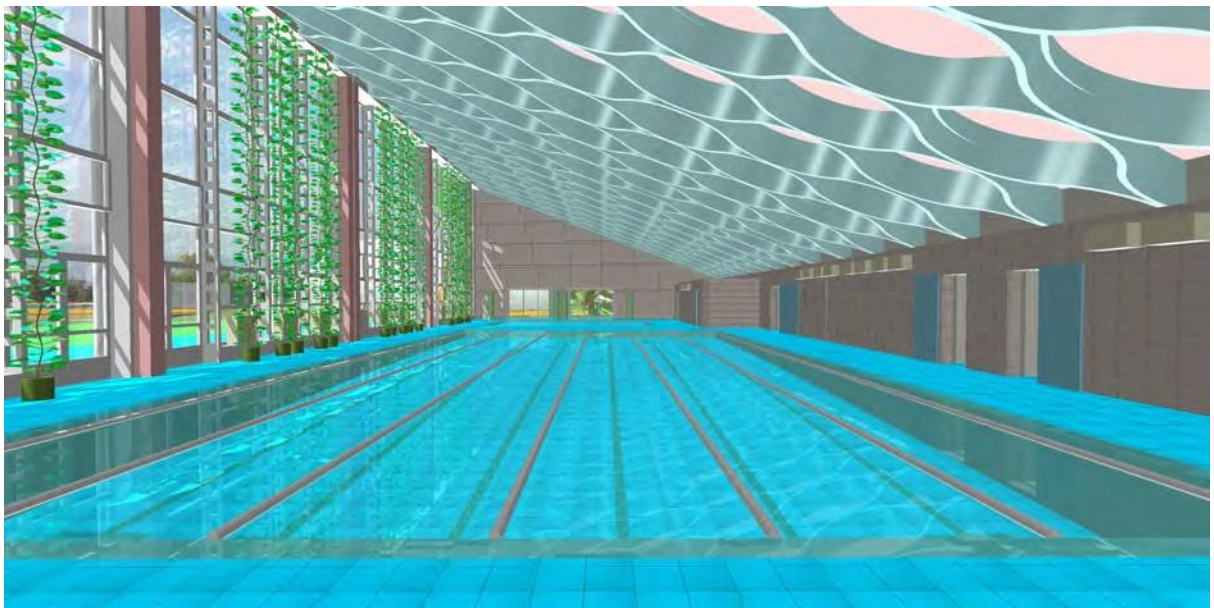


Fig. 60 - Il solaio inferiore sorregge un forte spessore di coibentazione termica interna superiore. La coibentazione è protetta da una fodera esterna in muratura. Il solaio sostiene anche un massetto pesante, utile alla funzionalità solare.
(Progetto Giorgio Bedin)



6.3.1 Strutture portanti

Come detto le strutture portanti orizzontali, oltre ad assolvere alle essenziali funzioni statiche, devono possedere un massa superficiale importante, distribuita sulla superficie rivolta verso il locale climatizzato. Una soletta massiccia o un solaio a lastra, hanno caratteristiche a noi utili. Ma anche un solaio in travi di legno può andare bene, se viene dimensionato per sorreggere una soletta massiccia, che non deve mancare. In mancanza di una massa superficiale non è ovviamente possibile conteggiarla come massa utile per l'accumulo termico solare.



*Fig. 61 - La copertura della zona vasche di questa piscina solare è realizzata con travature sagomate in legno lamellare (in grigio), che sorreggono una leggera lastra in calcestruzzo armato (in rosa). In questo modo è possibile considerare utile ai fini solari la massa messa a disposizione dall'intera superficie della copertura.
(Progetto Giorgio Bedin)*

6.3.2 Coibentazione termica

Tutte le superfici esterne, comprese quelle orizzontali, devono essere caratterizzate da una resistenza termica notevole. Quindi ci dobbiamo aspettare di dover applicare esternamente al solaio di copertura, sia esso orizzontale o inclinato, uno spessore notevole di pannelli isolanti. Allo stesso modo si dovrà programmare l'applicazione di uno spessore notevole di pannelli isolanti, anche sul solaio inferiore, quello che completa il "guscio" dal basso. Anche in questo caso, come per le murature, i materiali di sintesi si comportano in maniera molto efficace. In più, rispetto a quelli impiegati sulle murature, questi pannelli dovranno avere anche una buona resistenza meccanica, in quanto essi dovranno sopportare i carichi dell'applicazione e delle successive e complementari lavorazioni. Mentre per il solaio di copertura non ci sono dubbi sulla posizione che si deve dare ai pannelli, in quanto vanno applicati sempre esternamente al solaio, per il solaio inferiore le posizioni possono essere interne, sotto il pavimento quindi, o esterne, sul soffitto dell'interrato, se disponibile.



La posizione migliore è comunque quella sotto il pavimento (sopra il solaio), accompagnata da un massetto di allettamento della finitura superiore, di spessore maggiorato rispetto al minimo necessario, sia per poter disporre di una massa importante come su tutte le altre superfici interne del “guscio”, sia per poter contare su una maggiore rigidità del massetto, in quanto poggiante su uno strato notevole di materiale leggero.

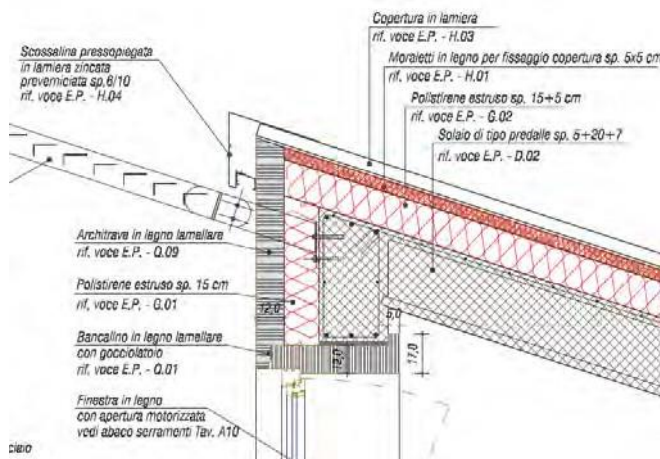


Fig. 62 - In questo pacchetto di pannelli isolanti, lo strato superficiale dovrà avere una resistenza meccanica superiore a quelli più interni in quanto maggiormente soggetto a sollecitazioni dovute ai successivi lavori di completamento della copertura.

(Progetto Giorgio Bedin - Luca Feltrin)

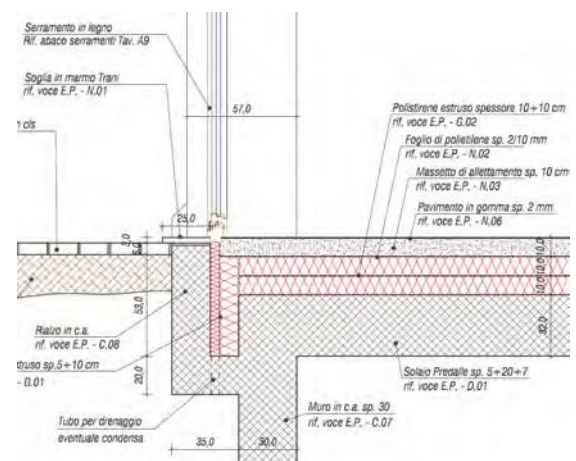
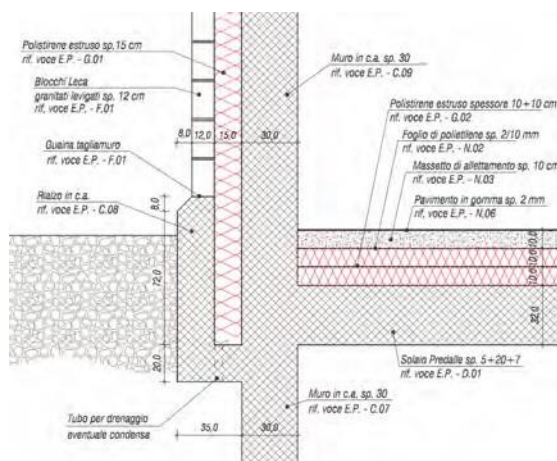


Fig. 63 - 64 Il pacchetto di pannelli isolanti posto sopra il solaio, consente, con qualche accorgimento di ridurre le dispersioni termiche nei raccordi con le murature e con i vani finestra.

(Progetto Giorgio Bedin - Luca Feltrin)

6.3.3 Finiture

Il solaio di copertura sia inclinato che orizzontale dovrà avere esternamente una protezione dalla pioggia.

Sul solaio orizzontale dovrà esser prodotta una pendenza di almeno il 5% per l'evacuazione della pioggia, sul massetto inclinato vanno incollate le guaine e queste ultime vanno protette con uno strato di ghiaino di almeno 8 cm.

Sui solai inclinati si possono applicare, con ottimi risultati anche di costo, lastre in lamiera grecata purché di colore molto chiaro e non riflettente. Il sistema di fissaggio deve arrivare ad ancorare le lamiere al sottostante solaio.

Il pavimento poggiante sul solaio inferiore dovrà essere di materiale termoconduttore (marmo, ceramica monocottura, ecc.) o se termoisolante dovrà avere uno spessore molto ridotto (due o tre millimetri), entrambi, comunque di colore abbastanza scuro.



Questo, per consentire al calore solare di interessare il massetto sottostante in malta di cemento.

Il solaio di copertura avrà finitura interna di sola tinteggiatura, in quanto è necessario favorire l'assorbimento del calore derivante dall'irraggiamento solare, ma anche quello di conduzione dagli strati d'aria più alti dei vani, che notoriamente si trovano ad una temperatura più alta della media del vano stesso.



La tinteggiatura sarà di colore chiaro per non diminuire la luminosità naturale del locale.

Eventuali pannelli fonoassorbenti, se necessari per la correzione acustica dei vani, verranno posti verticalmente

Fig. 65 - Il soffitto di questa sezione di scuola materna mostra le giunzioni delle lastre di solaio. Le lastre sono state semplicemente tinteggiate di bianco. Il pavimento, di tipo resiliente di colore scuro, ha uno spessore di 3 mm.

(Progetto Giorgio Bedin - Luca Feltrin)

6.4 I ponti termici

L'efficacia energetica di un fabbricato, nel senso di massima capacità di utilizzare l'irraggiamento solare diretto per climatizzare gli ambienti, dipende da molte caratteristiche costruttive del fabbricato. Molte di esse danno risultati difficilmente quantificabili e misurabili in termini di efficacia energetica, ma nell'insieme, se correttamente concepiti, possono aumentare di molto la qualità energetica del fabbricato. Tra queste, i cosiddetti ponti termici possono influire in maniera pesante in questo senso.

Si tratta quindi di evitarne la presenza o di correggerne l'effetto negativo se inevitabili, fino a ricondurre il fabbricato alla schematizzazione di un "guscio" di caratteristiche termiche semplici e facilmente descrivibili. In sostanza il calcolo del bilancio energetico comincia dalla concezione delle modalità e dei particolari costruttivi del fabbricato.

Deciso quale debba essere la resistenza termica media di una parete o di un solaio, si opererà in modo da ricondurre a questo valore tutte le parti della superficie della parete o del solaio.

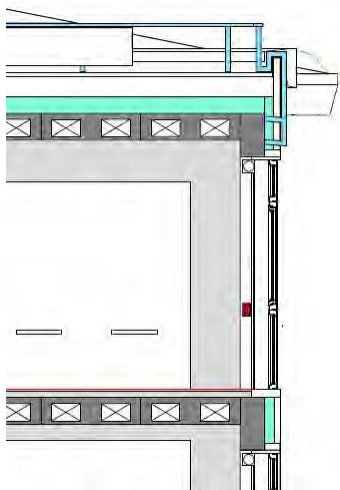
In alcune situazioni è impossibile intervenire per "correggere" anche solo in parte i ponti termici o giungere ad una loro "correzione" completa. Per cui si dovrà ridurre di qualche percentuale la resistenza media della parete o del solaio (componenti principali del "guscio") cui appartengono.



6.4.1 Ponti termici orizzontali

Si tratta di tutte le fasce orizzontali di collegamento dei solai alle strutture perimetrali o degli spigoli superiori o inferiori orizzontali del fabbricato.

Una progettazione accurata che preveda una coibentazione esterna continua anche nello spessore in corrispondenza delle fasce intermedie e con raccordi avvolgenti negli spigoli superiori, riduce moltissimo l'effetto locale e la penalizzazione la possiamo trascurare.



Nel caso sia necessario ridurre lo spessore della coibentazione in corrispondenza delle architravi, e queste abbiano uno sviluppo notevole, è opportuno calcolare la resistenza media della parete in maniera analitica. Si tenga presente che nelle pareti o nei solai dotati di grossi spessori di coibentazione la resistenza termica è data essenzialmente dal materiale termoisolante, per cui per semplicità, è sufficiente fare riferimento ad esso per il calcolo della resistenza termica.

Fig. 66 - La presenza delle architravi in c.a. nel primo e nel secondo solaio, riduce lo spessore della coibentazione verticale a 10 cm (nei muri è di 28 cm). Di questa riduzione di spessore bisognerà tener conto data l'estensione della superficie delle architravi. (Progetto Giorgio Bedin)

In corrispondenza del solaio al piano terra, la coibentazione esterna delle murature dovrebbe essere prolungata fino alle fondazioni dell'interrato. Le costruzioni solari sfruttano il calore del terreno e dell'aria di espulsione inviata all'interrato per il preriscaldamento dell'aria di ricambio, per cui è inevitabile che ci sia un interrato e che questo venga coibentato lungo tutto il perimetro esterno. In questo modo anche il ponte termico orizzontale a livello di campagna può essere abbondantemente "corretto".

In corrispondenza degli spigoli, dato il grande spessore di coibentazione normalmente applicato, se la coibentazione non soffre di discontinuità nell'avvolgimento dello spigolo medesimo, si ritiene che la maggiore dispersione termica, tipica degli spigoli, possa essere trascurata.

6.4.2 Ponti termici verticali

Le medesime considerazioni riportate al punto precedente possono valere anche per i ponti termici verticali.

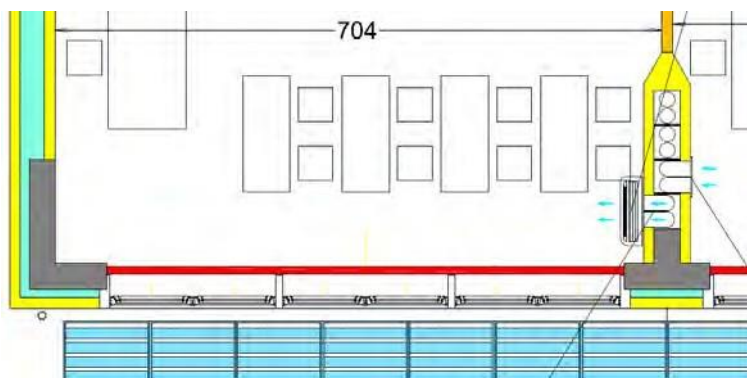


Fig. 67 - La presenza dei pilastri in c.a. riduce lo spessore della coibentazione verticale a 10 cm (nei muri è di 28 cm). Di questa riduzione di spessore bisognerà tener conto, data l'estensione della superficie dei pilastri. (Progetto Giorgio Bedin)



6.4.3 Ponti termici nelle finestre

Il perimetro esterno delle finestre all'attacco con le strutture portanti rimane sempre una linea difficile da correggere dal punto di vista termico. Si tenga presente che le finestre in una costruzione solare sono, per la maggior parte, di grandi dimensioni, dovendo permettere il passaggio della luce solare, ma anche per poter disporre della percentuale minima di illuminazione naturale prescritta dalle norme.

Una soluzione accettabile è la collocazione di una riquadratura in legno di spessore e larghezza sufficiente per la sicurezza statica, che rivesta tutto il perimetro del serramento. In questo modo si può ottenere la quasi continuità tra il serramento e la coibentazione delle murature, limitando il ponte termico al solo spessore del rivestimento in legno. La soluzione è ottenibile sia in verticale che in orizzontale, sostituendo i davanzali e le soglie con la cornice in legno.

Anche in questo caso gli effetti negativi del ponte termico possono essere trascurati.

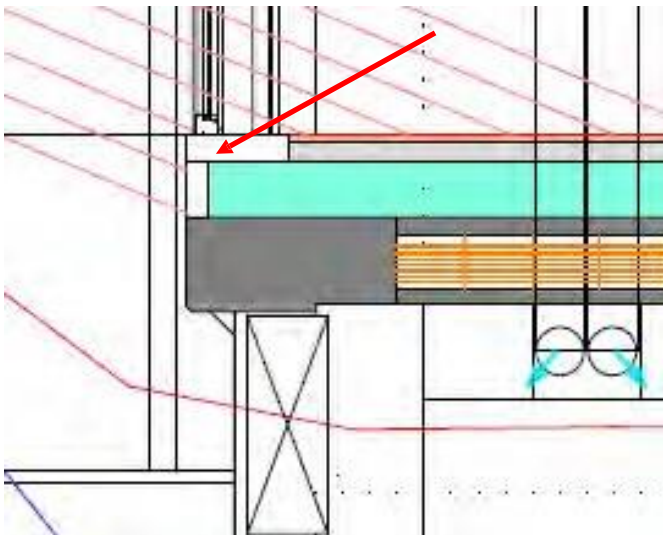
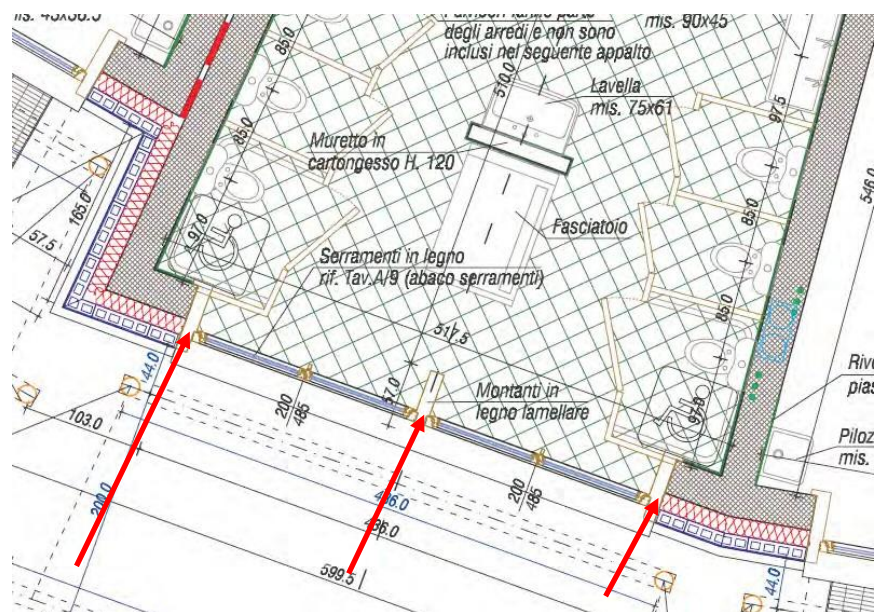


Fig. 68 - La cornice in legno posta come soglia crea una continuità tra la coibentazione del solaio (celestre) ed il serramento. (Progetto Giorgio Bedin)

Fig. 69 - La cornice in legno lungo le pareti laterali e in posizione intermedia crea una continuità tra la coibentazione del muro (in rosso) ed il serramento, e tra i serramenti stessi.

(Progetto Giorgio Bedin - Luca Feltrin)





6.5 Le superfici trasparenti

Sono tra le superfici più importanti in una costruzione solare. La superficie trasparente più importante è il vetro rivolto a Sud. Per i vetri rivolti a Nord, Est o Ovest le caratteristiche potranno essere diverse essendo diverse le loro prestazioni.

6.5.1 Telai

Poiché normalmente il vetro è completato da un telaio di finitura, è necessario distinguere le modalità con cui considerare entrambi. Per semplificare, il telaio verrà considerato come una componente opaca della parete, la sua superficie, quindi, verrà sommata a quella delle murature e la sua resistenza termica andrà a modificare la resistenza termica media della parete opaca. Il colore del serramento, soprattutto se in legno, è bene che sia molto chiaro, meglio se bianco e con tinteggiatura coprente. In questo modo, esso sarà molto più resistente agli effetti degradanti della luce solare diretta. Inoltre, poiché la resistenza termica del telaio è inferiore a quella dei vetri abbinati, è opportuno che il telaio abbia il minor spessore possibile. Se non ci sono motivi particolari, è anche interessante prevedere specchiature più grandi possibile, proprio per ridurre lo sviluppo del telaio e dei giunti dei vetri.

6.5.2 Vetri

Fortunatamente l'industria mette a disposizione vetri stratificati con prestazioni molto utili ai nostri fini. Abbiamo bisogno di vetri che lascino passare la maggior quantità possibile del calore solare (fattore solare elevato), e contemporaneamente offrano una grande resistenza alla fuga di calore dall'interno verso l'esterno. Un vetro isolante che ospita tre vetri di cui due trattati basso emissivi e le due intercapedini riempite con gas Argon, per uno spessore totale di 44 mm, può offrire un rispettabile fattore solare del 60% con un valore della conduttività termica di soli 0,7 W/mq°C.

Questi valori sono importanti per la verifica energetica solare. Per la verifica illuminotecnica inoltre è necessario conoscere la percentuale di trasmissione della luce solare, che nel caso del vetro triplo di cui sopra vale il 73%.

È ovvio che ci interessa conoscere o dimensionare la superficie netta del vetro sia al fine del guadagno solare diretto, sia al fine della verifica illuminotecnica. È noto infatti che attraverso il telaio, il quale a volte può costituire una parte rilevante della finestra, la luce e il calore solare non passano!

La qualità dei serramenti nel senso descritto, quindi, è molto importante per poter contare su una efficienza energetica solare elevata.



6.5.3 Aperture di ventilazione e ricambio dell'aria

La normativa, e anche il buon senso, prescrive che sulle superfici che delimitano i vani vengano ricavate delle aperture. Esse dovrebbero garantire una corretta movimentazione dell'aria dall'esterno verso l'interno e viceversa, al fine di consentire un rapido ed efficace ricambio dell'aria. Non solo, le aperture dovrebbero produrre una accettabile velocità dell'aria, questo al fine di ottenere un raffrescamento nei momenti di massima necessità (alte temperature, alta umidità e assenza di movimento dell'aria esterno). Normalmente la dimensione di queste aperture viene indicata in 1/8 della superficie del pavimento del vano servito.

È ovvio che l'apertura indicata debba essere libera da ostacoli che impediscano il regolare deflusso dell'aria su tutta la superficie aperta.

Nulla dice la normativa sulle modalità di esecuzione di queste aperture che spesso vengono ricavate sulle pareti finestrate mediante ante apribili. Per i nostri fini, invece, le modalità costruttive di queste aperture sono molto importanti.

La loro posizione per esempio, per ottenere una corretta ventilazione estiva diurna e notturna, è importante che venga collegata alla direzione dei venti dominanti.

Se non si possono sfruttare gli effetti dei venti dominanti, per avere una efficace ventilazione, è possibile collocare parte delle aperture in basso, quasi a pavimento e parte in alto, o sul soffitto, provocando un tiraggio naturale che farà defluire l'aria calda dal basso verso l'alto.

È facile comunque ottenere una sufficiente ventilazione naturale nei mesi estivi per ricambiare l'aria, è sufficiente, infatti, tenere aperta una parte delle superfici apribili. L'assenza di riscaldamento nei sei mesi estivi non impedisce di scegliere liberamente il volume di ricambio dell'aria desiderato. La norma impone che il ricambio, nei vani residenziali abitati, sia almeno pari a 0,4 volumi /ora. Significa che il sistema di ventilazione naturale o artificiale dovrà garantire che ogni due ore e mezza l'aria di quel vano debba essere completamente cambiata.

Più difficile è ottenere il ricambio desiderato nella stagione di riscaldamento, in quanto il semplice ricambio dell'aria espellendo quella viziata, comporta un grande spreco di calore.

Si impone allora di installare, come vedremo, un sistema controllato di ricambio dell'aria con recupero di calore, che garantisca comunque il volume di ricambio desiderato.

È molto importante installare sistemi naturali o meccanici per garantire un corretto ricambio dell'aria nei locali abitati.

Infatti rispetto a un'aria ritenuta di qualità in aree urbanizzate se contiene 400 parti per milione - ppm - di CO₂ - anidride carbonica - un'aria contenente 1000 ppm di CO₂ si rileva facilmente in locali chiusi occupati da persone. Una concentrazione pari a 1500 ppm di CO₂ (aria tossica) si riscontra per alcune ore all'interno di una camera da letto anche se dotata di piccole aperture di ventilazione. Si tenga presente che la percentuale di CO₂ è indice di presenza di polveri, di umidità, di batteri e di altri gas tossici, e che la percentuale di 1500 ppm è considerata tossica.

La percentuale di 250 ppm di CO₂ caratterizzava l'aria che respiravamo fino a qualche decennio fa.



6.6 Le schermature solari

L'ambizione di voler realizzare costruzioni solari che riescano ad autoregolarsi climaticamente utilizzando l'irraggiamento solare diretto impone che si debbano installare sistemi di schermature solari adeguatamente progettate.

Il breve apporto solare invernale di sole 5 ore (dalle 9 e 30 alle 14 e 30) circa, attraverso le pareti trasparenti esposte a Sud-30°Est, Sud, e Sud-30°Ovest, impone di dover collocare sistemi schermanti che proteggano dall'irraggiamento solare estivo senza penalizzare quello desiderabile invernale.

La necessità di controllare anche gli effetti negativi dei bassi raggi solari diretti invernali senza diminuire la luminosità naturale dei locali, impone un attento studio delle modalità costruttive delle schermature solari da installare, sia interne che esterne.

Le finestre esposte sulle facciate Est ed Ovest devono essere schermate in modalità diverse da quelle esposte a Sud.

6.6.1 Schermature esterne

Esse sono molto importanti per la protezione solare estiva e vanno progettate attentamente per poterle installare in modalità fissa. La progettazione e la realizzazione devono garantire la massima ombreggiatura nel giorno di riferimento scelto, per esempio il 21 di luglio, e non devono creare ombreggiamenti nel giorno di riferimento invernale scelto, per esempio il giorno 21 di gennaio. La costruzione fissa delle schermature esterne per le facciate Sud-30°Est, Sud, e Sud-30°Ovest, è preferibile rispetto a quella regolabile, in quanto risultano più semplici da realizzare, non richiedono manutenzione e non necessitano di regolazione continua da parte degli utenti. Le schermature fisse non sono in grado però di produrre la migliore ombreggiatura in tutti i momenti del giorno e del mese di passaggio dal periodo estivo a quello invernale. Devono inoltre essere progettate in modo da non penalizzare la luminosità naturale che si vuole garantire ai vani abitati.

La posizione bassa sull'orizzonte del sole invernale e, viceversa, la sua alta posizione estiva, rendono abbastanza facile progettare una schermatura "intelligente". La necessità di garantire una elevata superficie di visione dell'atmosfera dalle finestre, elemento da cui deriva la luminosità naturale interna dei locali e anche la loro vivibilità, contribuisce a modellare la forma, la dimensione, le modalità costruttive, l'inclinazione e il colore della schermatura.

Le schermature dovranno poi essere sicure dal punto di vista statico. Carichi di neve e vento e la necessità di smaltire l'acqua piovana sono elementi da tenere in seria considerazione nel progettare le schermature e le strutture di sostegno. Anche sulle costruzioni con le facciate prevalentemente esposizione a Sud è possibile e utile collocare dei frangisole fissi verticali sulle superfici trasparenti esposte sui lati Est e Ovest. Ciò a evitare l'effetto riscaldante dei raggi del primo mattino o della fine del pomeriggio, tenendo sempre presente che il contributo al miglior clima non abbia a deteriorare la visuale esterna e la luminosità naturale dei locali.

Le finestre esposte a Est e a Ovest vanno protette con schermature solari costituite da lamelle verticali regolabili e impacchettabili. Infatti, il basso sole del mattino e del pomeriggio estivi viene bene intercettato da lamelle verticali, le quali, se ben orientate, non impediscono contemporaneamente la penetrazione della luce solare diffusa e una buona visuale verso l'esterno.



In caso di assenza di luce solare diretta, le lamelle vanno impacchettate per far entrare la luce diffusa.

Un ottimo metodo di intercettazione dei raggi solari diretti che colpiscono le superfici trasparenti esposte ad Est e ad Ovest è costituito da una razionale piantumazione di essenze a foglia caduca.

Anche le superfici trasparenti esposte a Sud possono essere schermate con essenze a foglia caduca, ma la “progettazione” di questo sistema va attuato in modo da non creare troppe barriere ai desiderati effetti dei raggi solari diretti invernali, dovute ai rami spogli.



*Fig. 69 - La corretta progettazione delle schermature solari in questo progetto di scuola elementare consente una totale illuminazione invernale della facciata esposta a Sud.
(Progetto Giorgio Bedin)*

Fig. 70 - La corretta progettazione delle schermature solari in questo progetto di scuola elementare consente una totale penetrazione invernale dei raggi solari invernali nei vani interni, senza ridurre la visibilità dell'atmosfera. (progetto Giorgio Bedin)

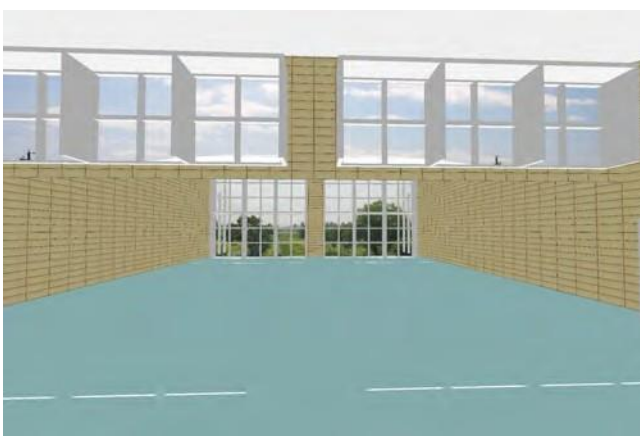
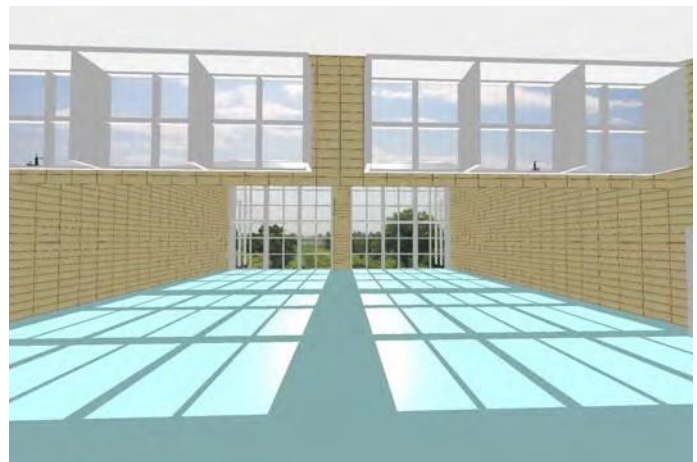


Fig. 71 - La corretta progettazione delle schermature solari in questo progetto di scuola elementare impedisce totalmente la penetrazione dei raggi solari estivi nei vani interni, senza ridurre la visibilità dell'atmosfera. (progetto Giorgio Bedin)



Fig. 72 - La corretta progettazione delle schermature solari in questo progetto di scuola elementare mette completamente in ombra tutte le facciate dei vani esposte a Sud.

(Progetto Giorgio Bedin)

6.6.2 Schermature interne

Un effetto indesiderato della luce solare diretta è dovuto all'abbagliamento che i bassi raggi solari invernali producono sui piani di lavoro, o direttamente o dopo riflessione, negli occhi degli occupanti.

Ovviamente non possiamo permetterci di intercettare i raggi solari diretti lasciandoli fuori dal fabbricato altrimenti perderemmo la principale fonte di calore per la climatizzazione del nostro edificio.

Bisogna allora far entrare il sole attraverso le superfici trasparenti esposte a Sud e quindi collocare un frangisole opportunamente dimensionato che riesca a deviare i raggi solari diretti, una volta penetrati, sulle superfici che non arrechino disturbo.

Una semplice ma efficace soluzione è costituita dalle "veneziane".

Si tratta ancora di lamelle orizzontali, le quali, se colorate di bianco e poste a distanza e con inclinazione adeguate, riescono a deviare i raggi solari diretti verso il soffitto dei vani, lasciando in ombra il volume del vano occupato dagli utenti.

In caso di presenza di sola luce solare diffusa, le "veneziane" possono venire impacchettate e la luminosità naturale del locale viene totalmente ripristinata.

Si tenga presente che il valore minimo dell'illuminazione solare diretta viene calcolato con la sola luce diffusa, per cui in presenza di luce solare diretta, il valore minimo desiderato di illuminazione naturale viene ampiamente soddisfatto.

Il colore chiaro del soffitto del vano contribuirà ad una diffusione omogenea della luce solare diretta deviata su di esso dalle lamelle.

La collocazione interna della schermatura descritta ne rende minima la manutenzione e facili le operazioni di manovra e pulizia.



Fig. 74 - La presenza di schermature solari regolabili interne alla finestra in questa aula di scuola elementare devia gli utili raggi solari invernali verso il soffitto del vano, lasciando passare solo quelli inferiori che colpiscono direttamente il pavimento.

Fig. 73 - L'assenza di schermature solari regolabili interne alla finestra in questa aula di scuola elementare permette agli utili ma indesiderati raggi solari invernali di penetrare profondamente nel vano.

(Progetto Giorgio Bedin)





7

**Il controllo
numerico tramite
programma di
calcolo
dedicato
del comportamento
termico passivo
solare invernale**



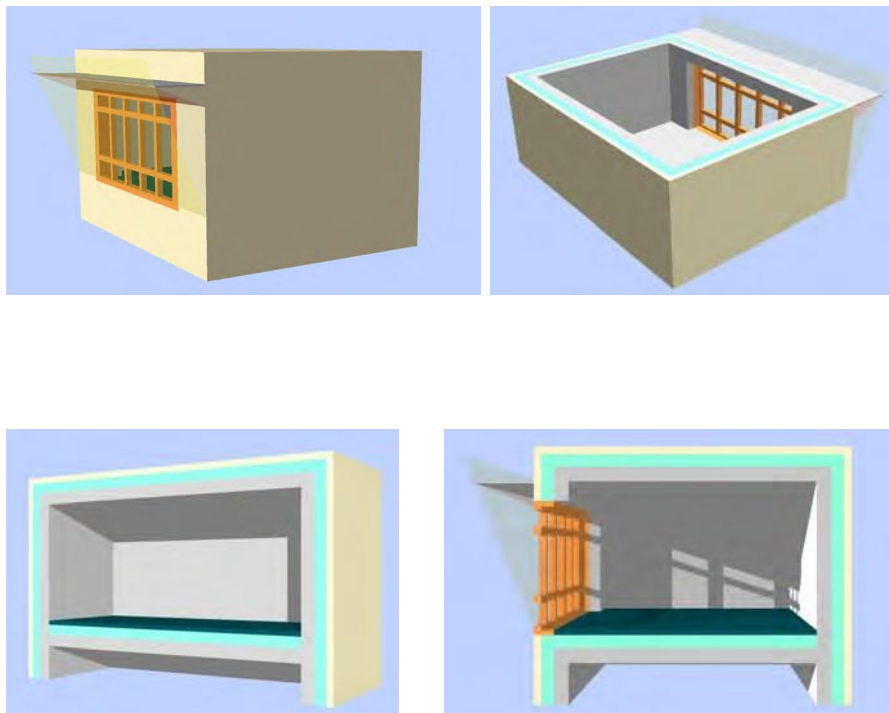
7) Il controllo numerico tramite programma di calcolo dedicato del comportamento termico solare invernale

Si prospetta ora il desiderio di quantificare numericamente le qualità energetiche passive della costruzione solare.

Come già detto i risultati numerici che si ottengono da una analisi termodinamica del comportamento di un fabbricato solare passivo saranno significativi solo se il fabbricato ha caratteristiche ben marcate di carattere solare.

Molto importanti sono i concetti progettuali e costruttivi analizzati nel capitolo precedente seguendo i quali potremo disporre di un progetto solare che, ripeto, deve avere caratteristiche solari ben marcate già all'inizio.

Fig. 75 - Il fabbricato viene schematizzato da:



- un involucro opaco composto dalle murature verticali esterne, dalla copertura, dal pavimento, dalle finestre non esposte al sole e dal telaio del serramento esposto al sole;
- una o più superfici vetrate esposte al sole invernale;
- una o più superfici schermanti la radiazione solare estiva;
- un volume interno d'aria da riscaldare;
- una massa termica interna di accumulo del calore solare.

(Disegni Giorgio Bedin)

Detto questo, esaminiamo come le modalità costruttive e i parametri ambientali devono essere schematizzati e conosciuti, iniziando dai dati climatici di cui dobbiamo disporre relativi al luogo di costruzione, dalle caratteristiche dimensionali e di orientamento delle superfici trasparenti esposte al sole e delle relative schermature e dalle caratteristiche fisico-tecniche e architettoniche delle componenti del fabbricato. Dati che dobbiamo conoscere per poterli elaborare e ottenere quindi dei risultati che ci possano rivelare la bontà "solare passiva" del nostro progetto.



7.1 I dati di ingresso

Si ripete che il calcolo solare passivo è in realtà una verifica del progetto che dobbiamo già aver concepito nella quasi totalità degli aspetti dettagliati nei capitoli precedenti, come una **costruzione solare passiva**.

7.1.1 I dati climatici

I dati climatici di cui dobbiamo disporre sono riportati nella tabella di cui alla Figura 75.

Ovviamente sono utili quelli relativi ai mesi invernali di riscaldamento.

Dati mensili												
	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.
Irraggiam. solare orario su sup. orizz. alle ore 12	0,39	0,57	0,76	0,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,76	0,55	0,39	0,33
Temperatura media mensile	2,40	4,80	8,40	13,30	16,50	0,00	0,00	0,00	18,00	14,10	7,80	3,60
Gradi giorno	582,0	448,0	369,0	60,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	59,0	379,0	539,0
Giorni di insolazione	17,00	16,00	17,00	20,00	21,00	0,00	0,00	0,00	22,00	20,00	13,00	15,00
Temperatura alle ore 6 di un giorno coperto	-0,30	1,50	4,80	9,70	13,50	14,00	14,50	15,00	15,90	10,20	4,50	0,80
Temperatura alle ore 18 di un giorno coperto	5,70	7,50	10,80	15,70	19,50	20,00	20,50	21,00	21,90	16,20	10,50	6,80

Fig. 76 - I dati climatici generali della zona da inserire nel programma di calcolo sono:

- l'irraggiamento solare orario medio su superficie orizzontale alle ore 12 di ogni mese in kWh/mq;
- la temperatura media mensile °C;
- i gradi giorno mensili °C giorno;
- il numero di giorni di insolazione mensili;
- per ogni mese, la temperatura alle ore 6 del mattino ed alle ore 18 di un giorno medio non soleggiato in °C.

(Programma SOLE redatto da Giorgio Bedin)

I dati climatici di cui alla tabella di Figura 75 sono reperibili su pubblicazioni specializzate che li forniscono per le principali località italiane e che devono però essere calibrate per il luogo di nostro interesse con eventuali rilievi aggiuntivi.



7.1.2 Le superfici trasparenti e le schermature

I dati geometrici spaziali e dimensionali delle superfici trasparenti esposte all'irraggiamento solare vengono inseriti nella maschera riportata in Figura 77. In essa viene inserita la superficie del vetro esposta (14,43 mq), l'angolo Azimutale del vettore perpendicolare alla superficie trasparente e uscente da essa in direzione del sole (220°, riferito al Nord geografico), e l'angolo Zenitale del medesimo vettore (90°, se la superficie trasparente è verticale (Fig. 78)



Fig. 77 - La maschera in figura ci permette l'inserimento delle grandezze geometriche e spaziali sia delle superfici trasparenti che delle schermature corrispondenti.

(Programma SOLE redatto da Giorgio Bedin)

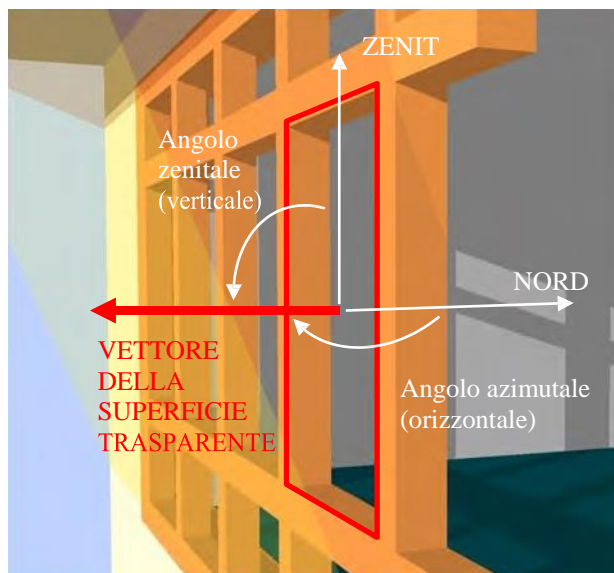


Fig. 78 - Le grandezze geometriche dimensionali e spaziali caratterizzanti la superficie trasparente esposta al sole sono: la superficie del vetro in mq; l'angolo azimutale (orizzontale) in °; l'angolo zenitale (verticale) in °. (Programma SOLE redatto da Giorgio Bedin)



L'inserimento delle **superfici schermanti orizzontali o con un asse orizzontale**, avviene tramite un artificio che trasforma la superficie reale (azzurra di Fig. 79) in una superficie fittizia (rossa di Fig. 79). Ciò permette di tener conto anche della posizione della schermatura rispetto al bordo della superficie schermata.

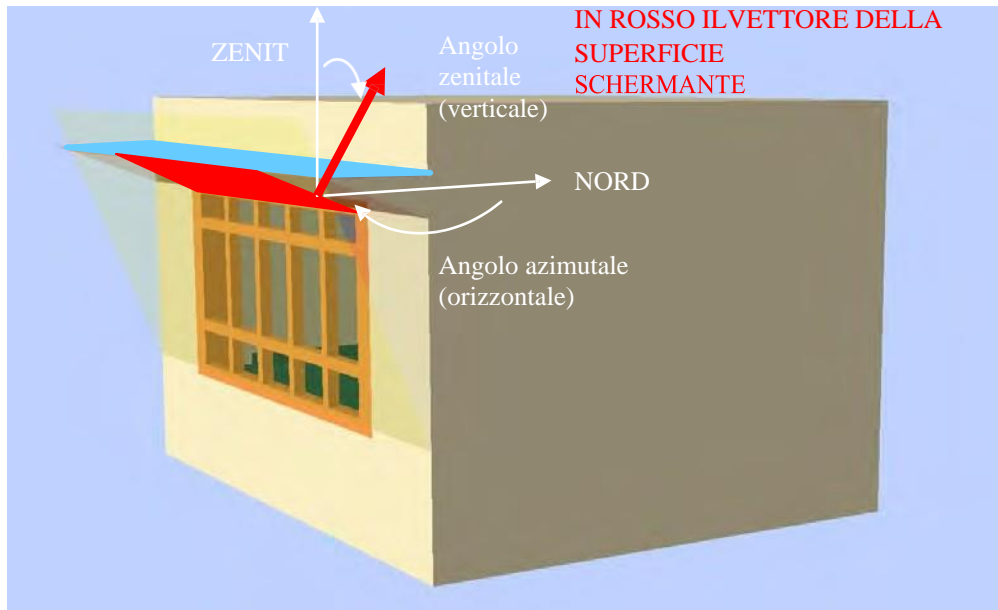


Fig. 79 - Al fine di una migliore approssimazione del calcolo, la dimensione della superficie rossa viene calcolata anche in base all'effettiva ombra che essa può proiettare sulla sottostante superficie trasparente. Inoltre, per tener conto dell'esistenza del telaio di supporto del vetro, che viene ombreggiato senza un nostro interesse, è opportuno ridurre la superficie schermante di circa il 20 %.
(Programma SOLE redatto da Giorgio Bedin)

I dati da inserire nella maschera di Fig. 77 saranno allora quelli relativi alla superficie fittizia rossa. L'inclinazione del vettore rosso verso Nord costringe a inserire un valore negativo dell'angolo zenitale (dati di cui al punto 3 della maschera).

In caso di schermature perfettamente orizzontali - angolo zenitale pari a 0° - il valore da assegnare all'angolo azimutale diventa indifferente.



L'inserimento delle **superfici schermanti verticali o con un asse verticale**, avviene tramite l'artificio già descritto per le superfici ad asse orizzontale. Questo, appunto, per tener conto della posizione della schermatura rispetto al bordo del vetro.

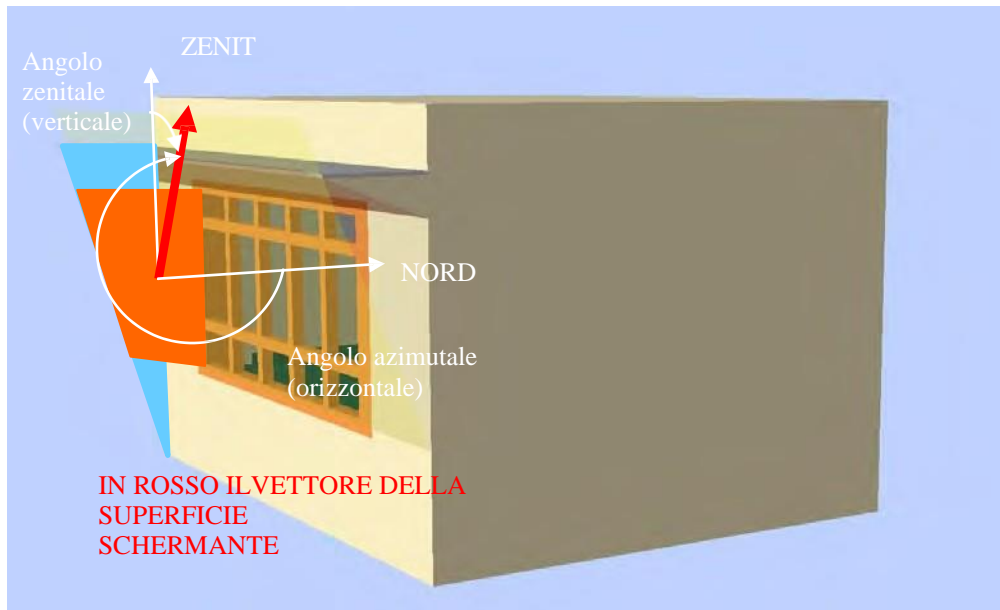


Fig. 80 - Al fine di una migliore approssimazione del calcolo, la dimensione della superficie rossa viene calcolata anche in base all'effettiva ombra che essa può proiettare sulla sottostante superficie trasparente. Inoltre, per tener conto dell'esistenza del telaio di supporto del vetro, che viene ombreggiato senza un nostro interesse, è opportuno ridurre la superficie schermante di circa il 20 %.
(Programma SOLE redatto da Giorgio Bedin)

Le schermature verticali possono essere presenti sia a causa della composizione architettonica del fabbricato che prevede la presenza di volumetrie sfalsate ombreggianti, sia per la volontà di schermare le superfici trasparenti rispetto ai raggi estivi del mattino e del pomeriggio

I dati da inserire nella maschera di Fig. 77 (dati di cui al punto 1 della maschera), saranno allora quelli relativi alla superficie fittizia rossa.

In caso di schermature perfettamente verticali - angolo zenitale pari a 90° -, il valore da assegnare all'angolo azimutale è quello del vettore rosso diretto in senso inverso rispetto al sole, misurato rispetto alla direzione Nord.



Il programma fornisce anche un elenco di tutte le superfici trasparenti immesse e delle relative superfici schermanti (al massimo 4 per ogni specchiatura trasparente), per una verifica della correttezza dei dati immessi.

In Fig. 81 si vede l'elenco delle superfici illuminate e delle relative schermature.

Programma Sole v. 1.0a - [Superfici trasparenti e schermature]

File Modifica Dati Strumenti Finestra

DATI GENER. SUP. TRASP. DATI FABBR. VISUAL

N.	Sup. trasparente			Schermatura n. 1			Schermatura n. 2			Schermatura n. 3			Schermatura n. 4		
	Sup.	Ang. az.	Ang. zen.	Sup.	Ang. az.	Ang. zen.	Sup.	Ang. az.	Ang. zen.	Sup.	Ang. az.	Ang. zen.	Sup.	Ang. az.	Ang. zen.
1	14,43	220,00	90,00	8,10	112,00	90,00	0,00	0,00	0,00	16,83	220,00	-33,00	0,00	0,00	0,00
2	20,16	210,00	90,00	10,45	105,00	90,00	0,00	0,00	0,00	15,00	210,00	-33,00	0,00	0,00	0,00
3	7,15	210,00	90,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,44	210,00	-40,00	0,00	0,00	0,00
4	13,44	200,00	90,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,60	200,00	-33,00	0,00	0,00	0,00
5	4,21	200,00	90,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,75	200,00	-48,00	0,00	0,00	0,00
6	20,16	190,00	90,00	10,40	75,00	90,00	0,00	0,00	0,00	22,50	190,00	-33,00	0,00	0,00	0,00
7	7,15	190,00	90,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,56	190,00	-48,00	0,00	0,00	0,00
8	28,30	180,00	90,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	35,00	180,00	-33,00	0,00	0,00	0,00
9	10,10	180,00	90,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,50	180,00	-48,00	0,00	0,00	0,00
10	20,16	170,00	90,00	10,40	284,00	90,00	0,00	0,00	0,00	22,50	170,00	-33,00	0,00	0,00	0,00
11	7,15	170,00	90,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,56	170,00	-48,00	0,00	0,00	0,00
12	16,44	160,00	90,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,60	160,00	-33,00	0,00	0,00	0,00
13	4,21	160,00	90,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,75	160,00	-48,00	0,00	0,00	0,00
14	20,16	150,00	90,00	10,45	270,00	90,00	0,00	0,00	0,00	15,00	150,00	-33,00	0,00	0,00	0,00
15	7,15	150,00	90,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,44	150,00	-40,00	0,00	0,00	0,00
16	14,43	140,00	90,00	8,10	254,00	90,00	0,00	0,00	0,00	16,83	140,00	-33,00	0,00	0,00	0,00
15	7,15	150,00	90,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,44	150,00	-40,00	0,00	0,00	0,00
16	14,43	140,00	90,00	8,10	254,00	90,00	0,00	0,00	0,00	16,83	140,00	-33,00	0,00	0,00	0,00
17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fig. 81 - I dati immessi nel programma delle superfici illuminate (21 nell'esempio riportato) e delle relative schermature, restituiscono per ogni ora di sole e per un giorno tipo di ogni mese invernale la somma totale dell'area netta delle superfici trasparenti (al netto delle ombre portate dalle schermature), come viste dal sole. Essa è necessaria e fondamentale per il calcolo degli apporti solari utili alla climatizzazione invernale della costruzione solare passiva.

(Programma SOLE redatto da Giorgio Bedin)



7.1.3 I dati fisico tecnici e dimensionali del fabbricato

Ricordo che il fabbricato va considerato nel suo insieme e non nelle singole componenti come vani, servizi, aule eccetera che lo compongono. In sostanza è come se svuotassimo il fabbricato pur tenendo conto della massa utile che può essere fornita dai divisori interni o dai solai intermedi. I dati di cui disporre e che vediamo di seguito quindi, sono ricavati dopo aver operato la schematizzazione nel senso descritto.

Dati caratteristici del fabbricato		
Gradi giorno della località (stagionali)	(°C)	2404
Potenza max ammessa per l'impianto di riscaldam. da L. 373	(w)	25000
Temperatura interna di esercizio dell'edificio	(°C)	20,0
Temperatura esterna minima della località	(°C)	-6,0
Volume d'aria contenuto nell'edificio	(mc)	4400,00
Coefficiente di rinnovo orario dell'aria		0,10
Massa termica di accumulo (calcestruzzo cm 5)	(kg)	345000
Calore specifico della massa di accumulo		(kwh/kg °C) 0,00024420
Sup. compless. dell'isolam. termico (polistirene estruso)	(mq)	2500,00
Conduktività del materiale isolante		(w/m °C) 0,040
Spessore del materiale isolante		(m) 0,171
Adduttanza unitaria interna media della parete		(w/mq °C) 7,00
Adduttanza unitaria esterna della parete		(w/mq °C) 20,00
Trasmittanza unit. tot. della sup. traspar. (senza schermature)		(w/mq °C) 1,10
Trasmittanza unit. tot. della sup. traspar. (con schermature)		(w/mq °C) 1,10
Percent. di riduz. del flusso solare dovuto alla sup. trasparente		(%) 50,0
Temperatura interna dell'edificio alle ore 0		(°C) 20,0

Fig. 82 - Maschera di immissione dei dati fisico tecnici e dimensionali del fabbricato.
(Programma SOLE redatto da Giorgio Bedin)

Come si rileva dalla maschera di cui alla Figura 82 i dati da immettere sono:

- I gradi giorno stagionali della località interessata - °C giorno;
- La temperatura interna media desiderata del fabbricato - °C;
- La temperatura esterna minima delle località - °C;
- Il volume complessivo d'aria contenuto nell'edificio - mc;
- Il coefficiente di rinnovo dell'aria - numero di volume/ora;
- La massa termica di accumulo e la massa contenuta nel volume del fabbricato che si ritiene possa costituire un efficace accumulo termico nel ciclo giornaliero - kg;
- Il calore specifico della massa di accumulo - kWh/kg°C;
- L'area complessiva di tutte quelle superfici che si ritiene essere "opache" e cioè la somma di tutte le superfici che non sono le trasparenti dedicate al guadagno solare diretto - mq;
- La conduttività termica del materiale coibente utilizzato per comporre la superficie opaca - w/m°C;



- Lo spessore medio “fittizio” del materiale coibente - m;
- L’adduttanza unitaria interna media della parete opaca - $W/mq^{\circ}C$;
- L’adduttanza unitaria esterna media della parete opaca - $W/mq^{\circ}C$;
- La trasmittanza unitaria della superficie trasparente dedicata al guadagno solare diretto - $W/mq^{\circ}C$;
- La trasmittanza unitaria della superficie trasparente dedicata al guadagno solare diretto quando dotata di schermature ulteriormente coibenti - $W/mq^{\circ}C$;
- La percentuale di riduzione del flusso termico solare operata dalla superficie trasparente dedicata al guadagno solare diretto - %;
- La temperatura interna del fabbricato assegnata nella mezzanotte di inizio della simulazione dinamica delle temperature interne - $^{\circ}C$.

Una corretta progettazione solare passiva in cui tutti gli elementi e le componenti “solari” del fabbricato siano stati risolti nella maniera più efficace possibile, come per esempio la cura dei ponti termici, il controllo delle indesiderate infiltrazioni d’aria, la qualità dei serramenti, le modalità di esecuzione e la qualità dei materiali impiegati, il controllo delle modalità di ricambio dell’aria interna, ecc. consentono di operare le descritte “semplificazioni” dei dati di input necessari a esaminare compiutamente il comportamento solare passivo del fabbricato anche nelle modalità dinamiche.

Questo permetterà di ottenere risultati di simulazione del calcolo molto vicini al reale comportamento termodinamico del fabbricato.

Per la raccolta e il calcolo preliminare di tutti i dati geometrici e fisico tecnici caratteristici del fabbricato da immettere nel programma, ci si può valere compiutamente di un foglio excel.

Vedi le seguenti Fig. 83 - 83’ - 84 - 85 - 86.



Scuola Materna di Contea

COEFFICIENTE MEDIO DI RICAMBIO MEDIO ORARIO DELL'ARIA				VOLUME D'ARIA INTERNO			
SPICCHIO 01 OVEST - SEZ. A-A, B-B	SUPERFICIE	MQ	ORE DI RICAMBIO	COEFFICIENTE DI RICAMBIO	SPICCHIO 01 OVEST	MC	
	PAVIMENTO	166,12			ALTEZZA MEDIA DEL VANO	5,10	
			8,00	0,40			
			8,00	0,10			
			8,00	0,10			
					VOLUME DI RICAMBIO NELLE 24 ORE.	4066,62	
SPICCHIO 02 OVEST SEZIONI C-C, D-D	MQ				SPICCHIO 02 OVEST	MC	
	PAVIMENTO	189,00			ALTEZZA MEDIA DEL VANO	5,00	
			8,00	0,40			
			8,00	0,10			
			8,00	0,10			
					VOLUME DI RICAMBIO NELLE 24 ORE.	4536,00	
SPICCHIO CENTRALE	MQ				SPICCHIO CENTRALE	MC	
	PAVIMENTO	148,00			ALTEZZA MEDIA DEL VANO	5,50	
			8,00	0,40			
			8,00	0,10			
			8,00	0,10			
					VOLUME DI RICAMBIO NELLE 24 ORE.	3907,20	
SPICCHIO 02 OVEST SEZIONI C-C, D-D	MQ				SPICCHIO 02 EST	MC	
	PAVIMENTO	189,00			ALTEZZA MEDIA DEL VANO	5,00	
			8,00	0,40			
			8,00	0,10			
			8,00	0,10			
					VOLUME DI RICAMBIO NELLE 24 ORE.	4536,00	
SPICCHIO 01 EST - SEZ. A-A, B-B	MQ	MQ			SPICCHIO 02 EST	MC	
	PAVIMENTO	166,12			ALTEZZA MEDIA DEL VANO	5,10	
			8,00	0,40			
			8,00	0,10			
			8,00	0,10			
					VOLUME DI RICAMBIO NELLE 24 ORE.	4066,62	
SOMMANO	MQ	858,24			SOMMANO MC	4398,42	
COEFFICIENTE DI RICAMBIO ORARIO MEDIO DELL'ARIA SENZA RECUPERO DI CALORE					SOMMANO MC	VOLUME complessivo DI RICAMBIO NELLE 24 ORE.	21112,44
COEFFICIENTE DI RECUPERO DI CALORE ATTUABILE		%					
COEFFICIENTE DI RICAMBIO ORARIO MEDIO DELL'ARIA CON RECUPERO DI CALORE							

Fig. 83 - Stampa di un foglio excel che fornisce gli utili dati fisico tecnici evidenziati del fabbricato da inserire nel programma.

CALCOLO DEL VALORE MEDIO DEL COEFFICIENTE DI RICAMBIO ORARIO DELL'ARIA
 (Programma SOLE redatto da Giorgio Bedin)



Scuola Materna di Contea

SUPERFICIE COMPLESSIVA DELL'ISOLAMENTO TERMICO			VOLUME D'ARIA INTERNO	ALTEZZA MEDIA DEL VANO	
SPICCHIO 01 OVEST - SEZ. A-A, B-B	MQ	MQ	SPICCHIO 01 OVEST	ML	MC
	PAVIMENTO	166,12		5,10	847,21
	COPERTURA	183,00			
	PARETE OVEST	76,32			
	PARETE NORD	51,00			
	PARETE SUD	55,00			
SPICCHIO 02 OVEST SEZIONI C-C, D-D	MQ		SPICCHIO 02 OVEST		MC
	PAVIMENTO	189,00		5,00	945,00
	COPERTURA	208,00			
	PARETE OVEST	8,96			
	PARETE NORD	37,45			
	PARETE SUD	61,00			
SPICCHIO CENTRALE	MQ		SPICCHIO CENTRALE		MC
	PAVIMENTO	148,00		5,50	814,00
	COPERTURA	162,80			
	PARETE OVEST	8,00			
	PARETE NORD	26,60			
	PARETE SUD	63,00			
	PARETE EST	8,00			
SPICCHIO 02 OVEST SEZIONI C-C, D-D	MQ		SPICCHIO 02 EST		MC
	PAVIMENTO	189,00		5,00	945,00
	COPERTURA	208,00			
	PARETE EST	8,96			
	PARETE NORD	37,45			
	PARETE SUD	61,00			
SPICCHIO 01 EST - SEZ. A-A, B-B	MQ	MQ	SPICCHIO 01 EST		MC
	PAVIMENTO	166,12		5,10	847,21
	COPERTURA	183,00			
	PARETE EST	76,32			
	PARETE NORD	51,00			
	PARETE SUD	55,00			
SOMMA SUP. COMPLESSIVA PARETE OPACA	MQ	2488,10	SOMMANO	MC	4398,42
VOLUME INTERNO NETTO DEL FABBRICATO	MC	4398,42			
SUPERFICIE ESTERNA LORDA	MQ	2692,75			

Fig. 83' - Stampa di un foglio excel che fornisce gli utili dati fisico tecnici evidenziati del fabbricato da inserire nel programma CALCOLO DELLA SUPERFICIE COMPLESSIVA DELLA PARETE OPACA E DEL VOLUME INTERNO NETTO DELL'ARIA (Programma SOLE redatto da Giorgio Bedin)



Scuola Materna di Contea

MASSA TERMICA DI ACCUMULO IN CALCESTRUZZO			SPESSORE UTILE CONSIDERATO		MASSA TERMICA DI ACCUMULO IN CALCESTRUZZO KG	
SEZ.	SUPERFICIE	MQ	METRI	PESO SPECIFICO KG/MC		
SPICCHIO 01 OVEST - SEZ. A-A, B-B						
	PAVIMENTO	166,12	0,05	2400,00	19934,40	
	COPERTURA	183,00	0,05	2400,00	21960,00	
	PARETE OVEST	76,32	0,05	2400,00	9158,40	
	PARETE NORD	40,61	0,05	2400,00	4872,77	
	PARETI INTERNE	90,26	0,05	2400,00	10830,60	
	PARETE SUD	5,85	0,05	2400,00	702,00	
SPICCHIO 02 OVEST SEZIONI C-C, D-D						
	PAVIMENTO	189,00	0,05	2400,00	22680,00	
	COPERTURA	208,00	0,05	2400,00	24960,00	
	PARETI INTERNE	228,80	0,05	2400,00	27456,00	
	PARETE NORD	23,70	0,05	2400,00	2844,00	
	PARETE SUD	2,10	0,05	2400,00	252,00	
SPICCHIO CENTRALE						
	PAVIMENTO	148,00	0,05	2400,00	17760,00	
	COPERTURA	162,00	0,05	2400,00	19440,00	
	PARETI INTERNE	102,72	0,05	2400,00	12326,40	
	PARETE NORD	18,71	0,05	2400,00	2245,20	
	PARETE SUD	6,78	0,05	2400,00	813,00	
SPICCHIO 02 OVEST SEZIONI C-C, D-D						
	PAVIMENTO	189,00	0,05	2400,00	22680,00	
	COPERTURA	208,00	0,05	2400,00	24960,00	
	PARETI INTERNE	228,80	0,05	2400,00	27456,00	
	PARETE NORD	23,70	0,05	2400,00	2844,00	
	PARETE SUD	13,65	0,05	2400,00	1638,00	
SPICCHIO 01 OVEST - SEZ. A-A, B-B						
	PAVIMENTO	166,10	0,05	2400,00	19932,00	
	COPERTURA	183,00	0,05	2400,00	21960,00	
	PARETE EST	76,32	0,05	2400,00	9158,40	
	PARETE NORD	40,61	0,05	2400,00	4872,77	
	PARETI INTERNE	90,26	0,05	2400,00	10830,60	
	PARETE SUD	5,85	0,05	2400,00	702,00	
SOMMANO					KG	344566,54

Fig. 84 - Stampa di un foglio excel che fornisce gli utili dati fisico tecnici evidenziati del fabbricato da inserire nel programma CALCOLO DELLA MASSA TERMICA DI ACCUMULO (Programma SOLE redatto da Giorgio Bedin)



SUPERFICIE TRASPARENTE DI CAPTAZIONE NETTA		SCHERMATURA 1 OVEST SCHERMATURA 2 EST SCHERMATURA 3 TETTO													
		MQ	SUP. FINESTRA TA N.	SUP. MQ	ANGOLO AZIMUT.	ANGOLO ZENITALE	SUP. MQ	ANGOLO AZIMUT.	ANGOLO ZENITALE	SUP. MQ	ANGOLO AZIMUT.	ANGOLO ZENITALE	SUP. MQ	ANGOLO AZIMUT.	ANGOLO ZENITALE
SPICCHIO 01a OVEST SEZ. A-A	MQ														
	FINESTRA SUD	1	14,43	220,00	90,00	0,00	0,00	0,00	8,10	112,00	90,00	16,83	220,00	-33,00	
	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	SOMMANO		14,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,10	0,00	0,00	16,83	0,00	0,00	
SPICCHIO 01b OVEST SEZ. B-B	MQ														
	FINESTRA SUD	2	20,16	210,00	90,00	0,00	0,00	0,00	10,45	105,00	90,00	15,00	210,00	-33,00	
	FINESTRA INTERMEDIA	3	7,15	210,00	90,00	0,00	0,00	90,00	0,00	0,00	0,00	11,44	210,00	-40,00	
	0,00		27,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,45	0,00	0,00	26,44	0,00	0,00	
SPICCHIO 02a OVEST SEZ. C-C	MQ														
	FINESTRA SUD	4	13,44	200,00	90,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,60	200,00	-33,00	
	FINESTRA INTERMEDIA	5	4,21	200,00	90,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,75	200,00	-48,00	
	0,00		17,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,35	0,00	0,00	
SPICCHIO 02b OVEST SEZ. D-D	MQ														
	FINESTRA SUD	6	20,16	190,00	90,00	0,00	0,00	0,00	10,40	75,00	90,00	22,50	190,00	-33,00	
	FINESTRA INTERMEDIA	7	7,15	190,00	90,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,56	190,00	-48,00	
	0,00		27,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,40	0,00	0,00	37,06	0,00	0,00	
SPICCHIO CENTRALE SEZIONE E-E	MQ														
	FINESTRA SUD	8	28,30	180,00	90,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	35,00	180,00	-33,00	
	FINESTRA INTERMEDIA	9	10,10	180,00	90,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,50	180,00	-48,00	
	0,00		38,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57,50	0,00	0,00	
SPICCHIO 02b EST SEZ. D-D	MQ														
	FINESTRA SUD	10	20,16	170,00	90,00	10,40	284,00	90,00	0,00	0,00	0,00	22,50	170,00	-33,00	
	FINESTRA INTERMEDIA	11	7,15	170,00	90,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,56	170,00	-48,00	
	0,00		27,31	0,00	0,00	10,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	37,06	0,00	0,00	
SPICCHIO 02a EST SEZ. C-C	MQ														
	FINESTRA SUD	12	13,44	160,00	90,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,60	160,00	-33,00	
	FINESTRA INTERMEDIA	13	4,21	160,00	90,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,75	160,00	-48,00	
	0,00		17,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,35	0,00	0,00	
SPICCHIO 01b EST SEZ. B-B	MQ														
	FINESTRA SUD	14	20,16	150,00	90,00	10,45	270,00	90,00	0,00	0,00	0,00	15,00	150,00	-33,00	
	FINESTRA INTERMEDIA	15	7,15	150,00	90,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,44	150,00	-40,00	
	0,00		27,31	0,00	0,00	10,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	26,44	0,00	0,00	
SPICCHIO 01a EST SEZ. A-A	MQ			ANGOLO AZIMUT.	ANGOLO ZENITALE	SUP. MQ	ANGOLO AZIMUT.	ANGOLO ZENITALE	SUP. MQ	ANGOLO AZIMUT.	ANGOLO ZENITALE	SUP. MQ	ANGOLO AZIMUT.	ANGOLO ZENITALE	
	FINESTRA SUD	16	14,43	140,00	90,00	8,10	254,00	90,00	0,00	0,00	0,00	16,83	140,00	-33,00	
	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	SOMMANO		14,43	0,00	0,00	8,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,83	0,00	0,00	
SOMMANO			211,80												

Fig. 85 - Stampa di un foglio excel che fornisce gli utili dati geometrici evidenziati del fabbricato da inserire nel programma. RILIEVO DATI DELLE SUPERFICIE TRASPARENTI VISTE DAL SOLE E DELLE RELATIVE SCHERMATURE (Programma SOLE redatto da Giorgio Bedin)



SCUOLA MATERNA DI CONTEA

Calcolo dello spessore fittizio del materiale isolante (XPS) impegnato
nella parete opaca composita

	superficie	spessore	Lambda	DELTA T	conducibilità termica	Dispersione per sola conduzione Watt
	mq	ml	W/m°C XPS	°C	W/mq°C	
Copertura	944	0,2	0,04	26		4909
Pavimento	858	0,2	0,04	15		2574
Pareti	655	0,15	0,04	26		4541
Vetri delle finestre non solari	26			26	1,1	744
Telai in legno di tutte le finestre	48,36			26	2,09	2628
Sommano						15396
Parete opaca fittizia equivalente	2531,36	0,171	0,04	26		15395

Fig. 86 - Stampa di un foglio excel che fornisce gli utili dati geometrici evidenziati del fabbricato da inserire nel programma. CALCOLO DELLO SPESSORE MEDIO FITTIZIO DEL MATERIALE ISOLANTE DELLE PARETI OPACHE COMPOSITE (Programma SOLE redatto da Giorgio Bedin)



Anche il calcolo dello spessore fittizio medio del materiale coibente contenuto nella superficie opaca si può utilmente effettuare mediante un foglio excel.

Esso deriva dalla media delle resistenze termiche di tutte le superfici opache e trasparenti che vengono considerate come superfici opache.

Lo spessore fittizio può anche essere stimato in una prima simulazione di calcolo, riducendo lo spessore medio effettivo del coibente impiegato, tenendo conto appunto delle varie incidenze di tutte le superfici coinvolte.

7.2 I risultati del calcolo

A seguito dei dati inseriti nel programma, si ottengono i seguenti risultati sintetici:

- l'ammontare dell'energia necessaria per portare la temperatura interna di tutto il fabbricato al valore desiderato in kWh;
- la parte di questa energia che viene fornita direttamente dal sole;
- la parte di energia che invece dovrà essere comunque fornita per integrazione.

Inoltre, si ottengono dei grafici sull'andamento della temperatura interna media di tutto il fabbricato, sottoposto agli effetti dell'andamento dell'irraggiamento solare diretto e della temperatura esterna sul fabbricato medesimo.

Si tenga presente che i valori dell'energia integrativa richiesta per climatizzare il fabbricato risultano molto contenuti, in quanto si tratta di consumi di un fabbricato costruito appositamente per sfruttare il ridotto calore solare diretto invernale, e quindi progettato e realizzato con grande attenzione verso la riduzione delle dispersioni termiche.

7.2.1 Analisi dei consumi e degli apporti solari

Come detto, il programma fornisce il fabbisogno energetico per il riscaldamento suddiviso per ogni mese e complessivo per tutta la stagione invernale, vedi la Fig. 87



Fabbisogno di riscaldamento - Contributo termico solare													
Dati mensili													
	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.	
A	Fabbisogno mensile di riscaldam. (kwh/mese)	13334	10264	8454	1375	0	0	0	0	0	1352	8683	12349
B	Contributo term. solare mens. utile (kwh/mese)	7053	7237	6623	1375	0	0	0	0	0	1352	5524	5939
C	Fabbisogno mensile di riscaldam. ausiliario	6281	3027	1831	0	0	0	0	0	0	0	3159	6410

Dati stagionali			
A	Fabbisogno stagionale di riscaldamento dell'edificio (kwh)	55809	100,0 %
B	Contributo termico solare stagionale (kwh)	35102	62,9 %
C	Fabbisogno stagionale di riscaldamento ausiliario dell'edificio (kwh)	20708	37,1 %

Valutazione rapporto <R>	
Fabbisogno stagionale di riscaldamento dell'edificio (eff.)	0,3710
Contributo termico solare stagionale	
Fabbisogno stagionale di riscaldamento dell'edificio (eff.)	

Fig. 87 - La tabella fornisce i consumi energetici complessivi del fabbricato, il contributo termico fornito dal sole ed il fabbisogno di riscaldamento integrativo. Tutti i risultati sono forniti per ogni mese e per tutta la stagione di riscaldamento. (Programma SOLE redatto da Giorgio Bedin)

Nella tabella di Figura 87 si nota che nei mesi di aprile e ottobre non è necessario fornire energia integrativa per il riscaldamento, in quanto la quantità di calore fornita dal sole è in valore assoluto maggiore o uguale al fabbisogno.

Per fabbricati ben costruiti, ciò può accadere facilmente anche per i mesi di novembre e marzo.

Si deduce anche che, agendo sulle grandezze fisico tecniche e geometriche delle grandezze componenti il fabbricato, si possa giungere al risultato che la quantità di calore fornita dal sole nel suo valore assoluto sia pari o addirittura maggiore di quella richiesta per climatizzare l'intero fabbricato.

Ciò non significa che in certi periodi dell'inverno la temperatura interna media non possa scendere al di sotto del valore desiderato.

Nel caso riportato in tabella di Fig. 87, il 51,3 % di tutto il calore richiesto viene fornito dal sole, mentre il quantitativo rimanente, pari al 48,7 %, dovrà essere garantito da un qualche sistema di riscaldamento integrativo.



7.2.2 Analisi delle temperature interne

È importante conoscere l'andamento delle temperature interne medie del fabbricato in relazione alla variazione dell'irraggiamento solare e della temperatura esterna. Il programma simula un andamento climatico caratterizzato da un giorno di sole limpido e i due successivi caratterizzati da cielo coperto, vedi Fig. 88. La curva della temperatura esterna (di colore blu) è tracciata dal programma in funzione dei dati climatici inseriti con la maschera iniziale di Fig. 76.

La curva dell'irraggiamento solare (di colore rosso) è tracciata dal programma in funzione dei dati climatici inseriti con la maschera di Fig. 76 e delle dimensioni e caratteristiche tecniche e geometriche delle superfici trasparenti esposte all'irraggiamento solare.

Il tracciato della temperatura interna nei tre giorni considerati (di colore verde), è reso dal programma in funzione delle due curve precedentemente descritte (blu e rossa) e di tutte le caratteristiche fisico tecniche e geometriche dedotte dai dati di input di cui alle tabelle di Fig. 76 -77 e 81- 82.

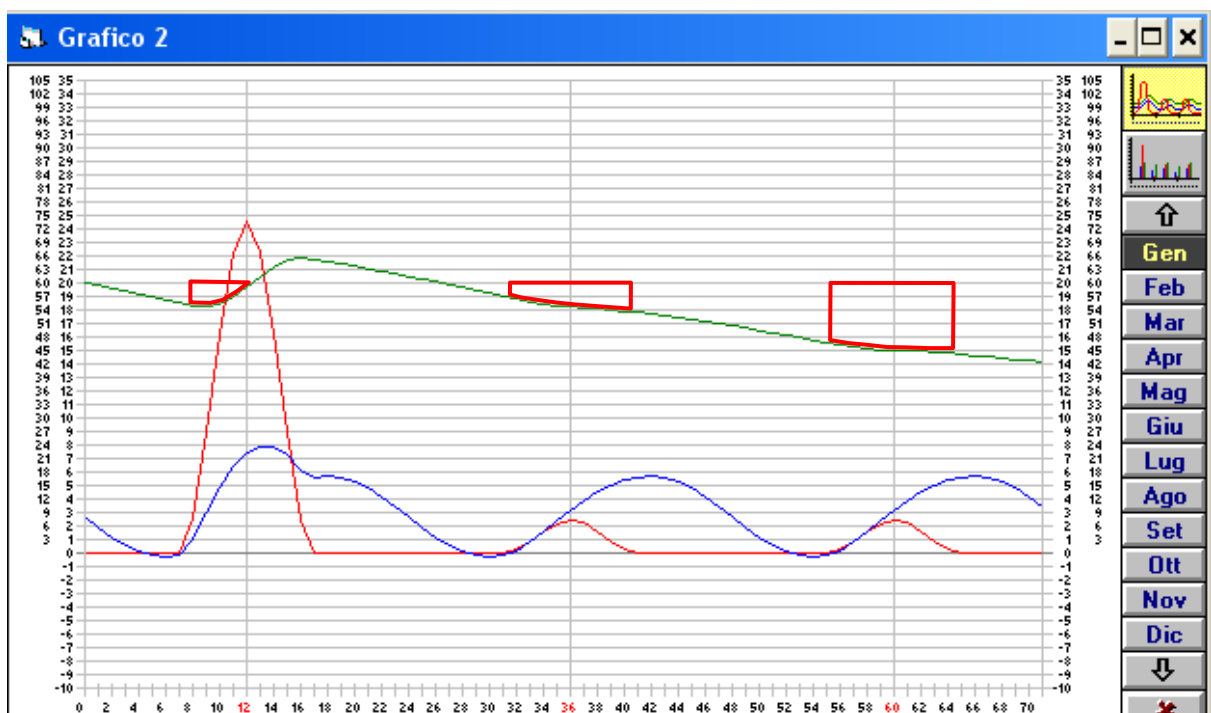


Fig. 88 - Nel grafico sono visibili le tre curve della temperatura esterna in blu, dell'irraggiamento solare in rosso e della temperatura interna media in verde, per il mese di gennaio. Alla temperatura interna viene assegnato il valore iniziale di riferimento alle ore zero di 20°C. (Programma SOLE redatto da Giorgio Bedin)



In Fig. 88 è riportato l'andamento delle grandezze descritte per il mese di gennaio. Esso è considerato il mese più freddo e il diagramma ci permette di verificare la perdita di temperatura dopo 72 ore. Nel caso di Fig. 88 la temperatura scende dai 20°C iniziali ai 12,30 °C finali del periodo. La simulazione di gennaio è significativa anche per i mesi di novembre, dicembre, febbraio e marzo, i cui grafici sono comunque forniti dal programma.

Una costruzione solare passiva ben progettata e realizzata dovrebbe limitare il più possibile il calo di temperatura nei tre giorni considerati.

L'abbassamento della temperatura comporta la necessità di ricorrere al sistema di riscaldamento integrativo nei momenti di in cui la temperatura viene ritenuta troppo bassa.

L'andamento regolare della curva rappresentativa dell'irraggiamento solare (rossa), dimostra che le schermature solari non stanno influenzando la visione del sole, creando zone d'ombra.

In Fig. 89 è riportato, invece, l'andamento delle grandezze descritte per il mese di settembre. Anche per il mese di settembre la simulazione diventa utile. Infatti, pur non essendo normalmente un mese in cui necessita riscaldare il fabbricato, il diagramma permette di verificare la temperatura interna media massima raggiungibile.

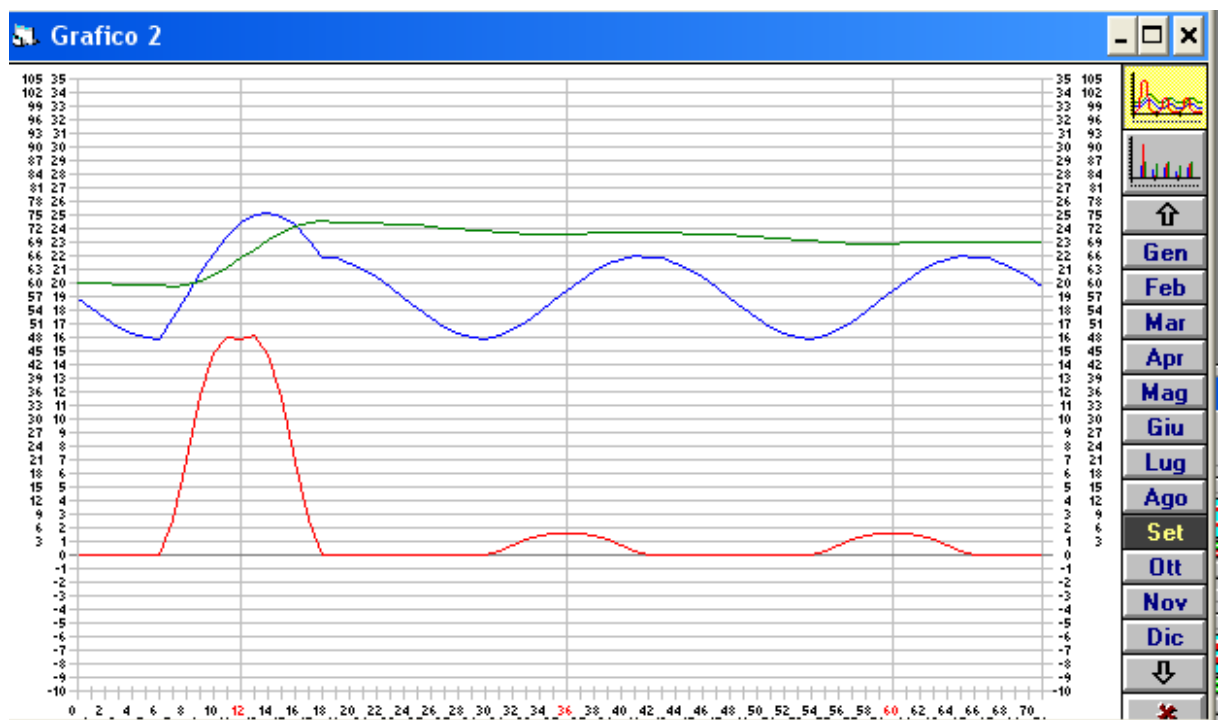


Fig. 89 - Nel grafico sono visibili le tre curve della temperatura esterna in blu, dell'irraggiamento solare in rosso e della temperatura interna media in verde per il mese di settembre. Alla temperatura interna viene assegnato il valore iniziale di riferimento alle ore zero di 20°C. (Programma SOLE redatto da Giorgio Bedin)



In settembre le temperature esterne sono ancora elevate e il sole già abbassatosi sull'orizzonte, viene solo minimamente intercettato dalle schermature solari.

In questo mese il controllo della temperatura interna media permette allora di verificare che non si raggiunga surriscaldamento nei vani interni, rivelando così la buona qualità climatica passiva della costruzione nel suo funzionamento estivo. È ovvio che, in caso di elevate temperature interne, si potrà agire sul ricambio naturale dell'aria senza spreco di energia. D'estate sarà comunque possibile anche far funzionare un qualche sistema di raffreddamento, per esempio con la ventilazione notturna o con un impianto attivo di raffreddamento.

L'andamento quasi regolare della curva rappresentativa dell'irraggiamento solare (rossa) dimostra che le schermature solari riducono di poco e solo a cavallo di mezzogiorno gli apporti solari, creando limitate superfici in ombra.

In Fig. 90 è riportato, invece, l'andamento delle grandezze descritte per il mese di aprile. Anche per il mese di aprile la simulazione diventa utile. Infatti, pur non essendo normalmente un mese in cui un fabbricato solare passivo necessita di riscaldamento, il diagramma ci permette di verificare l'andamento della curva dell'irraggiamento solare.

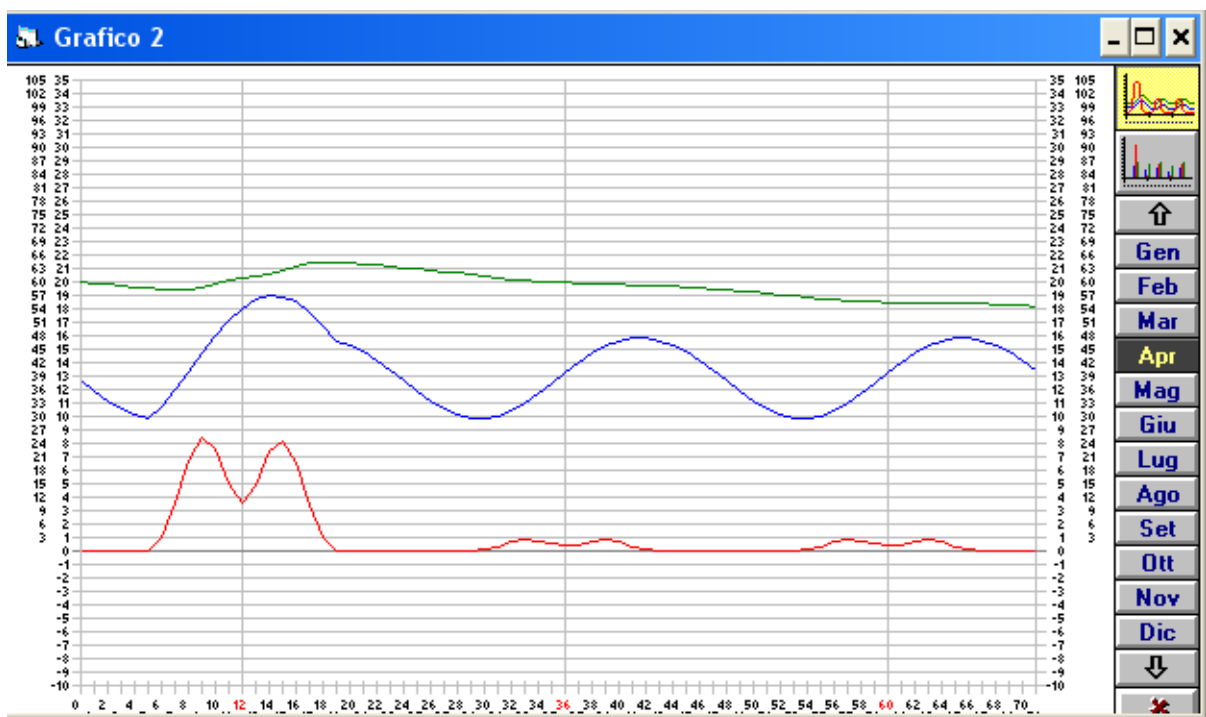


Fig. 90 - Nel grafico sono visibili le tre curve della temperatura esterna in blu, dell'irraggiamento solare in rosso e della temperatura interna media in verde per il mese di **aprile**. Alla temperatura interna viene assegnato il valore iniziale di riferimento alle ore zero di 20°C. (Programma SOLE redatto da Giorgio Bedin)



Anche per la scuola Media Giovanni XXIII di Montebelluna i consumi rilevati corrispondono a quelli calcolati con il programma descritto. In questo caso i consumi si riferiscono oltre che al riscaldamento e alla ventilazione anche all'illuminazione. I consumi sono visibili nella Fig. 92.

																Consumo energetico aule nuove Media Papa Giovanni XXIII		
marzo	marzo	marzo	aprile	aprile	aprile	aprile	maggio	maggio	giugno	luglio	luglio	agosto	agosto	ottobre	ottobre	novembre	dicembre	
1861	1974	2019	2135	2159	2189	2230	2261	2300	2496	2498	2506	2508	2517	2645	2750	2950	3500	
11,03,2008	19,03,2008	25,03,2008	01,04,2008	08,04,2008	15,04,2008	29,04,2008	14,05,2008	27,05,2008	26,06,2008	15,07,2008	30,07,2008	27,08,2008	15,09,2008	17,10,2008				
183	191	197	204	211	218	232	247	260	291	306	329	355	371	403	416	446	477	
2797	2900	2901	3012	3026	3046	3072	3099	3130	3173	3201	3220	3222	3238	3340	3450	3650	4200	
11,03,2008	19,03,2008	21,03,2008	01,04,2008	08,04,2008	15,04,2008	29,04,2008	14,05,2008	27,05,2008	26,06,2008	15,07,2008	30,07,2008	27,08,2008	15,09,2008	17,10,2008	10,09,2008	10,09,2008	10,09,2008	
183	191	197	204	211	218	232	247	260	291	306	329	355	371	403	416	446	477	
4658,00	4874,00	4920,00	5147,00	5185,00	5235,00	5302,00	5360,00	5430,00	5669,00	5699,00	5726,00	5730,00	5755,00	5985,00	6200,00	6600,00	7700,00	
173	216	46,00	227,00	38,00	50,00	67,00	58,00	70,00	239	30	27	4	25,00	230,00	215,00	400,00	1100,00	
9290,55	9314,19	9115,74	9209,09	8969,31	8765,02	8341,51	7920,65	7622,88	7110,60	6797,83	6352,55	5891,41	5661,93	5420,66	5439,90	5401,35	5892,03	
1743,00	1959,00	2005,00	2232,00	2270,00	2320,00	2387,00	2445,00	2515,00	2754,00	2784,00	2811,00	2815,00	2840,00	3070,00	3285,00	3685,00	4785,00	
558	666	724	861	985	1057	1291	1610	1797	2331	2740	3039	3620	3953	4420	4620	5000	5400	
-1185	-1293	-1281	-1371	-1285	-1263	-1096	-835	-718	-423	-44	228	805	1113	1350	1335	1315	615	
€ 533,25	€ 581,85	€ 576,45	€ 616,95	€ 578,25	€ 568,35	€ 493,20	€ 375,75	€ 323,10	€ 190,35	€ 19,80	€ 102,60	€ 362,25	€ 500,85	€ 607,50	€ 600,75	€ 591,75	€ 276,75	
38	108	58	137	124	72	234	319	187	534	409	299	581	333	467	200	380	400	

Fig. 92 - Il rilievo dei consumi di energia elettrica delle macchine termiche, dei ventilatori e dell'illuminazione eseguito nell'inverno del 2007-2008, ha permesso di calcolare il consumo di energia elettrica in kWh/mq anno nella scuola Media Giovanni XXIII di Montebelluna. I valori rilevati sono molto vicini a quelli di calcolo forniti dal programma. In questo caso tutta l'energia elettrica necessaria per il funzionamento delle 4 aule viene fornita da pannelli solari fotovoltaici. Il dimensionamento ottimale dell'impiantistica ha consentito di produrre circa 600 kWh/anno di energia elettrica in più rispetto alle necessità della scuola. (Programma SOLE redatto da Giorgio Bedin)

7.3.2 Il rilievo dell'andamento delle temperature interne

Al fine di verificare la coerenza dell'andamento delle temperature rese dal programma con quelle reali, si sono rilevati, in un'aula della scuola Media Giovanni XXIII, i valori di quelle esterne e di quelle interne all'edificio durante tre giorni, aventi caratteristiche analoghe a quelle simulate dal programma.

I dati riportati in Fig. 93 formano un diagramma sul quale è stato sovrapposto quello restituito dal programma per gli stessi parametri.

Si può notare che, con le dovute approssimazioni, gli andamenti simulati risultano coerenti con quelli rilevati.

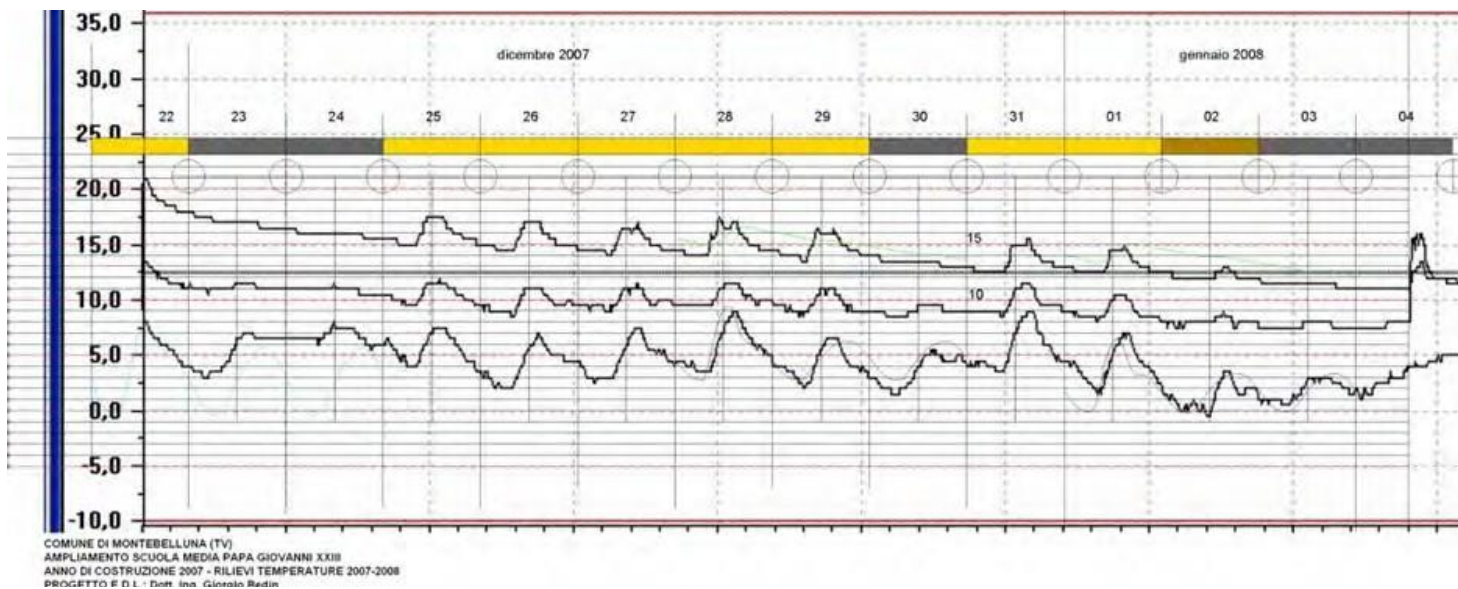


Fig. 93 - Nella scuola media Giovanni XXIII, il rilievo delle temperature, esterna (inferiore), interna (superiore) e dell'aria di ricambio in ingresso (intermedia) dal 22 dicembre 2007 al 4 gennaio 2008, in un'aula, ha consentito di verificare la coerenza tra i dati reali di rilievo, con quelli simulati dal computer. Nella parte ingrandita che riguarda tre giorni, 1-2-3 gennaio, la sovrapposizione dei diagrammi delle temperature esterne simulate (blu) e delle temperature interne simulate (verdi) si sovrappongono a quelle reali con una approssimazione accettabile. La temperatura iniziale di soli 13°C è dovuta al continuo funzionamento del ventilatore per il ricambio dell'aria, regolato alla massima portata, che ha abbassato costantemente la temperatura iniziale, pari a 21°C, del periodo. La temperatura dell'aria in ingresso per il ricambio si attestava sempre in posizione intermedia, segnalando un recupero di calore di circa il 60%.

(Programma SOLE redatto da Giorgio Bedin)



8

Gli impianti
Concetto, necessità,
importanza e incidenza
degli impianti integrativi
Gli effetti della
massa strutturale
del fabbricato
I pannelli solari
fotovoltaici



8) Gli impianti. Concetto, necessità, importanza e incidenza degli impianti integrativi. Gli effetti della massa strutturale del fabbricato. I pannelli fotovoltaici.

Come analizzato nel precedente capitolo 7), è possibile costruire un edificio che utilizzi l'energia solare diretta e crei ambienti confortevoli, senza la necessità di fornirgli calore integrativo. È sufficiente, infatti, ottimizzare tutti i parametri fisico tecnici componenti il fabbricato e necessari al suo funzionamento, per giungere a un edificio a "energia zero". Intendendo con questo, un edificio autosufficiente dal punto di vista energetico, e cioè un edificio "solare passivo".

Il fatto, però, che un edificio che mediamente nella stagione invernale non necessiti di energia integrativa, non significa che in ogni momento dell'anno garantisca condizioni ottimali di comfort. Lunghi periodi di assenza di sole diretto con temperature esterne piuttosto rigide possono rendere necessario l'intervento di una fonte di calore integrativa.

Anche momenti di caldo eccessivo, accompagnato da elevata umidità relativa dell'aria e assenza di vento, possono indurre al ricorso a qualche tipo di impianto per ricondurre i parametri climatici entro limiti accettabili.

È evidente, però, che qualsiasi fonte integrativa si possa concepire e installare, essa avrà una funzione marginale in un edificio solare passivo ben costruito, che dovrà, nella "filosofia" di quanto fino ad ora descritto, essere molto semplice e adeguata alla funzione molto limitata che dovrà svolgere.

Rientra nel novero degli impianti anche quello necessario al recupero di calore dall'aria viziata di espulsione. Dobbiamo tener presente, a questo riguardo, che il calore contenuto nell'aria di espulsione è una quantità importante in una costruzione solare passiva e il suo recupero è fondamentale nel bilancio energetico.

Altri impianti o sistemi di sola produzione di calore devono comunque essere molto elastici nel funzionamento, in quanto devono entrare in funzione solo se viene richiesto e per correggere situazioni di disagio climatico, normalmente per periodi eccezionali e di breve durata.

8.1 Il ricambio dell'aria con recupero di calore

Come accennato il recupero di calore dall'aria di espulsione è fondamentale per costruzioni ad elevata coibentazione termica.

La possibilità di recupero del calore di espulsione può avvenire per mezzo di una impostazione complessiva delle strutture del fabbricato o utilizzando macchine appositamente realizzate per questo scopo.



8.1.1 Impianto diffuso con coinvolgimento delle strutture del fabbricato

Si tratta di un sistema di condotte d'aria che convogliano l'ingresso dell'aria di rinnovo e l'uscita di quella viziata in modo da consentire lo scambio termico utilizzando le strutture del fabbricato.

Il sistema progettato e utilizzato per le scuole Medie Giovanni XXIII e la Materna di Contea ha dato un rendimento superiore al 50%.

L'aria in ingresso viene prelevata all'esterno mediante un collettore che conduce ad un filtro di adeguate dimensioni. Il collettore attraversa tutto il piano interrato e da esso si dipartono le condotte che, dopo aver percorso una adeguata lunghezza vicino al soffitto dell'interrato conducono l'aria, in questo modo preriscaldata, nei vani superiori di destinazione ad una altezza di circa tre metri e cinquanta.



Fig. 95 - Collettore e filtro per l'aria esterna di ricambio. Scuola Materna di Contea. Progetto impianti ing. Giorgio Bedin

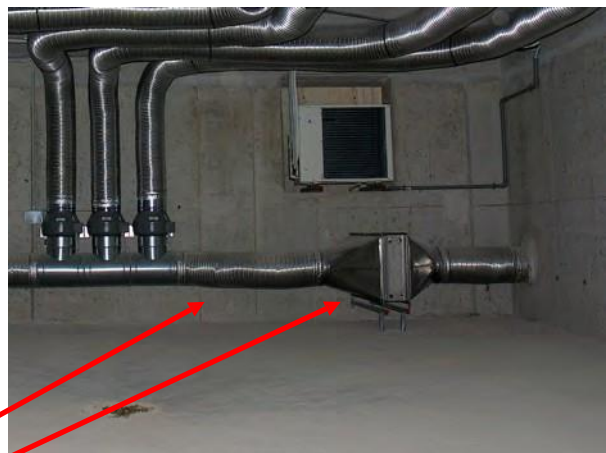


Fig. 96 - Ingresso dell'aria preriscaldata ai vani superiori e ventilatore di spinta dell'aria verso la serpentina a soffitto e l'ingresso ai vani superiori. Scuola Materna di Contea. Progetto impianti ing. Giorgio Bedin



Fig. 97 - Ingresso dell'aria preriscaldata al vano superiore. Scuola Materna di Contea. Progetto impianti ing. Giorgio Bedin



Per merito della sovrappressione che si instaura nei vani abitati dovuta alla spinta dei ventilatori, l'aria viziata interna è costretta ad uscire attraverso le prese poste a circa un metro dal pavimento e quindi recarsi nel vano interrato.



*Fig. 99 - Vano di uscita dell'aria viziata nel piano interrato. Scuola Materna di Contea
Progetto impianti ing. Giorgio Bedin*

*Fig. 98 - Griglia di uscita dell'aria viziata verso il piano interrato. Scuola Materna di Contea
Progetto impianti ing. Giorgio Bedin*

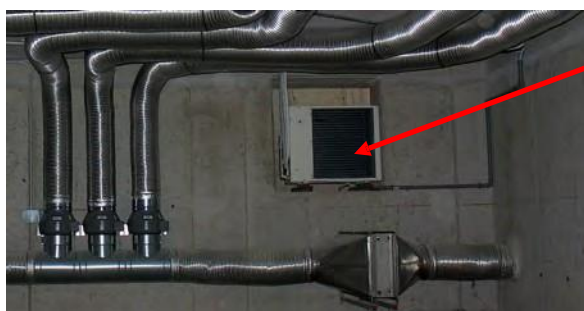


L'aria viziata stratificherà a soffitto essendo normalmente più calda di quella presente nell'interrato. In questo modo, l'aria in ingresso transitante nei condotti metallici visti in precedenza, potrà preriscaldarsi prima di accedere ai vani superiori e continuare il ciclo.

Il coinvolgimento delle struttura del fabbricato e in particolare del vano interrato, nel ciclo dell'aria di ricambio, permette all'aria in ingresso di recuperare anche il calore del terreno e della massa delle murature, che normalmente si trovano a un temperatura superiore a quella dell'aria esterna.

Il sistema descritto, oltre a semplificare in parte i percorsi dell'aria, consente di recuperare più del 50% del calore contenuto nell'aria di espulsione. Inoltre, la stratificazione dell'aria calda all'intradosso del soffitto rende quasi nulla la perdita di calore per conduzione da tutti i vani superiori verso il basso.

Nel caso si utilizzino le pompe di calore (composte da una unità esterna e da una o più unità interne) per il riscaldamento integrativo dei vani abitati, e collocando le macchine esterne su apposite "finestre" ricavate nei muri esterni dell'interrato, l'espulsione definitiva verso l'esterno dell'aria viziata può avvenire attraversando appunto le macchine esterne che saranno così in grado di recuperare una ulteriore quantità di calore dall'aria espulsa, aumentandone il COP e riducendo di molto i possibili periodi di formazione di ghiaccio sullo scambiatore della macchina stessa.



*Fig. 100 - Le macchine esterne delle pompe di calore, collocate su "finestre" delle murature esterne dell'interrato, tra il vano interno ed una bocca da lupo esterna, sono in grado di recuperare, nel loro anche migliorato funzionamento, un'ulteriore quantità di calore dall'aria viziata, prima della sua definitiva espulsione. Scuola Materna di Contea.
Progetto impianti ing. Giorgio Bedin*

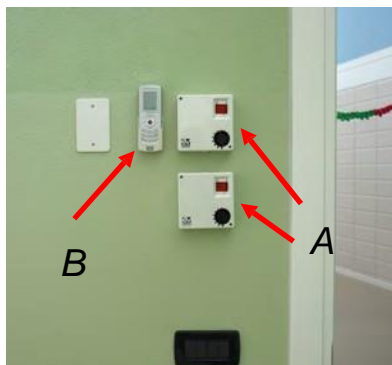


Fig. 101 - **A**: accensione e regolazione della ventilazione.

B: telecomando per la programmazione delle pompe di calore.
Scuola Materna di Contea.
Progetto impianti ing. Giorgio Bedin



Fig. 102 - Quadro di contatori e timer per il rilievo dei consumi elettrici dei ventilatori e la programmazione di funzionamento dei medesimi
Scuola Materna di Contea.
Progetto impianti ing. Giorgio

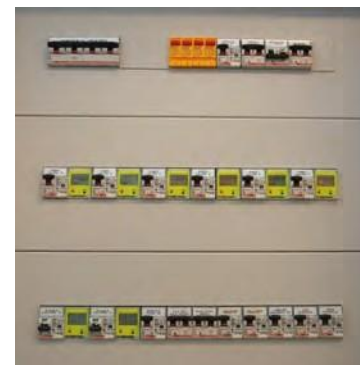


Fig. 103 - Quadro di contatori per il rilievo dei consumi elettrici delle pompe di calore.
Scuola Materna di Contea.
Progetto impianti ing. Giorgio Bedin

Per poter ottimizzare le modalità di ricambio dell'aria, è opportuno che vengano installati il comando di accensione e di regolazione della portata di ogni ventilatore ed il timer di programmazione del loro funzionamento Fig. 101 e 102.

Al fine di verificare i reali consumi energetici del fabbricato è opportuno adottare l'edificio di sistemi di misurazione dell'energia elettrica consumata dai ventilatori di mandata dell'aria di ricambio Fig. 102 e dalle pompe di calore Fig. 103.

Sistemi di ricambio con recupero di calore simili a quello descritto, vengono proposti anche dotati di resistenza elettrica che sia in grado di riscaldare ulteriormente l'aria in ingresso. Questi impianti, a mio avviso, legano troppo le funzioni di ricambio, recupero di calore e riscaldamento, rendendo poco flessibili le modalità di climatizzazione e quindi, in definitiva il risparmio, energetico.

8.1.2 Impianti puntuali

La notevole importanza ai fini igienici della ventilazione dei locali e la contemporanea necessità di limitare le dispersioni termiche, ha spinto l'industria a ideare ed approntare apparecchiature di ventilazione con recupero di calore.

Si tratta principalmente di sistemi puntuali a funzionamento elettrico che necessitano solo di due fori ravvicinati sulla muratura, oltre alla presa elettrica.

I canali di ingresso e di espulsione dell'aria si incrociano all'interno dell'apparecchio consentendo un efficace scambio di calore tra i due flussi d'aria. Possono essere installati in ogni locale che sia in contatto con l'esterno e sono programmabili.

Problemi di rumorosità, di manutenzione e di costo si contrappongono alla semplicità di applicazione anche in locali esistenti.



8.2 Il riscaldamento ambientale

Nonostante un edificio solare passivo ben progettato e realizzato e a consumo quasi zero dimostri di non avere mediamente necessità di energia integrativa per riscaldarsi, durante i limitati periodi di scarsa disponibilità di luce solare diretta e con basse temperature esterne, esso dovrà fare affidamento su una fonte alternativa di calore per aumentare di qualche grado la temperatura interna.

Osservando infatti il grafico delle temperature di cui alla figura 88, si nota che nei tre giorni di simulazione dell'andamento delle temperature nella Scuola Materna di Contea (un primo giorno di pieno sole e i due successivi coperti), nei periodi di utilizzo della Scuola, la temperatura scende sotto i 20° desiderati (aree perimetrate in rosso).

Se si desidera raggiungere una temperatura superiore a quella fornita dal sole è necessario quindi prevedere un sistema di riscaldamento ambientale integrativo. Ovviamente data la elevata qualità energetica del fabbricato, i consumi di energia saranno comunque molto limitati.

Ma molto piccolo è anche il salto di temperatura richiesto, per cui si deduce che l'impianto integrativo, oltre a dover essere molto semplice dovrà anche essere molto flessibile per poter adattarsi alle variabili condizioni del tempo meteorologico.

Quindi, pompe di calore programmabili, stufe e cucine a legna o a pellet, stufette elettriche o pannelli radianti possono essere ideali. Meno flessibili appaiono gli impianti centralizzati, sia a servizio di radiatori tradizionali che per il riscaldamento a pavimento.

8.2.1 Le pompe di calore aria-aria

Composte da una macchina esterna e da una o più macchine interne ad essa collegate, hanno raggiunto un livello di efficienza (COP = coefficiente di prestazione) ed affidabilità tali che si possono utilizzare con ottimi risultati per produrre il necessario calore invernale. Gli accorgimenti maggiori, oltre al dimensionamento, riguardano la collocazione, soprattutto delle macchine esterne, in quanto non facilmente inseribili nell'architettura dell'edificio.

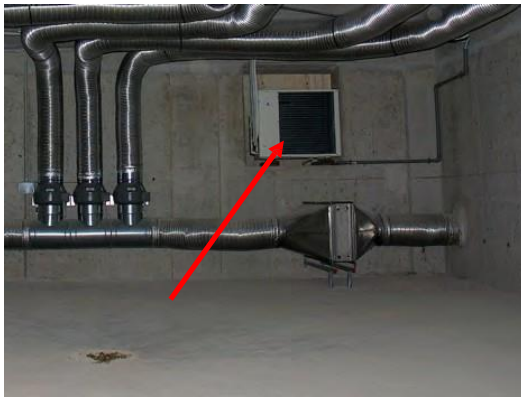
Come descritto in precedenza, se si dispone di un piano interrato, le macchine esterne possono essere collocate su una "finestra". Oltre alla collocazione della macchina che risulta ben mascherata, è possibile in questo modo, far filtrare l'aria dall'interrato verso l'esterno attraverso la macchina stessa, migliorandone l'efficienza.

Installando il modello a inverter, la medesima pompa di calore, riprogrammata, diventa d'estate un fornitore di aria fredda per la climatizzazione estiva.

La bassa inerzia termica di questo tipo di impianti ne consente una rapida entrata in funzione non appena la richiesta di calore si presenta ed un altrettanto rapido spegnimento alla fine della richiesta.

Il funzionamento con energia elettrica consente anche una facile misurazione del consumo per ogni macchina e l'alimentazione anche per mezzo di pannelli fotovoltaici.

La totale programmabilità delle prestazioni fornite dalle pompe di calore, inoltre, si adatta perfettamente alle condizioni di variabilità del clima esterno e interno.



*Fig. 104 - Una Macchia esterna collocata entro una "finestra" ricavata nel muro dell'interrato, tra il volume interno ed una bocca da lupo esterna.
Scuola Materna di Contea.
Progetto impianti ing. Giorgio*



*Fig. 105 - Due delle quattro macchine interne di riscaldamento dell'aula per attività libere, collegate ad una sola macchina esterna di adeguata potenza
Scuola Materna di Contea.
Progetto impianti ing. Giorgio*

Il sistema di riscaldamento per mezzo di pompe di calore è molto adatto per locali ad uso pubblico, in quanto il suo funzionamento è facilmente e totalmente programmabile.

8.2.2 Stufe e cucine a legna e pellet

I fabbricati ad uso residenziale, ma anche locali pubblici, possono essere riscaldati nei momenti di necessità, per mezzo di stufe a legna, cucine a legna e le programmabili stufe a pellet.

Il necessario intervento umano per far funzionare le stufe ne limita l'uso ai fabbricati residenziali o in quelli dove venga garantito un controllo umano.

Si tenga presente, comunque, che sia la necessità e la frequenza di accensione delle stufe sia la quantità di legna o pellet da impiegare sono sempre molto limitati, dato l'ottimo funzionamento passivo solare delle costruzioni di cui ci stiamo occupando.

L'eventuale calore in più prodotto dalle stufe può incrementare la temperatura superficiale delle masse di accumulo termico, prolungando nel tempo l'efficacia del riscaldamento.

8.2.3 Termoelettrico e termoradiante

Sempre considerando che una costruzione solare passiva ha un ridotto fabbisogno di energia integrativa per renderla climaticamente vivibile, a questo fine si può ipotizzare anche l'impiego di riscaldamento integrativo per mezzo di stufette elettriche o termoradianti.

Il loro impiego deve essere però molto limitato nel tempo e per volumi molto ridotti.

Come ad esempio nel caso di permanenza ridotta di persone in un locale o di un locale molto piccolo come una stanza da bagno.

Anche in presenza di energia elettrica autoprodotta da pannelli fotovoltaici, l'utilizzo di riscaldamento elettrico anche a bassa temperatura non ha giustificazione economica, se non appunto per usi molto specifici. Il vantaggio è, anche in questo caso, di una facile programmabilità di accensione e spegnimento.



8.3 Il raffrescamento ambientale

Normalmente, una costruzione solare passiva, se ben realizzata secondo i concetti e le modalità espresse nei capitoli precedenti, si comporta climaticamente bene anche d'Estate.

L'irraggiamento solare diretto intercettato dalle schermature solari, il corretto orientamento delle superfici vetrate, la presenza delle masse di accumulo termico ed il notevole spessore della coibentazione termica delle murature contribuiscono a ridurre le temperature massime interne al fabbricato. Le condizioni più difficili si hanno, comunque, con temperature alte, elevata umidità relativa dell'aria e assenza di ventilazione.

Come per le località a clima tropicale, le condizioni di vivibilità in queste condizioni estreme si possono ottenere creando una movimentazione indotta dell'aria mediante la creazione di canali di tiraggio dell'aria dal basso verso l'alto o tra pareti opposte del fabbricato.

Lo studio e il dimensionamento di queste aperture si può facilmente prendere in considerazione durante il progetto del fabbricato senza imporre particolari vincoli al medesimo.

Un sistema elettromeccanico è ancora fornito dalle pompe di calore usate in funzione estiva.

8.3.1 Ventilazione naturale indotta

Oltre alle norme vigenti che impongono che almeno una superficie pari ad 1/8 della superficie del pavimento debba essere apribile verso l'ambiente esterno sulle pareti dei vani abitati, è necessario che queste superfici siano collocate in maniera efficace ai fini di provocare una efficace ventilazione indotta.

La ventilazione naturale del luogo in cui operiamo ha normalmente una o più direzioni conosciute. In conseguenza le superfici apribili imposte per legge dovranno essere inserite sulle superfici dei vani in modo da favorire il flusso naturale dell'aria.

Una efficace ventilazione notturna (quando le temperature dell'aria sono inferiori), può contribuire a ridurre efficacemente la temperatura percepita durante il giorno.

Ma anche consentire, con una corretta progettazione delle aperture, una movimentazione dell'aria durante il giorno, che può migliorare le condizioni climatiche nei vani interni.

Aperture poste in alto sulle murature o sulle coperture, se abbinate ad aperture posizionate in basso ed in collegamento con esse, possono produrre un efficace ed utile tiraggio di aria.

Se si dispone di un piano interrato, è possibile far risalire per tiraggio naturale, l'aria più fresca normalmente presente al suo interno, fino ai piani più alti, con un grande beneficio per il clima interno.

Le superfici apribili sono normalmente ricavate sulle superfici finestrate e le aperture e le chiusure sono facilmente automatizzabili.



8.3.2 Pompe di calore a inverter aria-aria

Se si desidera agire mediante mezzi elettromeccanici per modificare sia la temperatura che l'umidità interna del fabbricato, è possibile utilizzare le pompe di calore già installate per la climatizzazione invernale, purché dotate di possibilità di inversione del ciclo frigorifero. Queste macchine possono essere programmate per trasferire calore ai locali interni d'inverno prelevandolo dall'aria esterna o per prelevare calore dai locali interni d'estate e scaricarlo all'esterno. Contemporaneamente sono in grado di smaltire l'umidità contenuta nell'aria interna se in eccesso. Esse possono quindi essere programmate per il raffrescamento estivo e la deumidificazione degli ambienti. Presentano una grande facilità e gamma di programmazione. Ovviamente funzionano bene se i locali vengono tenuti ben sigillati ed il ricambio dell'aria avviene in modo controllato. Si tenga presente che nel funzionamento estivo la pompa di calore deve smaltire anche il calore derivato dall'energia di funzionamento della macchina esterna e delle collegate macchine interne. Nelle costruzioni solari passive, inoltre è possibile che possa essere maggiore la riduzione di temperatura richiesta per l'estate che non incremento della medesima necessario in inverno. In definitiva, se ci si affida solo alle pompe di calore per la climatizzazione estiva, bisogna aspettarsi che il consumo di energia per la stagione calda, possa essere superiore a quello integrativo calcolato per la stagione invernale.

8.4 L'acqua calda sanitaria

Un servizio che è necessario fornire anche nelle costruzioni solari passive, soprattutto se si tratta di abitazioni, è quello di rendere disponibile l'acqua calda sanitaria. Se non si deve rispondere ad usi specifici, normalmente il costo energetico della produzione di acqua calda sanitaria, soprattutto se a bassa temperatura, non è eccessivo. Ma è evidente che in una visione globale per cui si vogliono ridurre i consumi energetici quasi a zero, anche la produzione di acqua calda sanitaria deve essere presa in esame ai fini del risparmio energetico conseguibile. Normalmente la produzione di acqua calda sanitaria comporta l'installazione di impianti piuttosto complessi e costosi. Questo, se ci riferisce in particolare, alla "filosofia" di semplificazione olistica insita nelle costruzioni solari passive oggetto del presente manuale.

8.4.1 Il solare termico

È ormai maturo il sistema di riscaldamento dell'acqua calda sanitaria mediante pannelli solari termici. Sono note le caratteristiche tecniche e prestazionali dei vari sistemi di captazione solare, di accumulo dell'acqua calda e dei sistemi di regolazione dell'impianto. Non ci addentriamo nell'esame dell'impianto stesso, quindi, limitandoci a dire che la produzione di acqua calda sanitaria può essere coperta per oltre il 70% mediante il calore solare e che l'acqua calda è più facile ottenerla d'estate che d'inverno. Ci interessa invece esaminare la collocazione dei pannelli solari termici in relazione sia alla maggiore produzione di acqua calda, sia in relazione all'integrazione dei pannelli con le altre caratteristiche architettoniche della costruzione solare passiva..



Se si dispone di una copertura piana i pannelli possono essere collocati sul tetto assieme ad eventuali pannelli fotovoltaici. In questo caso l'inclinazione sarà di circa 45°, ciò consente di ottenere un più facile inserimento architettonico.

Se la parete Sud del fabbricato, che sappiamo essere ricca di finestre per consentire il massimo guadagno solare diretto, comprende anche parti strutturali opache verticali dovute alle necessità strutturali dell'edificio, queste ultime possono fungere da supporto dei pannelli solari termici. Senza penalizzare il guadagno solare diretto, la collocazione in verticale dei pannelli solari termici darà la resa massima di acqua calda sanitaria d'inverno piuttosto che d'estate. È necessario però verificare che la posizione scelta sulla parete Sud non venga interessata dall'ombreggiamento estivo dovuto alle schermature solari installate per gli altri noti scopi.

8.4.2 La caldaia istantanea a gas

Se si dispone di un collegamento alla rete cittadina del gas, la produzione di acqua calda sanitaria può essere ottenuta facilmente e economicamente mediante una caldaia a gas con accensione istantanea al momento del bisogno. La mancanza di un serbatoio di accumulo ne migliora l'efficienza oltre che a ridurre l'ingombro e può essere facilmente integrata con l'impianto a pannelli solari termici.

8.4.3 La pompa di calore aria-acqua

Un recente sistema di riscaldamento dell'acqua ad alta efficienza è costituito da una pompa di calore che elevi la temperatura dell'acqua in ingresso fino al valore desiderato. Si tratta di una pompa di calore che utilizza come sorgente di calore l'aria esterna e lo trasmette all'acqua sanitaria stoccata in un serbatoio.

Al medesimo serbatoio può giungere l'acqua preriscaldata e a temperatura ritenuta non sufficiente, proveniente dal serbatoio dei pannelli solari termici.

Un sistema un po' più sofisticato impiega un solo serbatoio dove l'acqua subisce sia il riscaldamento solare che l'integrazione dalla pompa di calore.

8.5 La cottura dei cibi

Non ci riferiamo ovviamente a quelle strutture che necessitano di grandi impianti professionali per la cottura dei cibi come mense scolastiche o simili, ma alla cottura dei cibi in un alloggio.

8.5.1 Le cucine a legna

L'abbinamento del riscaldamento ambientale integrativo mediante una cucina a legna, con la quale è possibile anche effettuare la cottura dei cibi è il massimo dell'efficienza ottenibile. È necessario che gli occupanti siano in grado di far funzionare bene il sistema, soprattutto in ordine alla pulizia della canna fumaria e allo smaltimento delle cenere, oltre all'abilità di accensione del fuoco in sicurezza.



8.5.2 Le cucine a gas tradizionali

Ancora, se si dispone di un allacciamento alla rete pubblica del gas, molto economico è l'uso della cucina a gas per la cottura di cibi. È da tener presente comunque che i vani che ospitano le cucine a gas devono essere molto ventilati al fine di smaltire i voluminosi e tossici gas dovuti alla combustione.

8.5.3 Il forno a microonde

Un interessante metodo di cottura dei cibi ma soprattutto di riscaldamento delle pietanze è il forno a microonde. A funzionamento elettrico, non è molto versatile per la cottura dei cibi, ma molto comodo per riscaldare vivande entro i recipienti utilizzati per il consumo finale, piatti, tazze, tazzine, bicchieri, ecc. purché non metallici. Il risparmio sta nell'evitare il lavaggio di più recipienti e nel riscaldare solo la porzione che viene consumata.

8.5.4 Le piastre a induzione

Un recente metodo di cottura e riscaldamento dei cibi è la piastra a induzione. Pur rimanendo fredda, la piastra che sorregge i contenitori consente di riscaldare o cuocere solo il cibo in essi contenuto. È un metodo molto efficace e sicuro ma richiede potenze elettriche impegnate piuttosto elevate.

8.6 L'illuminazione artificiale

Come ormai acquisito, la dimensione delle superfici vetrate rivolte a Sud in un edificio solare passivo è la massima ricavabile. In questo modo si può ottenere il massimo di apporto solare diretto e quindi di calore.

Ma è evidente che la luce solare, oltre ad essere un veicolo termico, fornisce anche la luminosità naturale interna ai vani.

Quindi, normalmente, in un edificio solare passivo, la quantità di luce naturale è più che sufficiente a garantire i livelli di luminosità minimi di legge.

Ciò non toglie che, anche durante il giorno, non si debba ricorrere a fonti luminose integrative, soprattutto nei periodi invernali.

Ovviamente, qualsiasi metodo di illuminazione va bene se basato sul minimo consumo energetico, in coerenza con gli obiettivi di questo manuale.

Se viene installato un impianto di illuminazione "tradizionale" a punti luce diretta o indiretta, sarà importante utilizzare lampade a basso consumo ormai ampiamente disponibili nel mercato. La qualità e la durata certificate delle lampade a basso consumo è molto importante, in quanto, i benefici in ordine al risparmio energetico, possono essere resi vani dalla troppo frequente necessità di sostituzione delle lampade stesse, dato il loro costo elevato.

Esistono in commercio sistemi di illuminazione in grado di modulare la luminosità fornita, in conseguenza della diminuzione di quella naturale. A di là del costo di installazione, questo sistema è il più vicino alla "filosofia" costruttiva degli edifici che accingiamo a realizzare.



9

La luce naturale, diretta e indiretta



9) La luce naturale, diretta e indiretta

Non è possibile concepire una costruzione solare passiva in modo slegato da una corretta progettazione dell'illuminazione naturale dei vani e dei locali interni.

Una corretta progettazione solare passiva (bioclimatica) deve essere in grado di considerare e utilizzare tutti gli aspetti fisici naturali disponibili, compresa la luce naturale.

Oltretutto, al di là di un indiscutibile benessere generale, la luce naturale produce ambienti piacevoli, molto vivibili e a costo energetico zero.

Non può sfuggire, inoltre, che i criteri adottati per un elevato guadagno solare ai fini termici finora studiati (guadagno solare diretto), sono molto vicini a quelli che conducono ad un ottimo sfruttamento della luce naturale diretta e indiretta.

Molto diversi sono gli effetti della luce naturale diretta e della luce naturale indiretta ai fini della creazione di ambienti ottimali sotto il profilo della luce naturale.

9.1 Progettare con la luce naturale

Non potendo prescindere dalla presenza del sole e quindi dalla sua posizione rispetto all'orizzonte e rispetto ai punti cardinali, lo studio della quantità e della qualità di luce desiderata non può prescindere dal percorso apparente del sole. Questo è lo stesso criterio che abbiamo adottato per l'utilizzo dell'effetto termico dei raggi solari. Ma, mentre ai fini termici ci interessano solo i raggi di sole diretti, in quanto la luce indiretta contribuisce molto poco al riscaldamento per effetto serra, la luce solare utile ai fini dell'illuminazione naturale è, invece quella indiretta.

Importante, ai fini della qualità e dell'efficacia della luce solare indiretta nei confronti della visione verso l'esterno, che ci proviene dall'atmosfera anche in assenza di luce diretta, è la direzione e la collocazione delle aperture:

- orientate verso Sud con luce solare diretta schermata o in assenza di luce solare diretta;
- orientate verso Nord con luce solare diretta o in assenza delle medesima;
- orientate verso Est o Ovest con luce solare schermata o in assenza delle schermature;
- collocate sulla copertura orizzontale o leggermente inclinata in presenza di luce solare diretta o in assenza di essa.

Non ci addentriamo in questo campo, anche se ritenuto importante ai fini della qualità dell'edificio, limitandoci agli effetti della luce indiretta in termini di quantità disponibile e della sua distribuzione interna ai locali.

Anche in questo caso, come per il guadagno solare diretto ai fini termici, non possiamo aspettarci risultati confortanti se il progetto non contiene già in partenza le caratteristiche essenziali per permettere una buona illuminazione naturale. Alcune simulazioni di verifica illuminotecnica, anche approssimate, ci rivelano da subito la bontà o meno del nostro progetto.



9.1.1 Il Fattore Medio di Luce Diurna (FMLD) misurato per verifica

Si tratta del rapporto tra l'intensità media della luce (illuminamento) su un piano orizzontale collocato all'interno di un vano e l'intensità della luce naturale esterna al fabbricato misurata su una superficie orizzontale, posta appunto all'esterno, e illuminata da tutta la calotta sferica della parte di atmosfera soprastante, in assenza di luce diretta. La calotta sferica corrisponde alla metà del cielo libero da ostacoli significativi. Essendo essa la seconda metà appoggiata sul piano della misura.

Sia i valori dell'illuminamento interno rilevati in più punti, e quindi mediati, che quelli misurati contemporaneamente all'esterno, vengono letti mediante uno strumento detto luxmetro che ne misura l'intensità in lux.

Seguendo un criterio ordinato di rilevazione dei valori dell'illuminamento per ogni vano e facendone la media, oltre al rilievo del valore dell'illuminamento esterno in condizioni costanti, è possibile verificare il valore del FMLD per ogni vano o locale di un fabbricato dividendo appunto il valore medio rilevato all'interno del locale per il valore misurato esternamente.

Questo rilievo consente di operare su edifici esistenti o ristrutturati per verificarne le prestazioni in termini di luminosità naturale.

Il calcolo del FMLD mediante misure dirette come descritto è un metodo molto preciso e soprattutto riferito alle condizioni reali del fabbricato.

Il rilievo diretto, infatti tiene conto di tutte le componenti architettoniche sia interne che esterne del fabbricato stesso e di quelle adiacenti, nonché delle qualità delle finiture interne, della forma del vano e della qualità luminosa e della posizione e dimensione dei vetri.

Risente ovviamente della precisione dello strumento di misura e dell'accuratezza delle letture.

Luxmeter LM37



Fig. 106 -
 Luxmetro LM 37
 Dostmann electronic



Fig. 107 - Rilievo dell'illuminamento puntuale su 5 vani di un alloggio
 Ing Giorgio Bedin

Eo lux medio
misurato 3178

CALCOLO DEL FATTORE DELLA LUCE DIURNA MEDIO (FLDMEDIO) MISURATO =	ILLUMINAM ENTO		PERCENTUALE η_1 = E/Eo	η_m	SUPERFICIE VETRATA UTILE - Circ. Presid. G.R.Veneto n. 13-01.07.1997 mq	SUPERFICI E VETRATA mq	PERCENTUALE DELLA SUPERFICIE VETRATA SULLA SUPERFICIE DEL PAVIMENTO >12,5% mq/mq	PERCENTUALE DELLA SUPERFICIE APRIBILE SULLA SUPERFICIE DEL PAVIMENTO > 12,5%		
	E	Lux								
	misurato									
CAMERA MATRIMONIALE EST	8,94		0,28%							
	8,80		0,28%							
	13,25		0,42%							
	16,22		0,51%							
	8,96		0,28%							
	10,14		0,32%							
	16,04		0,50%							
	30,24		0,95%							
	52,9		1,66%							
	4,78		0,15%							
			η_m	0,54	13,91	1,62	1,05	7,55%	2,3	16,53%
CAMERETTA CENTRALE	14,21		0,45%							
	24,97		0,79%							
	23,81		0,75%							
	62,29		1,96%							
	23,11		0,73%							
			η_m	0,93	9,00	1,62	1,05	11,67%	2,3	25,56%
BAGNO	118,80		3,74%							
	63,90		2,01%							
	26,96		0,85%							
			η_m	2,20	5,07	0,92	0,87	17,16%	1,4	27,61%
CAMERETTA OVEST	6,88		0,22%		13,96	1,62	1,05		2,4	
	10,58		0,33%							
	11,02		0,35%							
	18,33		0,58%							
	36,10		1,14%							
	9,80		0,31%							
	10,40		0,33%							
	11,37		0,36%							
	14,93		0,47%							
	10,93		0,34%							
			η_m	0,44	13,96	1,62	1,05	7,52%	2,4	17,19%
SOGGIORNO INGRESSO CUCINA PRANZO	3,91		0,12%		32,25	1,7765	0,841795		2,49	
	6,48		0,20%			1,7765	0,841795		2,49	
	8,41		0,26%							
	6,07		0,19%							
	4,95		0,16%							
	11,79		0,37%							
	7,16		0,23%							
	6,61		0,21%							
	5,51		0,17%							
	4,77		0,15%							
	6,97		0,22%							
	7,55		0,24%							
	7,59		0,24%							
	7,17		0,23%							
	10,66		0,34%							
7,92		0,25%								
5,65		0,18%								
7,82		0,25%								
			η_m	0,22	32,25	3,553	1,68	5,22%	4,98	15,43%

Fig. 107 - Rilievo dei valori dell'illuminamento puntuale E su 5 vani di un alloggio e calcolo del FMLD (η_m), in rapporto all'illuminamento esterno Eo. Nella tabella sono riportati anche: i rapporti tra le superfici vetrate illuminanti utili e la superficie del pavimento per ogni vano (in rosso) e i rapporti tra le superfici apribili e la superficie del pavimento per ogni vano (in blu). Ing Giorgio Bedin



9.1.2 Il Fattore Medio di Luce Diurna (FMLD) calcolato in fase di progetto

Il calcolo di cui al punto precedente è in realtà una verifica del FMLD al fine di valutare l'ammontare ed eventualmente operare sul fabbricato gli opportuni accorgimenti a modificarne il valore complessivo per ogni vano.

Spesso però c'è la necessità di conoscere il valore del FMLD (η_m) già in fase di progetto. Questo al fine di ottenere, a costruzione ultimata, i valori molto vicini a quelli desiderati per questo parametro.

La procedura introdotta dalla norma UNI 10840/2007 ci viene in aiuto, considerando un numero sufficiente di parametri e di condizionamenti esterni.

CALCOLO DIRETTO DEL FATTORE MEDIO DI LUCE DIURNA (UNI 10840/2007)

$$\eta_m = \varepsilon \cdot \Psi \cdot A_f \cdot t / A_{\text{tot}} (1 - \Gamma_m)$$

$$\varepsilon = E_{0v} / E_0$$

E_0 : illuminamento orizzontale su una superficie esterna che riceve luce dall'intera volta celeste senza irraggiamento solare diretto

E_{0v} : illuminamento esterno sulla superficie vetrata verticale

A_f : area della superficie della finestra, escluso il telaio

t : fattore di trasmissione luminosa del vetro

ε : fattore finestra, rappresentativo della porzione di volta celeste vista dal baricentro della finestra:

- $\varepsilon = 1,0$ per finestra orizzontale (lucernario) senza ostruzioni
- $\varepsilon = 0,5$ per finestra verticale senza ostruzione
- $\varepsilon < 0,5$ per finestra verticale con ostruzione (vedere fig. A 1)

A_{tot} : area totale delle superfici che delimitano l'ambiente

Γ_m : fattore medio di riflessione delle superfici che delimitano l'ambiente

Ψ : fattore di riduzione del fattore finestra (si ricava da grafico)



SOGGIORNO									
					largh. del vetro	altezza del vetro	largh. del vetro	altezza del vetro	
					b metri	h metri	b metri	h metri	
1	Area della superficie delle finestre senza il telaio	Af	mq	Viene eliminato il contributo della parte inferiore del vetro fino all'altezza di 69 cm dal pavimento	2,592	0,81	1,99	0,81	1,99
2	Fattore di trasmissione luminosa del vetro	t	%	DOPPIO VETRO CON INTERCAPEDINE	0,85				
3	Fattore finestra	ϵ	%		0,0203				
		α	rad	0,341	H metri	h metri	La metri		
		$\alpha 2$	rad	0,384	5,52	1,49	11,36		
					H metri	L metri			
					0,91	2,25			
4	Area totale delle superfici che delimitano l'ambiente	Atot	mq		129,83	pavimento mq	perimetro ml	altezza di piano ml	soffitto mq
						32,78	23,37	2,75	32,78
5	Fattore medio di riflessione luminosa delle superfici che delimitano l'ambiente	rm	%		0,724	pavimento mq	perimetro ml	altezza di piano ml	soffitto mq
						32,78	23,37	2,75	32,78
				Fattore di riflessione specifico		0,5		0,8	0,8
						del pavimento		delle pareti	del soffitto
6	Fattore di riduzione del fattore finestra	ψ	%	DA GRAFICO	0,73	Hf metri	Lf metri	P metri	
						1,7	1,1	0,43	
						Hf/P	Lf/P		
						3,95	2,56		
7	FMLD del Soggiorno		%		0,0912				

Fig. 108 - La relazione precedente può facilmente essere inserita in un foglio di calcolo nel quale operare le opportune correzioni ai vari parametri ed inserire tutti i valori richiesti anche quando derivano da grafici o tabelle.

Riga 1 : inserimento delle misure delle superfici vetrate e calcolo della superficie illuminante utile;

Riga 2 : inserimento del fattore medio di trasmissione della luce del vetro utilizzato;

Riga 3 : inserimento degli angoli α e $\alpha 2$ o delle distanze delle ostruzioni esterne e calcolo del fattore finestra ϵ (vedi fig. 109);

Riga 4 : inserimento delle misure del vano in esame e calcolo della superficie interna del medesimo;

Riga 5 : inserimento delle caratteristiche di riflessione luminosa delle superfici che delimitano l'ambiente e calcolo del fattore medio di riflessione;

Riga 6 : inserimento del fattore Ψ quale di riduzione del fattore finestra ϵ ricavato, da grafico e secondo la forma del vano finestra (vedi fig. 110)

Riga 7 : calcolo del FMLD del vano in esame.

Elaborazione Ing. Giorgio Bedin

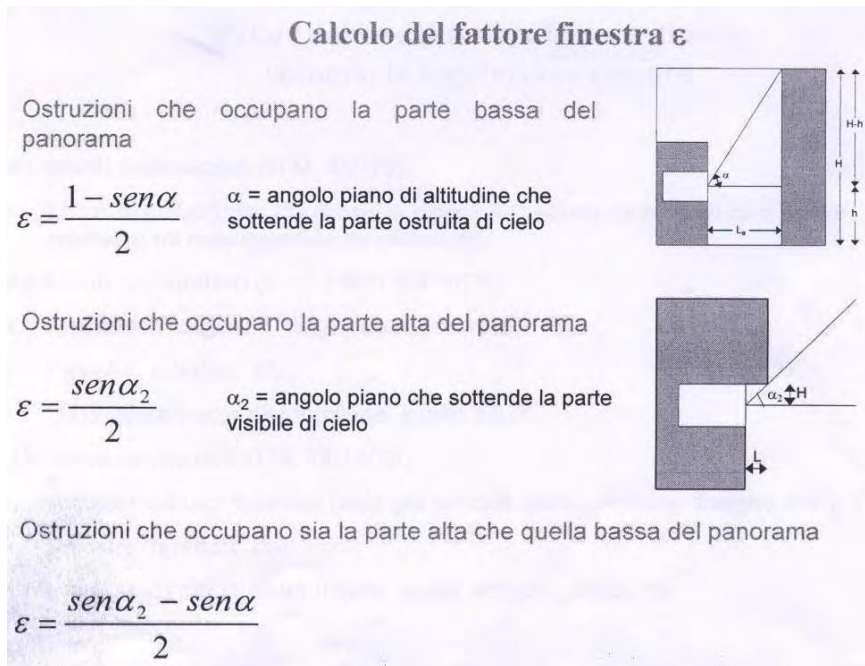


Fig. 109 - Misura degli angoli α e α_2 o delle distanze delle ostruzioni esterne per il calcolo del fattore finestra ε .
 Da letteratura specifica.

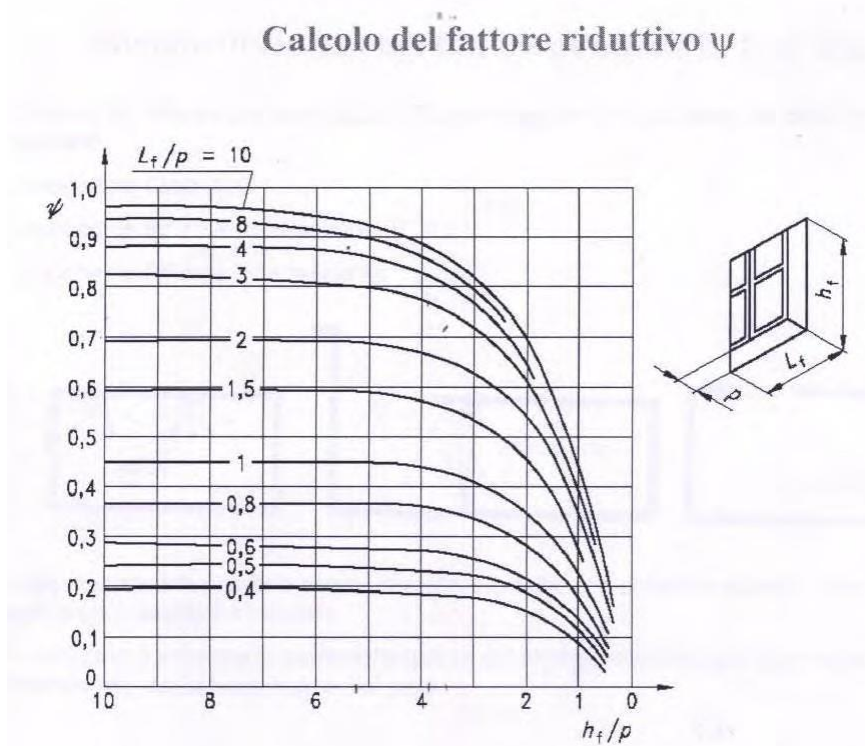


Fig. 110 - Grafico per il calcolo di Ψ quale riduzione del fattore finestra ε , mediante inserimento dei parametri geometrici del vano finestra.
 Da letteratura specifica.

I valori degli altri parametri sono ricavabili dalle schede tecniche dei materiali impiegati (vetro, tinteggiature, rivestimenti) tenendo conto anche della manutenzione e dell'invecchiamento.



Mentre i parametri di cui ai punti 1, 2, 4, 5 e 6 del foglio di calcolo di cui alla Fig. 108 sono sufficientemente definibili e quindi accettabili nella loro approssimazione, molto più difficile è calcolare il **fattore finestra ϵ** in modo da descrivere compiutamente le condizioni reali delle ostruzioni dell'atmosfera prodotte dal fabbricato stesso o causate da ostruzioni esterne.

Infatti, il fattore finestra ϵ non è altro che la percentuale di calotta atmosferica vista dal baricentro della finestra. Viene assegnato ad esso il valore pari ad 1 quando la calotta atmosferica è tutta visibile (caso di lucernario orizzontale senza ostruzioni che “vede” una calotta sferica pari a mezza sfera, delimitata solo dalla linea dell'orizzonte a 360°).

Nel caso invece di superficie illuminante verticale, la finestra senza ostruzioni è in grado di vedere solo un quarto della calotta atmosferica per cui al fattore finestra ϵ viene assegnato il valore di 0,5 (la finestra verticale vede un arco di 180° sull'orizzontale e di 90° sulla verticale, pari (quest'ultimo) ad una calotta sferica del valore di 1/4 di sfera).

Ma, molto varie possono essere le ostruzioni che impediscono alla finestra verticale di “vedere” tutto il suo quarto di calotta atmosferica, riducendo il valore massimo di 0,5 assegnato ad ϵ in caso di assenza di ostruzioni, a valori anche molto inferiori.

Il calcolo di ϵ effettuato mediante la relazione di cui alla Fig. 109 è poco adatto per descrivere situazioni reali, in quanto essa considera solo ostruzioni orizzontali poste sul fabbricato e ostruzioni verticali poste di fronte al fabbricato, entrambe di estensione orizzontale infinita.

Diverse tipologie di schermature collocate a ridosso del fabbricato, l'andamento variabile della sagoma e della distanza dei fabbricati antistanti o la loro parziale interruzione, ed infine la presenza di ostruzioni verticali ma ortogonali alla finestra, non vengono considerati dalla relazione di cui sopra.

È facile che il fattore finestra ϵ possa assumere allora valori molto inferiori o anche molto superiori a quello calcolato con la relazione approssimata di cui alla Fig. 109.

Questo fatto comporta, alla fine, l'ottenimento di valori del FMLD che possono risultare più che dimezzati o più che raddoppiati.

La possibilità di descrivere abbastanza facilmente ambiti tridimensionali mediante i moderni metodi di grafica computerizzata ci consente, fortunatamente, di poter descrivere le situazioni reali con una sufficiente approssimazione e di ricavare così la superficie della calotta atmosferica visibile dalla finestra con una sufficiente approssimazione, appunto. Essa sarà una percentuale della superficie della sfera, e con valore di utilità immediata se il raggio della sfera viene scelto pari a 0,4 m.

Infatti una sfera di raggio pari a 0,4 m ha una superficie pari a 2 mq e quindi la calotta atmosferica massima visibile da una superficie illuminante verticale che è di 1/4 di sfera, sarà pari a 0,50. Il valore della superficie della calotta sferica così ottenuto corrisponde al valore del fattore finestra ϵ da inserire al punto 3 del foglio di calcolo di cui alla Fig. 108, senza dover ricorrere a ulteriori calcoli.

A questo punto, il valore del FMLD ottenuto sarà molto vicino a quello reale, che potremo e andremo a misurare a fine lavori, senza correre il rischio di incorrere in grossolani errori con conseguenze poco desiderabili.

Riporto di seguito alla Fig. 111, un foglio di calcolo dotato di tutte le caratteristiche contenute nel foglio di Fig. 108, ma con inserito il valore del fattore finestra ϵ ricavato con il metodo del calcolo tridimensionale della calotta sferica di atmosfera visibile appena descritto.



SOGGIORNO								
					largh. del vetro	altezza del vetro	largh. del vetro	altezza del vetro
					b metri	h metri	b metri	h metri
Area della superficie delle finestra senza il telaio	Af	mq	Viene eliminato il contributo della parte inferiore del vetro fino all'altezza di 69 cm dal pavimento	2,592	0,81	1,99	0,81	1,99
Fattore di trasmissione luminosa del vetro	t	%	DOPPIO VETRO CON INTERCAPEDINE	0,85				
Fattore finestra	ε	%		0,0420				
					H metri	h metri	La metri	
	α	rad	0,341		5,52	1,49	11,36	
					H metri	L metri	2,4	
	α2	rad	0,384		0,91	2,25		
					pavimento mq	perimetro ml	altezza di piano ml	soffitto mq
Area totale delle superfici che delimitano l'ambiente	Atot	mq		129,83	32,78	23,37	2,75	32,78
					pavimento mq	perimetro ml	altezza di piano ml	soffitto mq
Fattore medio di riflessione luminosa delle superfici che delimitano l'ambiente	rm	%		0,724	32,78	23,37	2,75	32,78
				Fattore di riflessione specifico	0,5		0,8	0,8
					del pavimento		delle pareti	del soffitto
					Hf metri	Lf metri	P metri	
Fattore di riduzione del fattore finestra	ψ	%	DA GRAFICO	0,73	1,7	1,1	0,43	
					Hf/P	Lf/P		
					3,95	2,56		
FMLD del Soggiorno		%		0,1887				

Fig. 111 - Calcolo del FMLD pari a quello di Fig. 108, ma con l'inserimento del fattore finestra ϵ ricavato con elaborazione grafica tridimensionale (vedi anche le Fig. 112a, 112 b e 112 c)
 Elaborazione Ing. Giorgio Bedin

Dal calcolo di Fig.111 si evince che il valore del FMLD pari a 0,1887 è più che raddoppiato rispetto a quello calcolato con la formula approssimata contenuta in Fig.108 pari a 0,0912, ma si avvicina molto al valore reale misurato direttamente (evidenziato in verde nella Fig. 107) che è pari a 0,22.

Questo dimostra che il metodo di calcolo impiegato ai sensi della norma UNI, nel quale viene però inserito il valore di ϵ ricavato mediante elaborazione tridimensionale del modello di illuminazione naturale, restituisce valori del FMLD molto vicini a quelli reali!

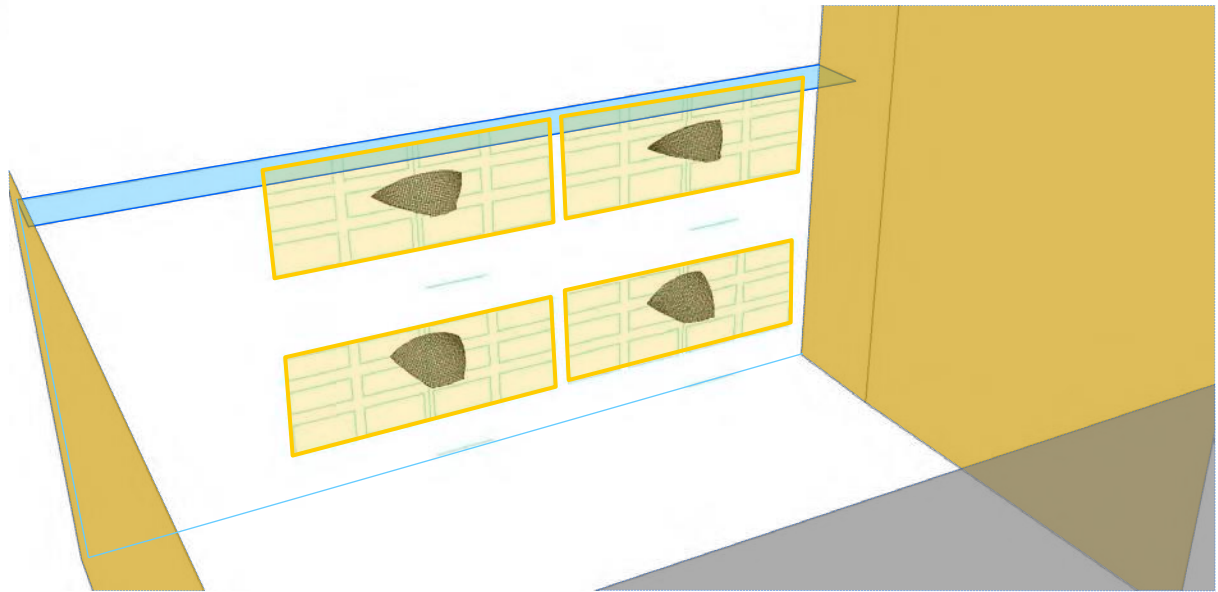


Fig. 112 a - Calcolo del fattore finestra ϵ mediante **elaborazione grafica tridimensionale**. I quattro gruppi di 12 superfici illuminanti ciascuna, sono tutte schermate da una sporgenza orizzontale (celeste), da una superficie verticale antistante (grigia) e da due superfici laterali verticali (marrone). Le quattro calotte sferiche in grigio retinato, corrispondono alle 4 percentuali di ciascuna superficie sferica di raggio pari a 0,40 metri (che dà origine ad una sfera di 2 mq di superficie), corrispondenti alle quantità di atmosfera vista dai 4 baricentri dei 4 gruppi delle 12 finestre. Ad ogni gruppo di 12 finestre corrisponde un locale interno. Come già detto, il valore massimo dell'area della superficie sferica in assenza di ostacoli verso l'atmosfera e quindi del fattore finestra ϵ , è di 0,5. Evidentemente i valori della superficie di ciascuna calotta sferica calcolata con sufficiente precisione tramite un modello tridimensionale e rilevabili anche in figura, sono di molto inferiori a 1/4 di sfera e quindi a 0,5.

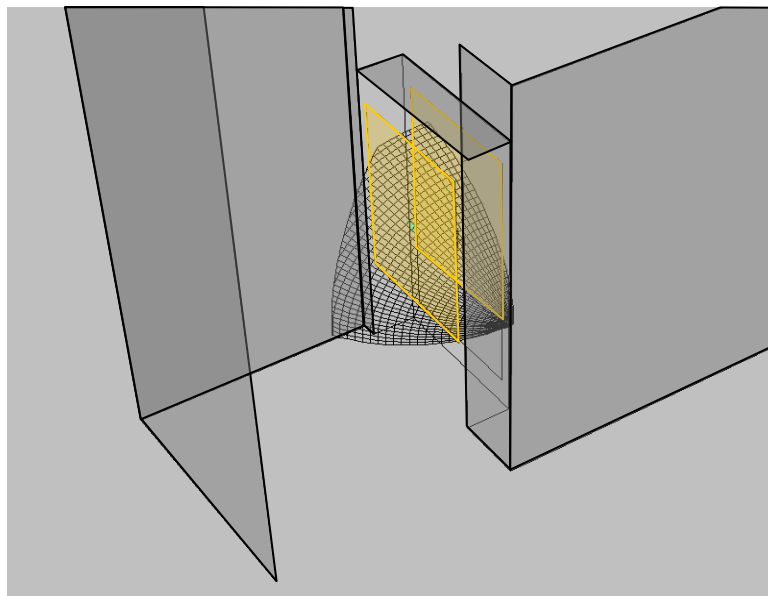
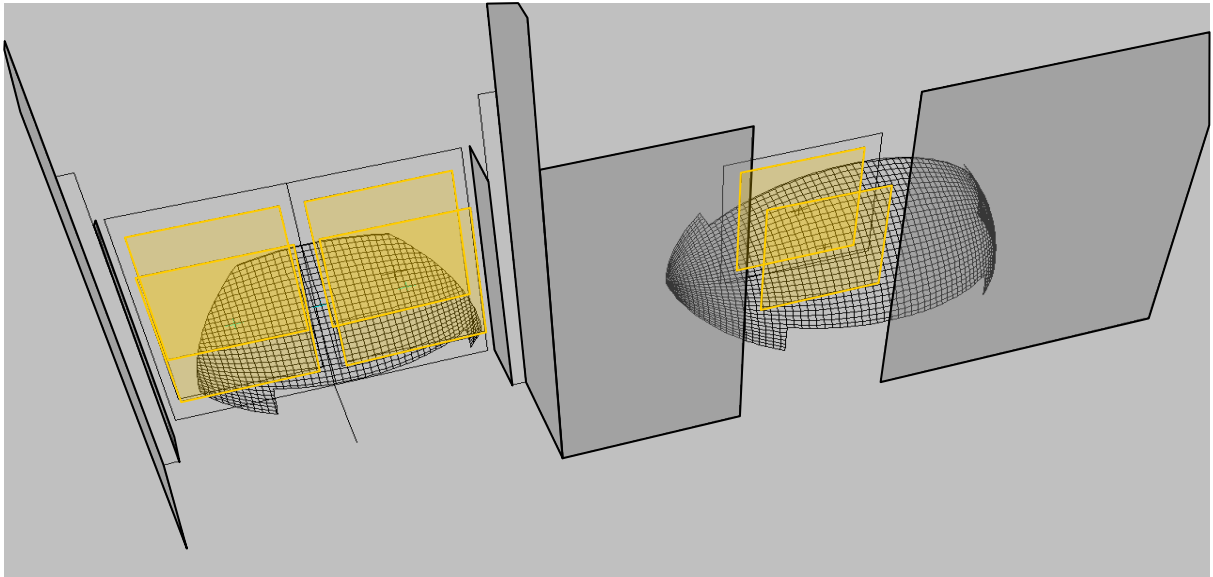


Fig. 112 b - Calcolo del fattore finestra ϵ mediante **elaborazione grafica tridimensionale**. La finestra in figura di una camera, ricavata in modo da essere parzialmente nascosta da due muri posti frontalmente e di lato, pur fornendo il valore minimo pari a 1/8 della superficie di pavimento, produce un valore del FMLD pari a 0,6547 %, corrispondente a meno di 1/3 del valore di Legge del 2%. Il calcolo della percentuale vista dell'atmosfera mediante elaborazione in tre D, consente di ottenere risultati numerici molto vicini al valore reale del FMLD. Quest'ultimo, può sempre essere ricavato e quindi verificato mediante misure dirette.
Elaborazione Ing. Giorgio Bedin

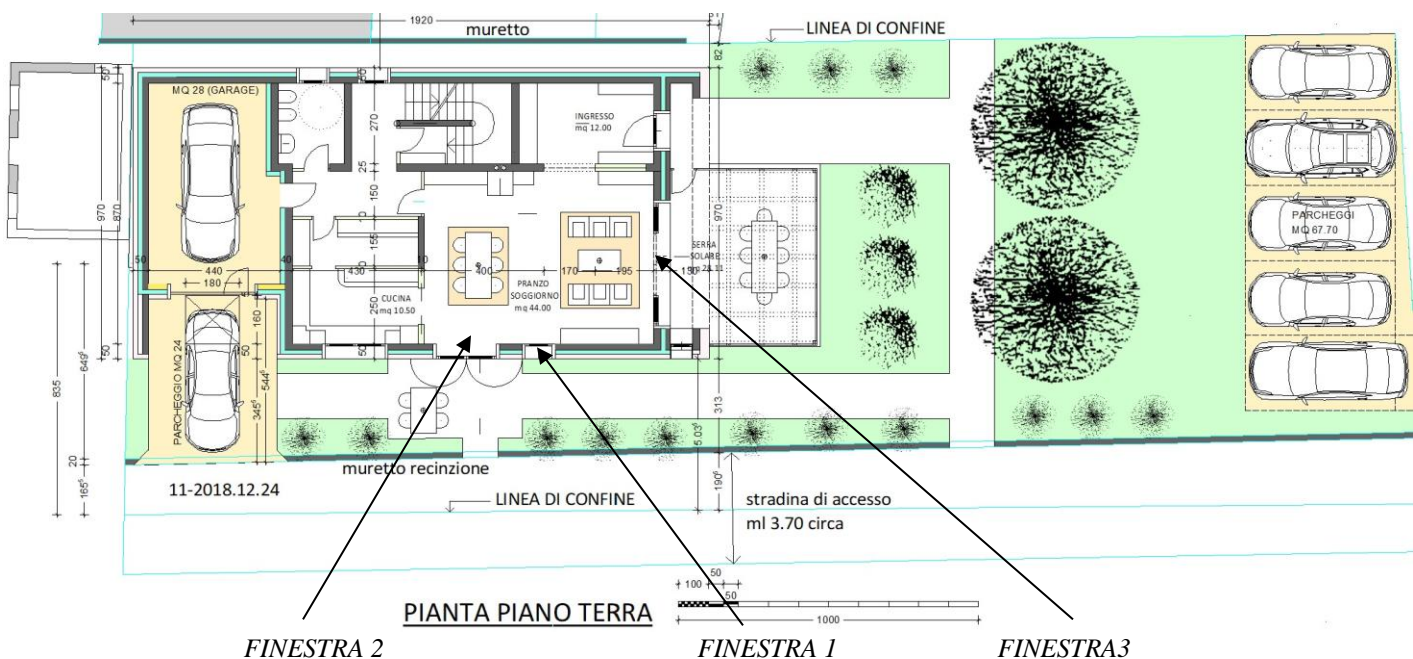


*Fig. 112 c - Calcolo del fattore finestra \mathcal{E} mediante elaborazione grafica tridimensionale. Le tre aperture in figura presenti in un monolocale - ingresso-cucina-pranzo-soggiorno, sono ricavate con modalità diverse. Le due a sinistra possono essere considerate assieme, mentre quella di destra va verificata singolarmente. Esse, pur fornendo sommate assieme il valore minimo pari a 1/8 della superficie di pavimento, producono un valore del FMLD pari a 0,4205% quella singola di destra e 1,0228% la doppia di sinistra, per un totale del 1,4433%, inferiore al valore di Legge del 2%. Nel caso della presenza di più aperture illuminanti con caratteristiche geometriche e di esposizione diverse, il calcolo del FMLD va effettuato singolarmente per ogni finestra e quindi i risultati vanno sommati. Come già detto, il calcolo della percentuale vista dell'atmosfera mediante elaborazione in tre D, consente di ottenere risultati numerici molto vicini al valore reale del FMLD. Quest'ultimo, può sempre essere ricavato e quindi verificato mediante misure dirette.
Elaborazione Ing. Giorgio Bedin*

**SEGUE UN ESEMPIO PRATICO DI CALCOLO DEL FATTORE ϵ
 MEDIANTE ELABORAZIONE TRIDIMENSIONALE**

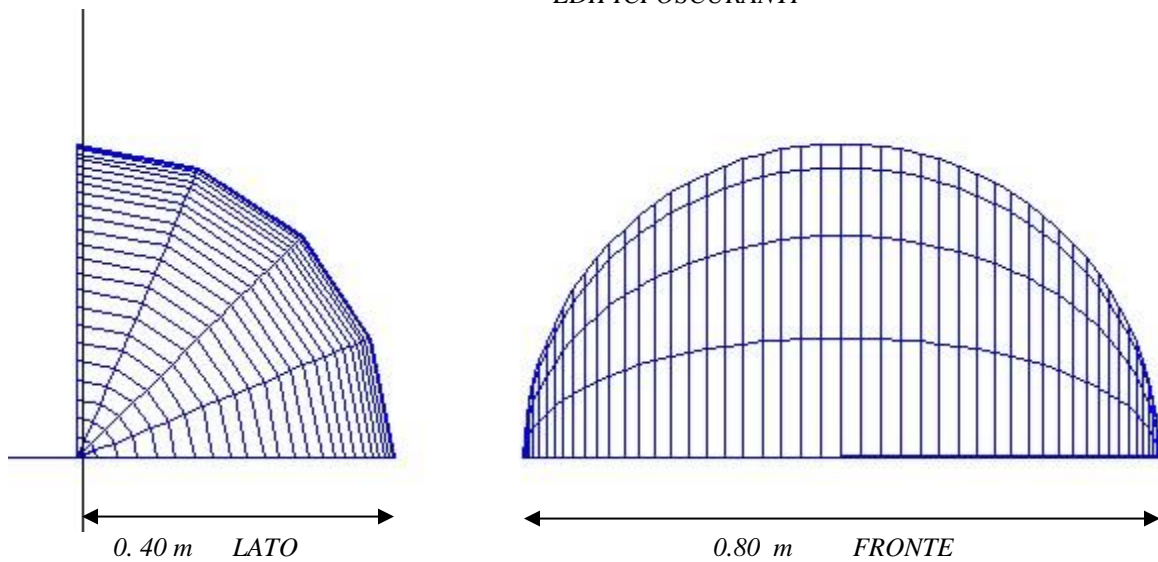


Si tratta di calcolare il FMLD di una stanza di soggiorno posto al piano terra di una casa in progetto e illuminata da due aperture poste sulla facciata Ovest e di una apertura posta sulla facciata Sud



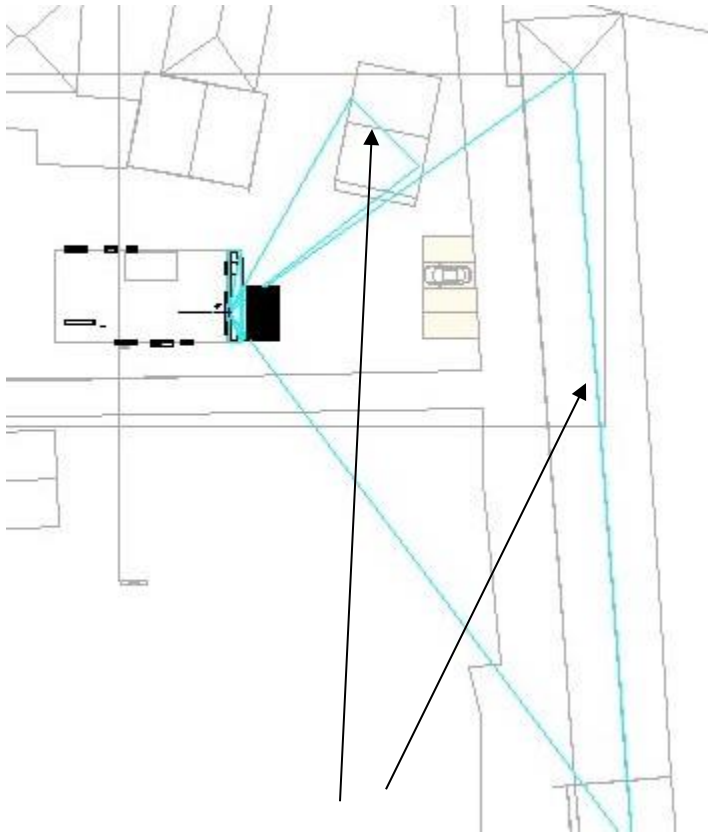


EDIFICI OSCURANTI

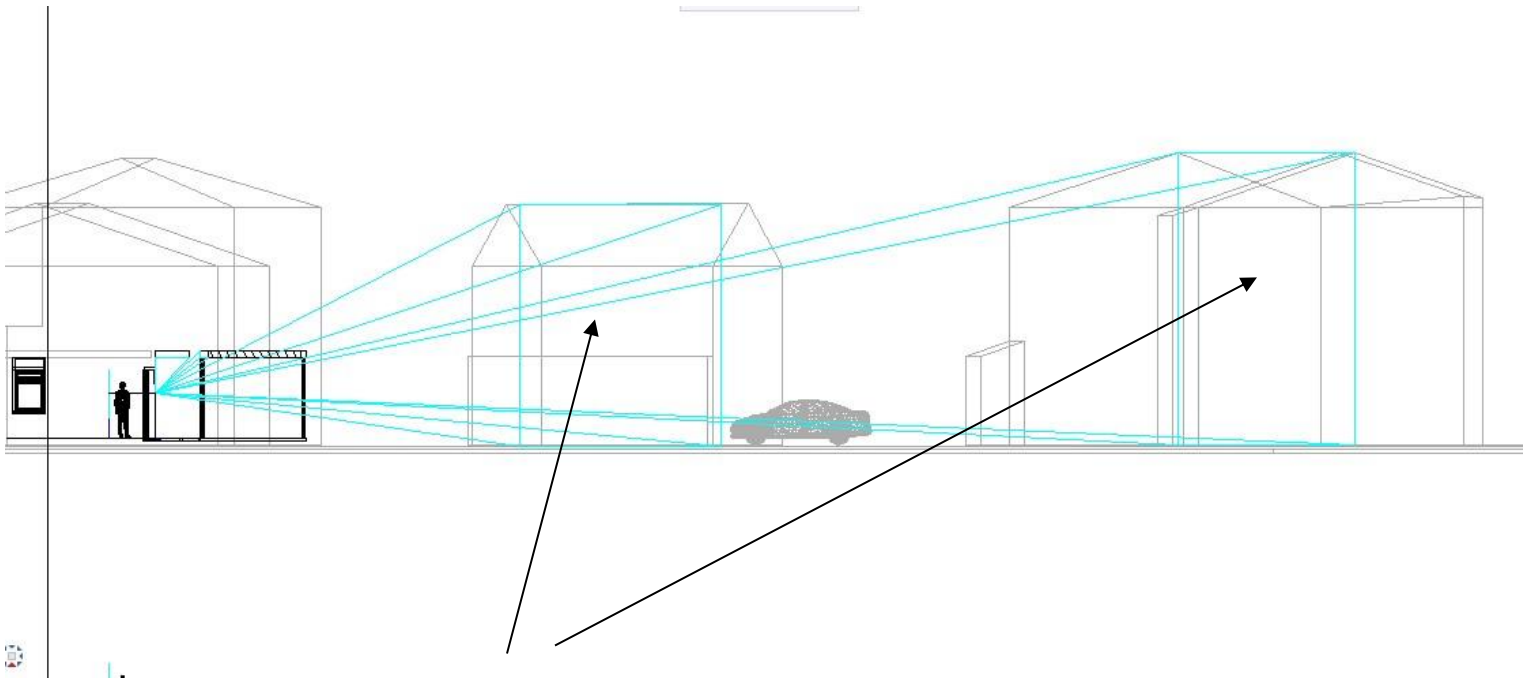


PARTE DI ATMOSFERA VISTA DA UNA FINESTRA VERTICALE LIBERA

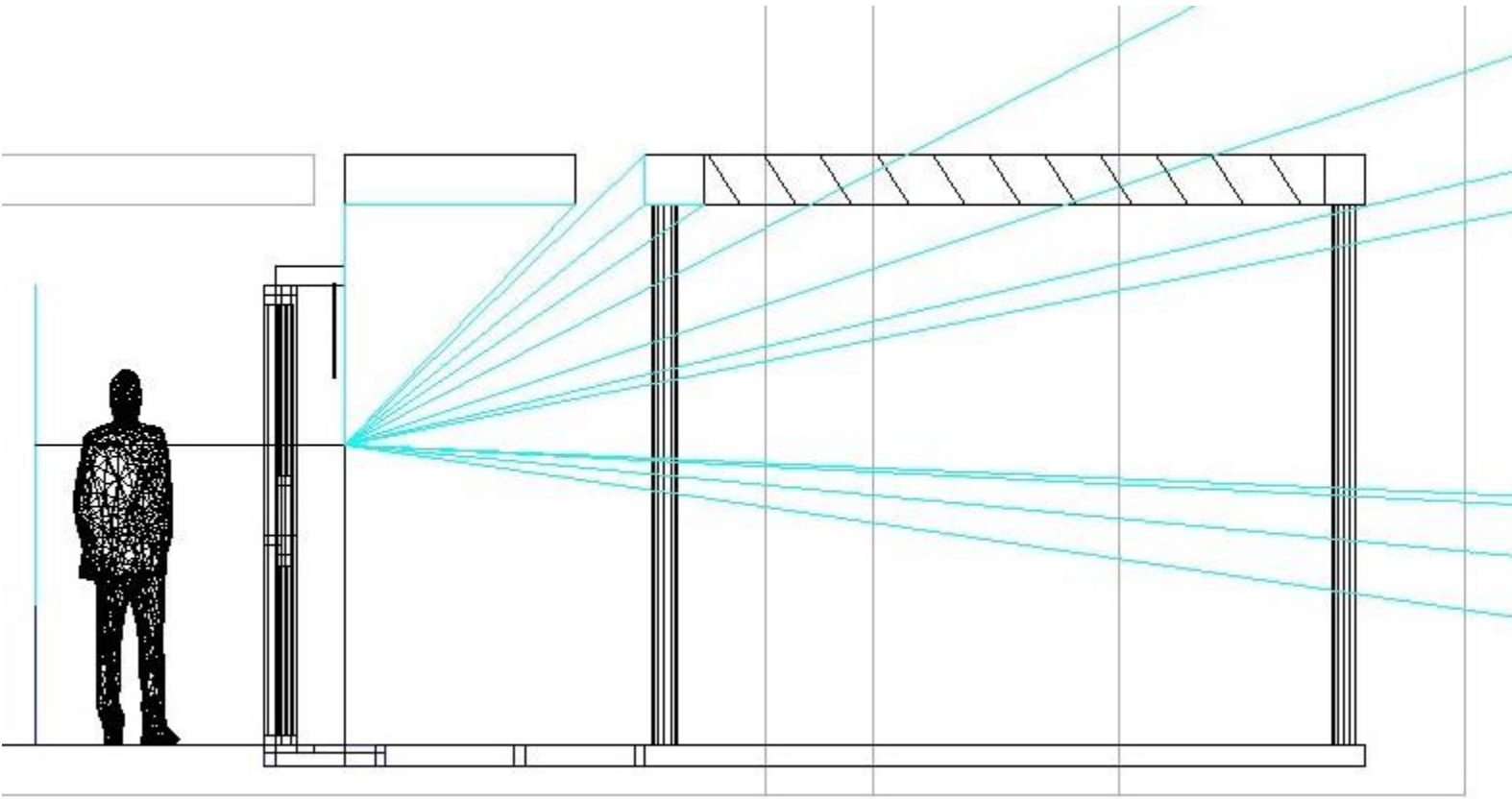
DA ELEMENTI OSCURANTI E CON VALORE DI ϵ PARI A 0,50 CORRISPONDENTE ALL'AREA DELLA SUPERFICIE DELLA CALOTTA SFERICA (UGUALE A 1/4 DELLA SUPERFICIE SFERICA)



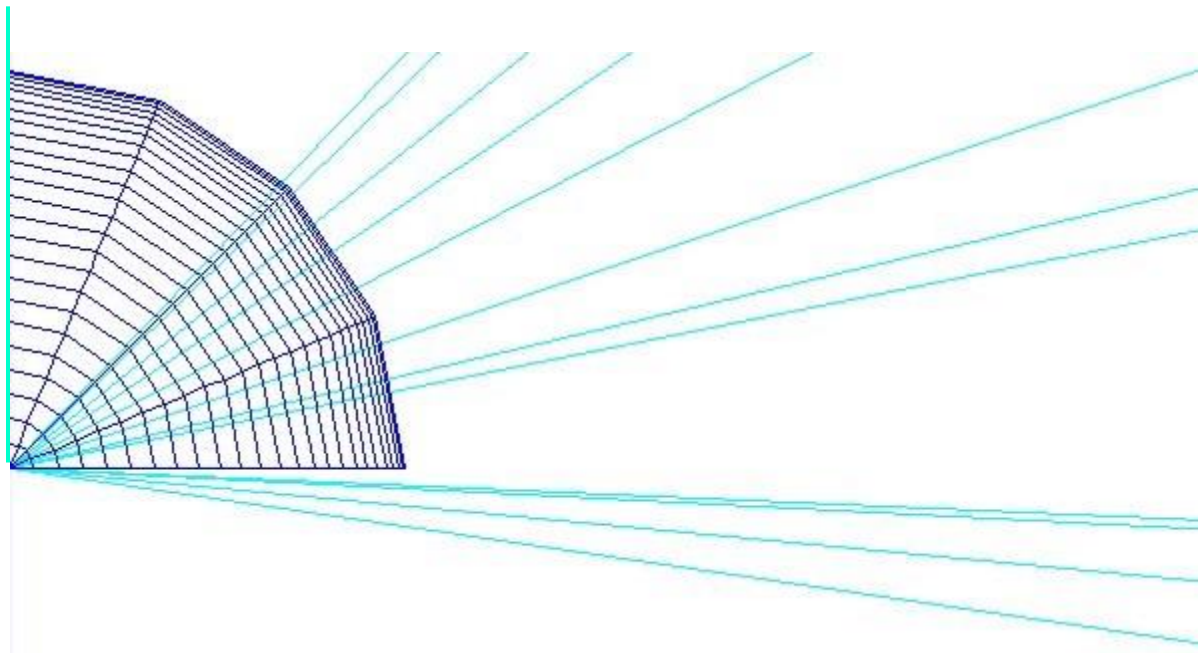
SUPERFICI RETTANGOLARI DI SIMULAZIONE
DEGLI EDIFICI OSCURANTI



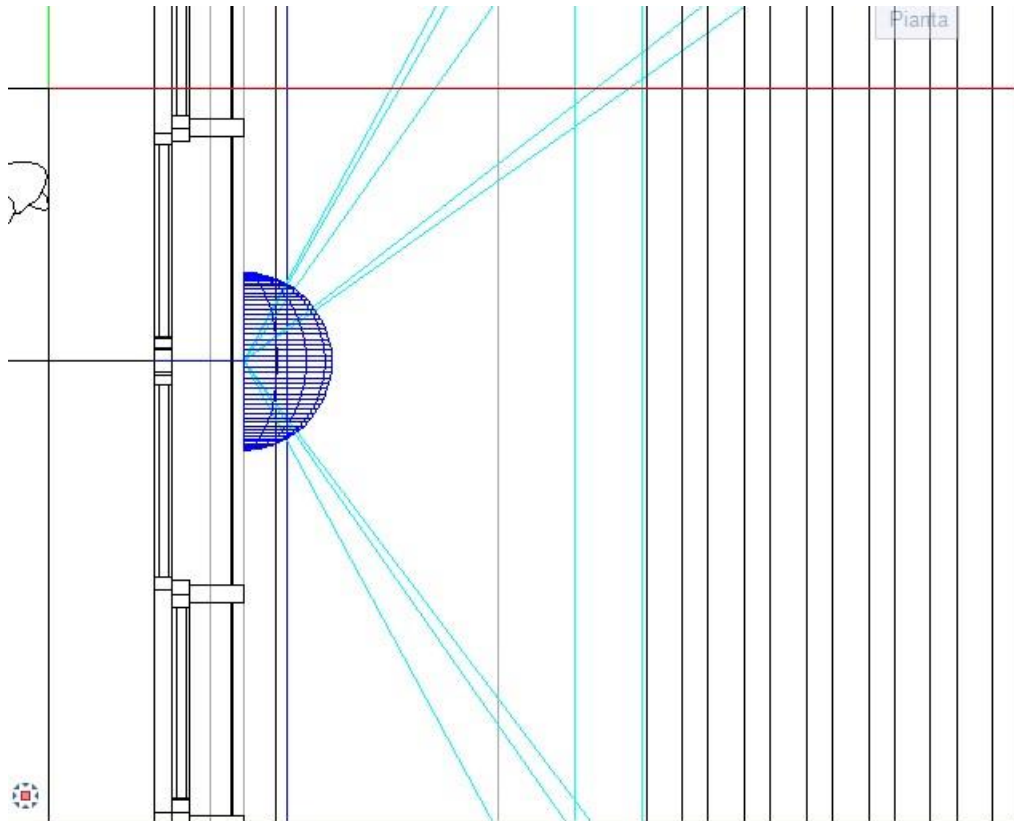
SUPERFICI RETTANGOLARI DI SIMULAZIONE
DEGLI EDIFICI OSCURANTI



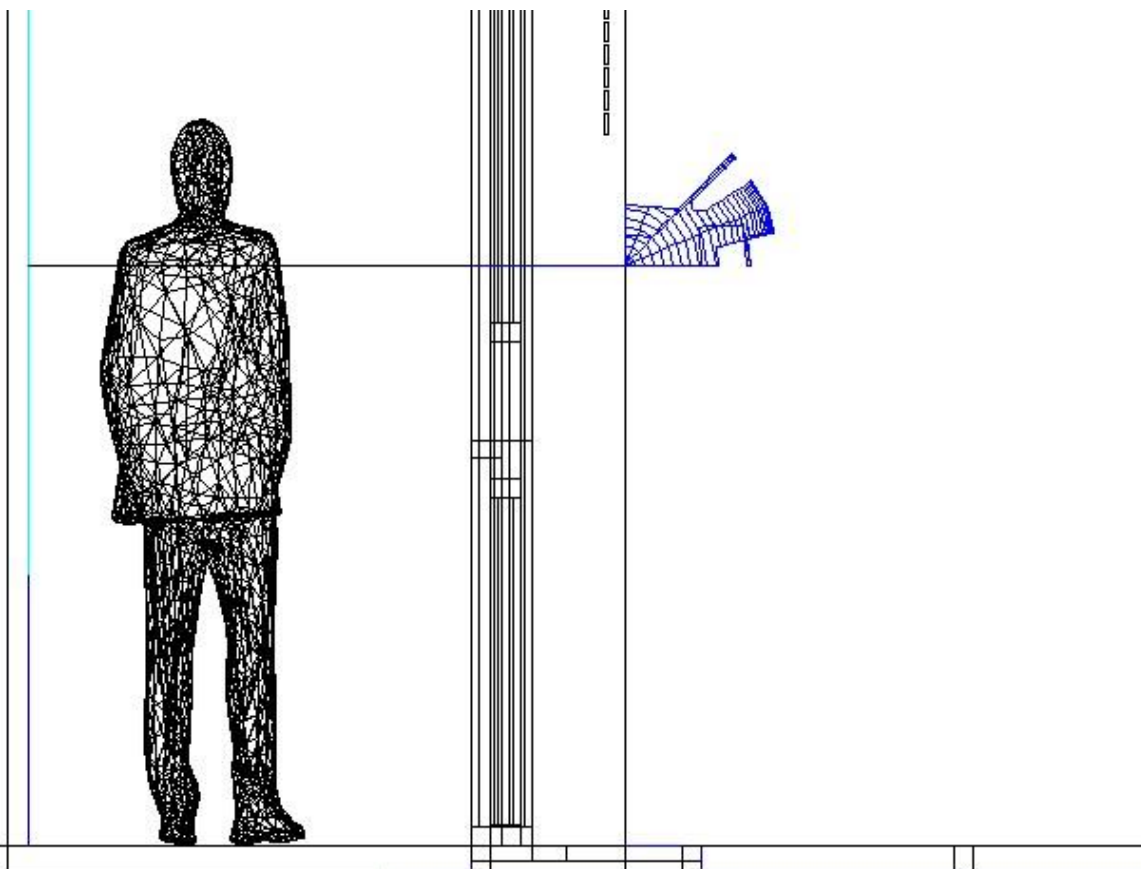
VISTA DELLE PIRAMIDI A BASE RETTANGOLARE
E CON VERTICI POSTI NEL PUNTO DI VISTA DELL'ATMOSFERA



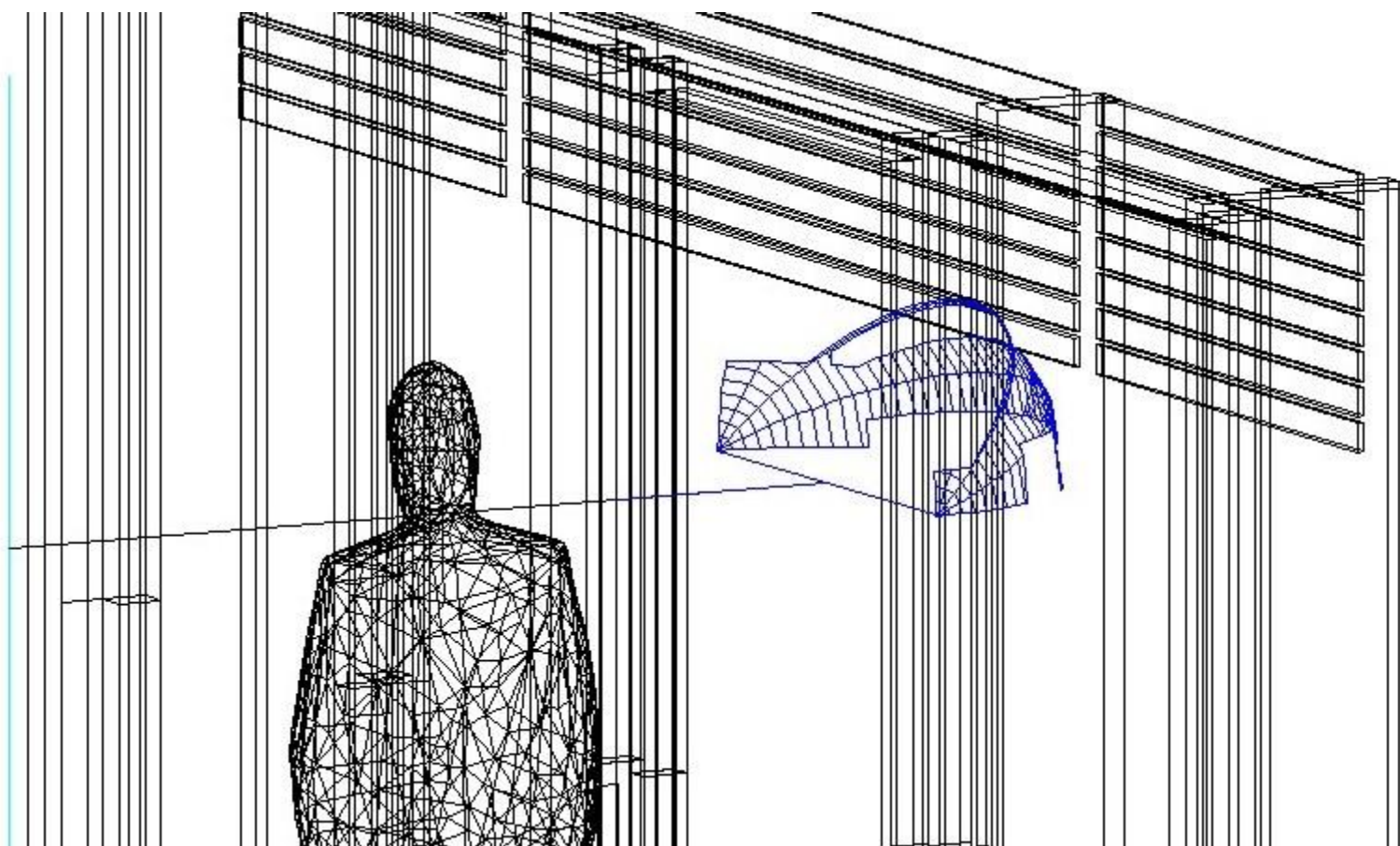
VISTA DELLA SOVRAPPOSIZIONE DELLE PIRAMIDI A BASE RETTANGOLARE
CHE OSCURANO PARTE DELL'ATMOSFERA



VISTA DALL'ALTO DELLA SOVRAPPOSIZIONE DELLE PIRAMIDI A BASE RETTANGOLARE CHE OSCURANO PARTE DELL'ATMOSFERA



VISTA DELLA PARTE DELLA CALOTTA SFERICA CHE RIMANE NON OSCURATA, ED IL CUI VALORE DI ϵ (PARI A 0,50 DI PARTENZA), SI RIDUCE A 0,16.



VISTA TRIDIMENSIONALE DELLA PARTE DELLA CALOTTA SFERICA CHE RIMANE NON OSCURATA, ED IL CUI VALORE DI \mathcal{E} (PARI A 0,50 DI PARTENZA), SI RIDUCE A 0,16.

Controllo della luce solare diretta e indiretta per l'illuminazione naturale

Abbiamo già visto nei capitoli precedenti che la luce solare diretta necessaria per riscaldare gli ambienti deve venire deviata nel suo percorso, durante i mesi invernali, al fine di evitare l'indesiderato abbagliamento.

Questo si può ottenere mediante veneziane orientabili poste internamente alla superficie vetrata Sud che riflettano la luce verso il soffitto dei locali. Oppure essa può essere trasformata in luce diffusa mediante la collocazione di tendaggi "opalini" interni, che non riducano eccessivamente l'intensità luminosa entrante, ma siano in grado di diffondere la luce diretta nell'ambiente.

Fortunatamente i sistemi di controllo della luce solare come fonte di calore sono coerenti con quelli necessari al controllo della luce solare illuminante.

Se la luce indiretta del giorno risultasse eccessiva in certi momenti, sia d'estate che d'inverno, essa può venire controllata con gli stessi sistemi proposti più sopra.

Più semplice e intuitivo è il controllo dell'eventuale luce solare illuminante fornita dalle finestrate poste ad Est, Ovest e Nord, non avendo esse la funzione di apporto di calore.

In caso di necessità di totale oscuramento dell'ambiente interno, è possibile collocare tendaggi opachi oscuranti, manovrabili sia elettricamente che manualmente.

Questi ultimi possono anche essere utilmente impiegati nelle ore notturne per ridurre il flusso termico uscente attraverso le vetrate.



9.3 La luce naturale e il benessere

Riporto alcune considerazioni sugli effetti positivi e negativi che dipendono dalla quantità di luce naturale cui possiamo essere esposti.

I livelli di illuminamento naturale esterni oscillano mediamente tra i 4.000 lux con cielo coperto d'inverno ed i 100.000 lux con cielo sereno d'estate.

Secondo recenti ricerche occorrono almeno 1.500 - 2.000 lux per prevenire gli effetti negativi della carenza di luce e beneficiare di quelli positivi.

Gli effetti positivi di una sufficiente quantità di luce naturale si possono riassumere:

- ✧ nell'effetto **caffaina** (effetto a breve termine), in quanto migliora:
 - la nostra attenzione,
 - la prestazione intellettuale,
 - l'umore,
 - la sensazione di poter prender decisioni.

- ✧ nell'effetto **vitamina** (effetto a lungo termine), in quanto ne beneficiano i ritmi circadiani ed il benessere psicofisico.

- ✧ Altri effetti positivi sono:
 - l'aumento della produttività,
 - il recupero più veloce dei convalescenti,
 - il risparmio di energia elettrica per l'illuminazione,
 - il maggior valore commerciale degli immobili.

Alcuni possibili effetti negativi di una insufficiente quantità di luce naturale possono essere:

- il rachitismo
- l'osteoporosi
- l'indebolimento del sistema immunitario
- la malinconia
- l'insoddisfazione dell'ambiente di lavoro
- l'alterazione nella produzione di ormoni (melatonina, cortisol, etc.)
- l'alterazione ritmi circadiani
- la depressione invernale (SAD).

L'illuminazione naturale riveste particolare importanza negli ospedali e nelle case di cura, nelle case di riposo per anziani e nelle scuole specialmente nelle materne e nelle elementari.

Essa è importante per il benessere nei luoghi di vita e lavoro e questo deve essere tenuto presente da tutti gli operatori nel campo urbanistico e nella progettazione di edifici e da parte dei responsabili delle salute dei lavoratori.

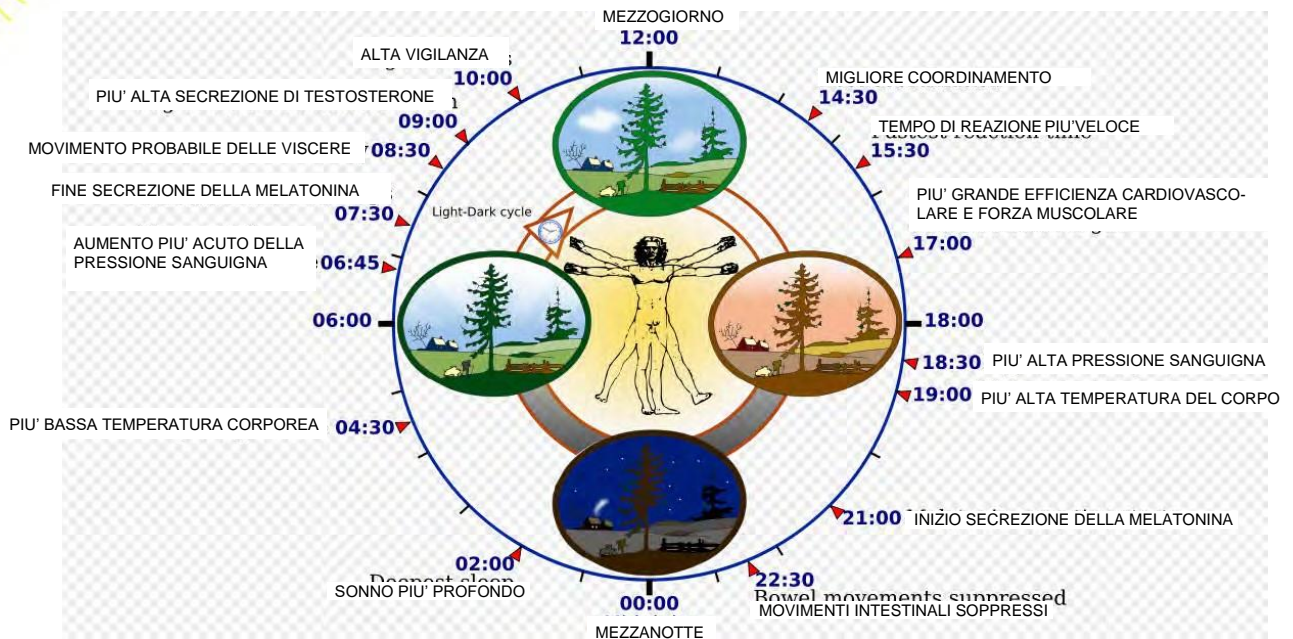


Fig. 113 - L'orologio biologico umano delle 24 ore (ritmo circadiano) riportato in figura potrebbe venire alterato dalla permanenza prolungata in ambienti dotati di scarsa illuminazione naturale.

9.4 Le norme di legge

Risalgono al 1975 le prime norme che stabiliscono i limiti minimi che deve avere il FMLD (fattore medio di luce diurna η_m) per le scuole e per le residenze.

Più tardi esse sono state integrate per gli ospedali. Ulteriormente specificate poi, sono state quelle che riguardano le scuole dalla citata norma UNI 10840/2007 sia su valore del FMLD che introducendo le modalità di calcolo, come visto nei paragrafi precedenti.

Per quanto riguarda invece le attività produttive, con la circolare 13 del 01.07.1997, nella Regione Veneto, vengono fornite regole sulle modalità di misurazione della superficie illuminante che deve essere poi, pari ad almeno 1/10 della superficie del pavimento nelle aree produttive e ad almeno 1/8 della superficie del pavimento nelle aree destinate ad uffici.

	$\eta_m \geq 1\%$	$\eta_m \geq 2\%$	$\eta_m \geq 3\%$	
Edilizia residenziale [4]	-	Tutti i locali di abitazione	-	D.M. 05.07.1975 Norme igienico sanitarie
Edilizia scolastica [5]	Uffici, spazi di distribuzione, scale, servizi igienici	Palestre e refettori	Ambienti ad uso didattico, laboratori	D.M. 08.12.1975 Norme tecniche aggiornate per l'edilizia scolastica
Edilizia ospedaliera [6]	Uffici, spazi di distribuzione, scale, servizi igienici	Palestre e refettori	Ambienti di degenza, diagnostica, laboratori	Circolare ministeriale n° 13011 del 22/12/74 paragrafo 1.3

Ovviamente l'esistenza di valori minimi richiesti dalle norme non significa che non si possa fornire una quantità di luce maggiore!

Ministero della Sanità Decreto ministeriale 05.07.1975

(Gazzetta Ufficiale 18 luglio 1975, n. 190)

Modificazioni alle istruzioni ministeriali 20 giugno 1896 relativamente all'altezza minima ed ai requisiti igienico-sanitari principali dei locali d'abitazione.

.....

Articolo 5 - [Illuminazione naturale diretta] Tutti i locali degli alloggi, eccettuati quelli destinati a servizi igienici, disimpegni, corridoi, vani-scala e ripostigli debbono fruire di illuminazione naturale diretta, adeguata alla destinazione d'uso. **Per ciascun locale d'abitazione, l'ampiezza della finestra deve essere proporzionata in modo da assicurare un valore di fattore luce diurna medio non inferiore al 2%, e comunque la superficie finestrata apribile non dovrà essere inferiore a 1/8 della superficie del pavimento.** Per gli edifici compresi nell'edilizia pubblica residenziale occorre assicurare, sulla base di quanto sopra disposto e dei risultati e sperimentazioni razionali, l'adozione di dimensioni unificate di finestre e, quindi, dei relativi infissi.

.....

Articolo 9 - [Disposizioni abrogate] Tutta la parte delle istruzioni ministeriali 20 giugno 1896 incompatibile o, comunque, in contrasto con le presenti disposizioni deve ritenersi abrogata.



10

Costi
di una
costruzione
solare passiva



10) Costi di una costruzione solare

I costi di una costruzione solare come fino ad ora descritta non sono molto differenti dai costi di un fabbricato di qualità, sia se riferiti a costruzioni che devono rispettare le vigenti normative sul risparmio energetico, ormai molto stringenti, sia se il paragone viene effettuato rispetto a edifici a “energia quasi zero” realizzati con modalità diverse, che saranno le costruzioni dell’ormai prossimo futuro.

10.1 Costi di costruzione

I costi di costruzione di un fabbricato solare passivo, come si è potuto rilevare dalle pagine precedenti, sono significativi nell’iniziale impegno progettuale e nella fase della verifica esecutiva, in quanto richiedono nella fase progettuale: analisi e sintesi architettoniche e formali, fisico tecniche, ambientali e impiantistiche; senza le quali i desiderati risultati di alta qualità abitativa o di utilizzo potrebbero non avverarsi. Come non meno importanti sono poi le verifiche in corso d’opera, le quali devono far rispettare i dettami della cura progettuale e che spesso offrono occasioni di ulteriore miglioramento qualitativo.

Le maggiorazioni di costo di determinati componenti edilizi, finestre, spessori dei coibenti, cura dei ponti termici, ecc. non si discostano molto da quelli derivati dalle dimensioni minime come ormai richieste dalla normativa, e comunque, se le modalità esecutive sono studiate e decise nella fase progettuale, esse comportano solo un minimo extracosto. I potenziali extracosti, comunque, vengono compensati a volte dalla semplicità esecutiva, la quale deve essere però una costante degli aspetti progettuali ed esecutivi delle costruzioni che si prefiggono di raggiungere un obiettivo di sostenibilità. Vale sempre il detto “una costruzione bella non sempre assolve le sue funzioni, ma una costruzione che adempie pienamente alle sue funzioni è sempre bella”.

10.2 Costi di manutenzione e gestione

Ormai abbiamo capito che spesso in costi di manutenzione e gestione, anche non considerando in essi, per il momento, i costi energetici, possono essere molto alti. Il degrado delle strutture e delle finiture e la regolazione e la riparazione degli impianti, quando sono troppi o troppo complessi, possono generare complicazioni costose e abbisognevoli di interventi manutentivi.

Anche sotto questi aspetti la progettazione e la successiva fase di esecuzione devono essere condotte pensando alla necessità di manutenzione che il fabbricato potrà richiedere. Le costruzioni solari passive, se ben progettate anche per quanto riguarda la manutenzione contengono per se stesse tutti i requisiti di semplicità costruttiva, protezione dalle intemperie riduzione al minimo dell’impiantistica e semplicità dell’impiantistica stessa, tali da richiedere una manutenzione ridotta al minimo.

Soluzioni progettuali spesso troppo preoccupate di garantire una grande perfezione prestazionale e una completa automatizzazione infarciscono i fabbricati di complesse soluzioni impiantistiche di produzione, accumulo e distribuzione di energia, le quali, oltre al costo iniziale, nascondono costi di gestione e di manutenzione imprevedibili nella fase iniziale.



La complicazione impiantistica affidata a sistemi di controllo, macchine sofisticate e sistemi di distribuzione capillari, può richiedere frequenti interventi di personale specializzato per garantire tutte le prestazioni promesse.

10.3 Costi energetici

La sfida iniziale che ci eravamo prefissi di vincere era quella di arrivare ad annullare i costi energetici. Per essi intendo sia i costi del combustibile che i costi di costruzione di un impianto integrativo. Ridotti al minimo gli impianti necessari allo scopo, conservando solo, ad esempio, quello necessario al recupero del calore di espulsione dell'aria di ricambio, i costi di gestione energetici si riducono praticamente a zero. Le grandi superfici vetrate forniscono in abbondanza la luce durante il giorno per l'illuminazione dei locali, e quindi la poca energia elettrica necessaria a far funzionare gli apparecchi integrativi può essere prodotta da alcuni pannelli fotovoltaici.

In conclusione, con una costruzione solare passiva si giunge facilmente a un edificio non solo ad "energia quasi zero", ma si può facilmente realizzare un edificio in grado di produrre più energia di quella che consuma.

Volendo paragonare edifici economici non realizzati con obiettivi di elevato risparmio energetico, a edifici più costosi tendenti al massimo risparmio energetico, si nota che questi ultimi, se nei costi vengono compresi anche quelli di manutenzione, gestione ed energetici, alla fine hanno un costo complessivo minore di tutti. Vedi gli esempi di cui alla fig. 114.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
L'ANALISI È RIFERITA ALL'ANNO 2010	ANNO DI COSTRUZIONE	COSTO ATTUALIZZATO (2010) €	SUPERFICIE LORDA A MQ	COSTO A MQ	ANNI DI UTILIZZO	COSTO DI COSTRUZIONE ANNUO A MQ	COSTO DI MANUTENZIONE ANNUO	COSTO DI MANUTENZIONE ANNUO A MQ	FABBISOGNO ENERGETICO ANNUO A MQ kWh/mq anno	Costo attuale del kWh	COSTO ENERGETICO ANNUO A MQ	COSTO A MQ ANNO PER COSTRUZIONE, MANUTENZIONE ED ENERGIA
2 SCUOLA MATERNA DI CONTEA	2008	€ 1 200 000,00	695	€ 1 726,62	70	€ 24,67	€ 1 000,00	€ 1,44	20	€ 0,20	€ 4,00	€ 30,10
3 SCUOLA MATERNA DI CONTEA, DOTATA DI 20 kWp DI PANNELLI FOTOVOLTAICI	2008	€ 1 350 000,00	695	€ 1 942,45	70	€ 27,75	€ 1 500,00	€ 2,16	0	€ 0,20	€ 0,00	€ 29,91
4 AMPLIAMENTO SCUOLA MEDIA GIOVANNI XXIII	2007	€ 450 000,00	270	€ 1 666,67	70	€ 23,81	€ 650,00	€ 2,41	-2,2	€ 0,20	-€ 0,44	€ 25,78
5 CASA BEDIN LEGGE 10	1985	€ 300 000,00	250	€ 1 200,00	50	€ 24,00	€ 550,00	€ 2,20	85	€ 0,20	€ 17,00	€ 43,20
6 CASA NUOVA ZERO ENERGY	2010	€ 250 000,00	150	€ 1 666,67	70	€ 23,81	€ 550,00	€ 3,67	0	€ 0,20	€ 0,00	€ 27,48
7 CASA NUOVA D.M. 311	2010	€ 220 000,00	150	€ 1 466,67	50	€ 29,33	€ 250,00	€ 1,67	50	€ 0,20	€ 10,00	€ 41,00

Fig. 114 - La casa Bedin (riga 5) costruita secondo la legge 10 con un costo di costruzione molto basso, rivela però un costo complessivo (costruzione + manutenzione + energetico) molto alto (colonna 13). Mentre la scuola media Giovanni XXIII (riga 4) realizzata secondo i dettami del presente manuale ed in grado di produrre più energia di quella che consuma, in definitiva ha un costo complessivo molto basso (colonna 13). Lo stesso si può rilevare rispettivamente per la casa di cui alla riga 7 e quella di cui alla riga 6. Elaborazione Ing. Giorgio Bedin.



11

**Esempi
di progetti
e realizzazioni
di costruzioni
solari passive**



11.1) NUOVA VILLA UNIFAMILIARE SOLARE PASSIVA A ONIGO - TREVISO

1984 Progettazione e realizzazione Ing. Giorgio Bedin

<http://www.archilovers.com/projects/31436/casa-solare.html>

Progettazione e costruzione 1984-1985

Sup. riscaldata netta = 191 m²

Sup. riscaldata lorda = 210 m²

Corretta posizione dei locali

Corretto orientamento

Utilizzo dell'energia solare diretta

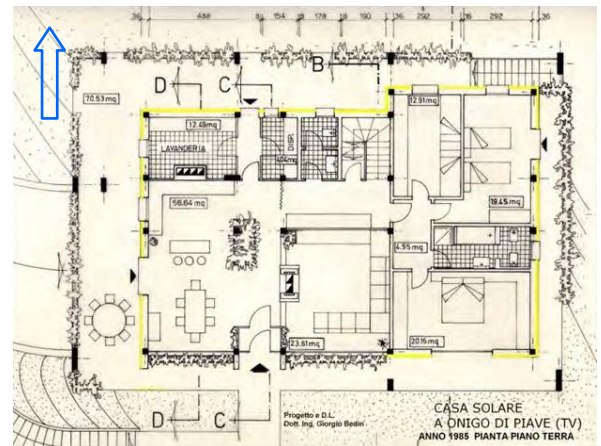
Elevata coibentazione termica

Consumo di energia calcolato solo su parte

solare = 35 kWh/ m²anno

Protezione solare estiva

Illuminazione naturale controllata



PIANTA DEL PIANO TERRA



Consumi rilevati per riscaldamento e ventilazione di tutto il fabbricato come realizzato = 70 kWh/m²anno
Grande luminosità dei locali
Lunga durabilità della casa
Pochi costi di manutenzione

Orientamento Sud

Coibentazione pareti 10 cm PU

Coibentazione pavimento 10 cm PU

Coibentazione copertura 10 cm PU

Struttura a telaio in c.a. antisimica

Sup. vetrata a Sud massima ottenibile

Parete Nord protetta da porticati





11.2) AMPLIAMENTO SOLARE PASSIVO DELLA SCUOLA MEDIA "GIOVANNI XXIII" - MONTEBELLUNA TREVISO 2006

Progettazione e realizzazione Ing. Giorgio Bedin

<http://www.archilovers.com/projects/23380/scuola-media-solare-ampliamento.html>

Progettazione 2005 – 2006

Quattro aule su due piani

Sup. riscaldata netta = 204 m²

Sup. riscaldata lorda = 240 m²

Costo 450.000,00 € (1.400,00 €/ m²)

Tempo di realizzazione 7 mesi

Corretto orientamento

Utilizzo dell'energia solare diretta

Elevata coibentazione termica

Consumo di energia calcolato = 20 kWh/ m² anno

Protezione solare estiva

Illuminazione naturale controllata

Recupero di calore dall' aria di ricambio

Energia elettrica da fotovoltaico (4 kWhp)



21 GIUGNO ORE 12.00



26 DICEMBRE ORE 12.20

In inverno le vetrate a Sud sono illuminate dal sole. Attenzione alle ombre portate. Controllo della luce diretta mediante veneziane regolabili interne alle finestre. In estate le vetrate a Sud sono schermate dai frangisole

Orientamento Sud 9° Est

Coibentazione pareti 10-28 cm XPS

Coibentazione pavimento 20 cm XPS

Coibentazione copertura 25 cm XPS

Struttura a telaio in c.a. antisismica

Sup. vetrata a Sud massima ottenibile

Grande massa interna al coibente

Ventilazione controllata

Pannelli fotovoltaici in copertura

Serramenti in legno con vetro-camera basso emissivo

Consumi rilevati per riscaldamento, ventilazione e illuminazione

= 4785 kWh/anno pari a 20,0 kWh/ m²a

Energia elettrica prodotta da fotovoltaico

= 5400 kWh/anno

200 sopralluoghi per D.L.

Ricambio d' aria tramite flusso incrociato tra aria di ingresso e di espulsione
 Riscaldamento integrativo mediante pompe di calore aria-aria

Correzione ponti termici verticali e orizzontali
 Continuità coibentazione-serramento



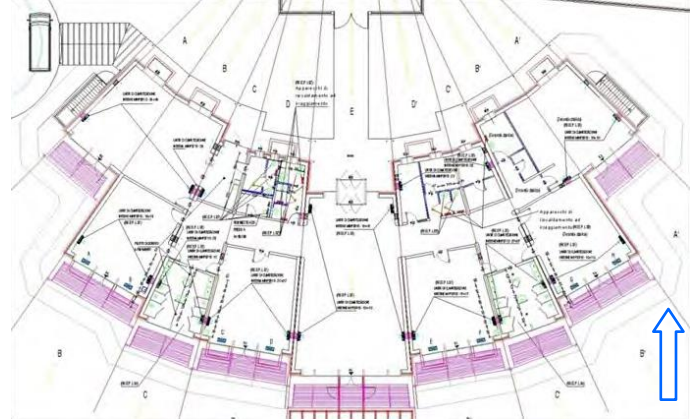
11.3) NUOVA SCUOLA MATERNA SOLARE PASSIVA DI CONTEA MONTEBELLUNA TREVISO 2007

Progettazione e realizzazione Ing. Giorgio Bedin - Arch. Luca Feltrin

<http://www.archilovers.com/projects/23381/scuola-materna-solare-di-contea.html>

- Progettazione 2006 – 2007-Tre sezioni + mensa
- Sup. riscaldata 600 m² - Sup. lorda 700 m²
- Costo 1.170.000,00 € (1.600,00 €/ m²)
- Tempo di realizzazione 12 mesi
- Corretto orientamento a Sud
- Utilizzo dell' energia solare diretta
- Elevata coibentazione termica
- Consumo di energia calcolato = 20 kWh/ m² anno
- Protezione solare estiva
- Illuminazione naturale controllata
- Recupero di calore dall' aria di ricambio
- Recupero acqua piovana
- Pannelli solari termici

PIANO TERRA DEL FABBRICATO COMPLETO



RENDERING DEL FABBRICATO COMPLETO

- In inverno le vetrate a Sud sono illuminate dal sole
- Controllo della luce diretta mediante veneziane regolabili interne alle finestre
- In estate le vetrate Sud sono schermate dai frangisole
- Parete Nord protetta da porticato

- Ricambio d' aria tramite flusso incrociato tra aria di ingresso e di espulsione
- Riscaldamento integrativo mediante pompe di calore aria-aria
- Recupero acqua piovana

- Orientamento Sud
- Coibentazione pareti 15 cm XPS
- Coibentazione pavimento 20 cm XPS
- Coibentazione copertura 25 cm XPS
- Struttura a pareti in c.a. antisimica
- Sup. vetrata a Sud massima ottenibile

- Grande massa interna al coibente
- Ventilazione controllata
- Pannelli solari termici in copertura
- Serramenti in legno con vetro-camera basso emissivo
- Porticato Nord e barriera verde

- Correzione ponti termici vert. e orizz.
- Continuità coibentazione-serramento

- Consumi rilevati per riscaldamento e ventilazione
- = 15316 kWh/anno pari a 22,10 kWh/ m² anno
- 400 sopralluoghi per D.L.



DA SUD EST



UNA DELLE TRE SEZIONI

Via Dalmazia, 36 - 31044 Montebelluna TV
Tel. 0423.1857158 348.2306616 - luceclima@live.com



11.4) RISTRUTTURAZIONE ENERGETICA SOLARE PASSIVA DI CENTRO

CULTURALE MONTEBELLUNA TREVISO 2010

Progettazione Ing. Giorgio Bedin

<http://www.archilovers.com/projects/31437/riqualificazione-energetica-solare.html>

Progettazione 2009 – 2010 Otto vani su due piani
 Sup. riscaldata netta = 454 m² Sup. riscaldata lorda = 568 m²
 Costo 750.000,00 € (1.320,00 €/ m²)
 Corretto orientamento Utilizzo dell'energia solare diretta
 Elevata coibentazione termica Grande massa strutturale
 Consumo di energia calcolato = 18 kWh/m² anno
 Protezione solare estiva Illuminazione naturale controllata
 Produzione di energia elettrica da fotovoltaico (16 kWhp)

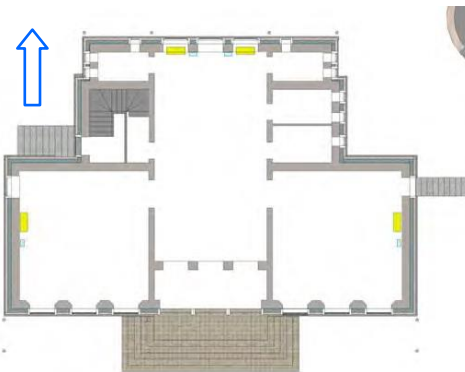


ESISTENTE DA SUD

Orientamento Sud

Coibentazione pareti 20 cm XPS
 Coibentazione pavimento 10 cm XPS
 Coibentazione copertura 25 cm XPS
 Struttura in muratura rinforzata antisismica
 Sup. vetrata a Sud massima ottenibile

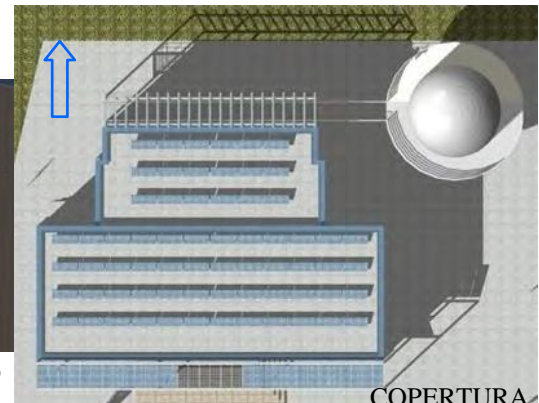
Grande massa interna al coibente
 Ventilazione controllata Pannelli fotovoltaici in copertura
 Serramenti in legno con vetro-camera basso emissivo
 Protezione solare estiva Protezione parete nord
 Continuità della coibentazione



PIANTA PIANO TERRA



LA FACCIATA SUD IN INVERNO



COPERTURA

In inverno le vetrate a Sud sono illuminate dal sole
 Controllo della luce diretta mediante veneziane regolabili interne alle finestre
 In estate le vetrate Sud sono schermate dai frangisole
 Le finestre possono diventare ampie bellissime pitture

Conservazione delle strutture e delle finiture interne esistenti
 Profonda trasformazione architettonica
 Razionale inserimento ambientale

Autosufficienza energetica
 Funzione educativa dell'intervento
 Valorizzazione delle costruzioni esistenti
 Riqualificazione del paesaggio



RENDERING DA NORD OVEST



RENDERING DA EST



11.5) NUOVA SCUOLA ELEMENTARE SOLARE PASSIVA DI MASER TREVISO

2012 Progettazione Ing. Giorgio Bedin

<http://www.archilovers.com/projects/61082/nuova-scuola-elementare-solare-tre-sezioni.html>

La dimensione della scuola prevede due sezioni (10 aule), con la possibilità di aggiungere una terza sezione in un futuro ampliamento. Lo studio urbano prevede anche una migliore sistemazione della viabilità più prossima, a servizio anche dei vicini fabbricati delle scuole medie e del palazzetto dello sport. L'area posta a Sud di Via Motte e ad Ovest del palazzetto dello sport, ben si presta alla collocazione della nuova scuola elementare. Infatti essa rende possibile un ottimale orientamento solare della scuola, una facile accessibilità, e una semplice razionalizzazione funzionale e messa in sicurezza della viabilità esistente. Il progetto dalla scuola, sviluppato su un solo piano e su due corpi paralleli, comprende, nella sua versione finale completa di tre sezioni, oltre alle quindici aule e relativi servizi, una grande sala polivalente, una mensa completa di scaldavivande e distribuzione, cinque aule speciali e tutti i locali e i servizi per il personale docente e non docente. Il dimensionamento e l'orientamento ottimale verso Sud di tutte le facciate delle aule della sala polivalente e di tutte le finestre dei locali di supporto e servizio, consente lo sfruttamento massimo dell'irraggiamento solare diretto d'inverno al fine di ottenere un utile apporto solare termico e la massima illuminazione naturale. L'orientamento a Sud delle facciate finestrate, inoltre, consente un facile controllo degli apporti solari e della luminosità naturale in tutte le stagioni. La costruzione di tipo tradizionale con pareti portanti e solai pesanti, permette l'accumulo interno dell'energia solare diretta e il controllo degli sbalzi termici giornalieri. L'applicazione di frangisole fissi correttamente progettati, consente un facile controllo della radiazione solare diretta estiva, incidente su tutte le superfici vetrate. La collocazione di tendaggi alla veneziana collocati internamente alle superfici vetrate, consente il controllo della radiazione solare diretta nella stagione invernale, senza perdita di apporto termico solare. Spessori notevoli dell'isolamento termico "a cappotto" e l'applicazione di serramenti a bassa dispersione di calore ma dotati di vetri ad alto fattore solare, consente di ridurre al massimo il fabbisogno di riscaldamento integrativo. Il recupero del calore dall'irrinunciabile ricambio controllato dell'aria, inoltre, garantisce una ulteriore riduzione dei fabbisogni termici invernali. L'installai zone di pannelli fotovoltaici sulle superfici piane di copertura delle aule, fornisce l'energia elettrica necessaria a far funzionare sia le pompe di calore per riscaldamento ed il raffrescamento, sia la ventilazione controllata, sia l'illuminazione artificiale nei momenti di carenza di quella naturale. Calcoli di massima del bilancio energetico solare annuale, permette di affermare che la quantità di energia elettrica fornita dai pannelli fotovoltaici sia più che sufficiente a coprire tutti i fabbisogni energetici delle scuole. Il funzionamento solare passivo della scuola, inoltre, conseguente ad una intelligente progettazione fisico tecnica, geometrica e architettonica solari, conduce alla realizzazione di una costruzione semplice, energeticamente autosufficiente, dotata di impiantistica molto semplificata e di facile uso e gestione, in grado di fornire un ambiente interno ottimale sia dal punto di vista della disponibilità della luce naturale che del controllo del clima in ogni stagione



PLANIMETRIA



UN'AULA CON IL SOLE INVERNALE



LA FACCIATA SUD



DA SUD EST



11.6) NUOVA PISCINA SOLARE PASSIVA COPERTA A PONZANO VENETO

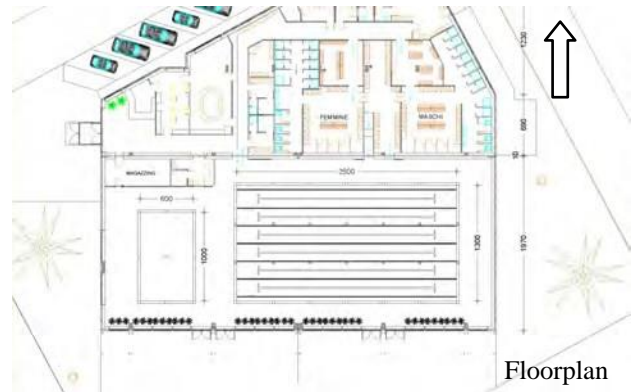
TREVISO 2012 Progettazione Ing. Giorgio Bedin

<http://www.archilovers.com/projects/41660/piscina-coperta-solare.html>

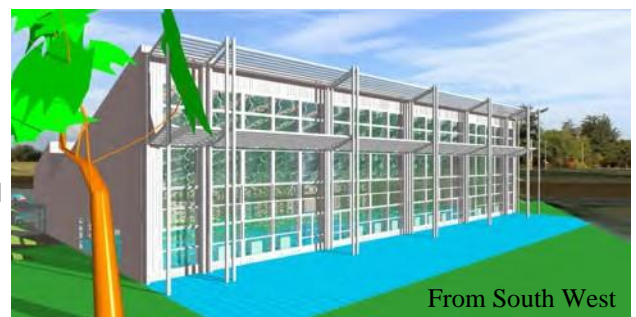
PROJECT DESCRIPTION Inserted in new sports area, the pool is oriented differently from the other existing buildings, following the path of the Sun. The architectural shape from contents clearly and easily legible, is influenced by area available and exploits all the environmental potentials. The architectural project is divided into four main areas: the baths zone, the zone services, the basement and the outer area. The area of the baths includes two tanks, the warehouse and the emergency room. The entrance zone-services includes the entrance hall with the ticket office, a room for the administration and management, a room for meetings and conferences, two services for administrative staff and for external audiences, changing rooms for male and female instructors, the area changing facilities for personnel with separate access from North, and the two areas for changing, divided between males and females, both equipped with area of change footwear, changing room, showers and toilets. The link to the baths zone take place through the obliged path. All the features described are connected by a bright corridor. The natural lighting in all the rooms takes place from the windows located in high and oriented to the South. To the North is placed a small porch to protection the wall and of the entrance of the technical personnel of maintenance and cleaning. The gross floor area of the services described, including compass of entrance, is mq 673.

The basement has gross surface equal at the covered area of the baths and of the services described. In this area are placed all installations for the ground plan, including those for the air conditioning, the treatment of the water of the baths, and the heat recovering.

The external area includes some parking spaces along the West side, a green area along the East side perimeter, the scale and the external access to the basement and, to the South, an area partly paved and partly of green grass, used in the summer and the solarium. The arrangement of the building uses the direct solar radiation for heating and lighting, in a natural way, of all the rooms of the swimming pool in winter. The Orientation South of the window allows to control of the natural light and the overheating in the summer. A considerable thickness of heat insulation of the perimeter walls, over the coverage and on the floor, reduces a lot the lost of the heat for conduction. The windows made of laminated wood and painted with white color, are equipped with triple glass with argon gas and treatment low emissive and with high solar factor. The vertical structures and of cover are heavy (concrete) with functions of thermal accumulation. Externally at the windows of swimming pool are placed fixed shade, designed to reduce the solar gain in summer and to get in the winter the maximum insulation. These measures of sustainability, provide a significant reduction of energy consumption. The use of heat pumps for heating environment, avoids the construction of a conventional thermal power plant and everything works with electricity.



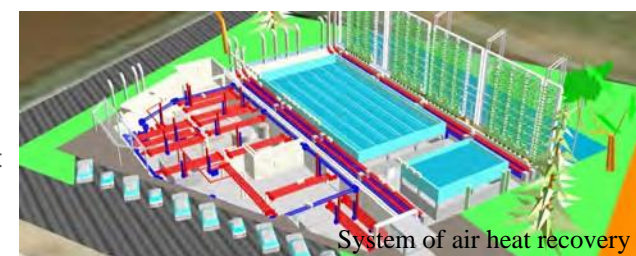
Floorplan



From South West



Section



System of air heat recovery



The tub floor in winter



**NUOVA PISCINA SOLARE PASSIVA COPERTA A PONZANO VENETO
 TREVISO 2012** Progettazione Ing. Giorgio Bedin

The basement is an important area of accumulation of heat from the air of expulsion from the rooms of the top, that in the basement transits, before final discharge, from all electric machines installed therein, and from the ground below, and is an important area also for heat transfer at the air entered.

Innovation and transferability – Progress

Despite the sensitive and complex issue of air-conditioning and energy saving in a pool, the draft adopts systems simple of internal climate control. It uses many efficient passive design mechanisms instead of conventional systems. It is a visually intriguing piece of architecture with symbolic power, it serves its purpose fully by providing attractive and functional spaces. It develops the environmental awareness of the occupants (passive building, active people), the landscaping enriches the local ecosystem. Considered individually, these are not amazing design feats, but considered together (holistic approach), the way the building looks and works is a radical departure from the norm. Although some aspects of the design apply specifically to the temperate climate, many aspects can be easily transferred around the world. The concepts employed are affordable, easy to understand, and practical to realize.

Ethical standards and social equity – People The construction criteria, the sustainable results, the ability to achieve a zero energy consumption, of this construction, can be a very good example to follow for new construction: residential, tertiary and sports.

A sustainable transformation of existing city and of new construction can be achieved by applying the concepts of this project. It is clear the great social usefulness of these objectives, when developed widely, in terms of well-being of the environment and, thereby, of good healthy physical (and mental). The educational function of this project is another important social function, especially in areas where we have lost the close relationship between the city, the buildings and the nature. The construction achieved in traditional way is made using local workers.

Environmental quality and resource efficiency – Planet

The materials of construction are made locally (concrete, wood). Thanks at the use of solar energy direct, we have a very low consumption of energy (in total minus of 50 kwh/sqm year). Low costs of maintenance of all the technological plants, thanks at the simple and clear design. If we provide the energy electric (80000 kwh/year) from the photovoltaic panels, we can reach the self-sufficiency energy. Long life of the building thanks to the clever design and at the accurate construction.

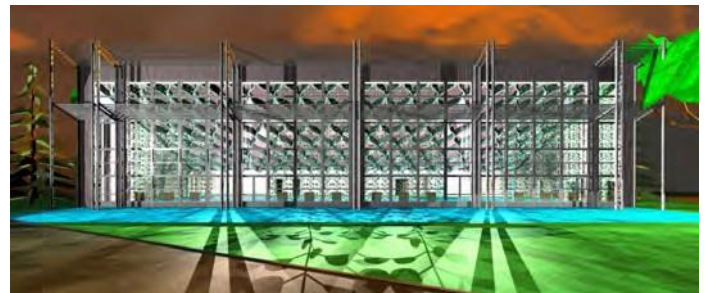
Economic performance and compatibility – Prosperity

The traditional constructive arrangements enhance the local work. Raw materials, semi-manufactured and finished components come from the territory (gravel, concrete, windows, panels, ceramics, technological systems).

The financings come from subsequent cash (the tickets of the customers), which are secure, also thanks at the low operating costs and maintenance.

Contextual and aesthetic impact – Proficiency

The orientation, the architectural form and the intelligent use of construction materials, transmit deep messages to the landscape and to the surrounding buildings, which can retrieve the quality currently non-existent. The next new buildings can follow the concepts of this example and further improve, on sustainable way the environment. Dr. Engineer Giorgio Bedin - Montebelluna Treviso Italy



The South façade of the swimming pool by night

Project of an indoor swimming pool solar, Italy.

We hereby certify that the project cited above was entered in the competition in which 6,065 entries were received. The submission was one of 2,251 entries that met the stringent criteria of the competition and was presented to the respective regional Holcim Awards jury headed by: Europe Jürgen Mayer H., Germany North America Mohsen Mostafavi, USA Latin America Carolyn Aguilar, Mexico Africa Middle East Hashim Sarkis, Lebanon Asia Pacific Wowo Ding, China The Holcim Awards is an international competition of the Holcim Foundation for Sustainable Construction. The competition celebrates innovative, future-oriented and tangible sustainable construction projects from around the globe. Five “target issues” form the basis on which projects are assessed. Innovation and transferability Ethical standards and social equity Environmental quality and resource efficiency Economic performance and compatibility Contextual and aesthetic impact. On behalf of the Holcim Foundation for Sustainable Construction, we would like to congratulate you on this achievement, and thank you for your contribution to promoting sustainable construction – in building and civil engineering works; landscape, urban design and infrastructure; products and construction technologies; or with a visionary project in the “Next Generation” category.

Prof. Dr. Hans-Rudolf Schalcher Head of the Technical Competence Center Holcim Foundation, c/o ETH Zurich Edward Schwarz General Manager of the Holcim Foundation www.holcimawards.org.



11.7) LA CASA SOLARE PASSIVA, LUMINOSA, ECONOMICA E CONFORTEVOLE (Abbinata) MONTEBELLUNA TREVISO 2013

Progettazione

Ing. Giorgio Bedin <http://www.archilovers.com/projects/83788/la-casa-solare-zero-energy.html>

LA CASA SOLARE Luminosa, economica, confortevole.

Il concetto di base è semplice. Esso si può rilevare dalle costruzioni sia rurali che aristocratiche del passato. In esse, la facciata principale appare rigorosamente orientata a Sud/Sud-Est. Il motivo è presto giustificato. Le finestre e le stanze disposte lungo la facciata principale potevano godere di **una grande insolazione e luminosità d'inverno e di un facile ombreggiamento d'estate**. Altre aperture poste sulla facciata Nord, inoltre, consentivano una confortevole ventilazione nelle giornate afose. Ma le tecniche costruttive e i materiali da costruzione erano allora abbastanza limitati e i vantaggi climatici e ambientali delle costruzioni non potevano che essere, a loro volta, limitati. Oggigiorno, le conoscenze scientifiche sulle prestazioni dei materiali da costruzione e l'impiego di nuove modalità costruttive possono aiutarci a costruire fabbricati molto confortevoli e di economica gestione. Ingrandire le superfici finestrate poste sulla facciata Sud per **far entrare più luce e calore solare** senza aumentare la dispersione termica è ora possibile data la disponibilità di **vetri stratificati molto efficaci**. La necessità di avere case robuste che resistano al terremoto fornisce anche una grande massa del fabbricato, migliorandone notevolmente le prestazioni termiche, sia d'inverno che d'estate. Posizionare **grossi spessori di materiale isolante** sulle pareti, sul tetto e sul pavimento, che riducano di molto la dispersione termica, è facilitato dalla disponibilità di materiali molto efficaci offerti dal mercato. Parimenti, **il ricambio d'aria**, ormai irrinunciabile per la salubrità degli ambienti, è ottenibile con impianti molto semplici che consentono un notevole **recupero di calore**. Ovviamente, tutte le ottime prestazioni descritte vanno organizzate in un progetto funzionale, **piacevole, semplice ed economico**. Ci aiuta molto nelle scelte prestazionali la possibilità di controllare la progettazione climatica mediante **complessi calcoli assistiti da computer**.



La sala da pranzo d'inverno



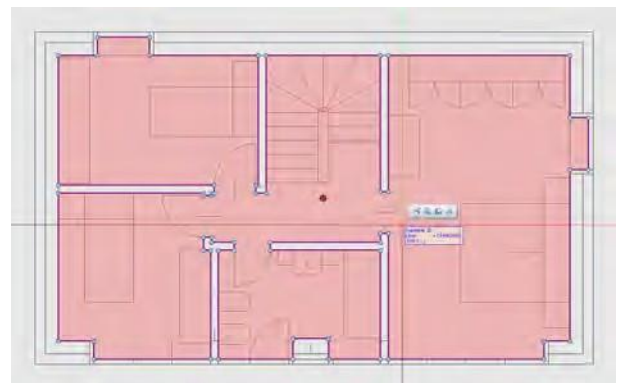
La facciata Sud d'inverno è tutta illuminata



La facciata Sud in estate è tutta in ombra



Pianta Piano Terra della abbinata ad Est



Pianta Piano Primo della abbinata ad Est



11.7) LA CASA SOLARE PASSIVA, LUMINOSA ECONOMICA E CONFORTEVOLE (Abbinata) MONTEBELLUNA TREVISO 2013

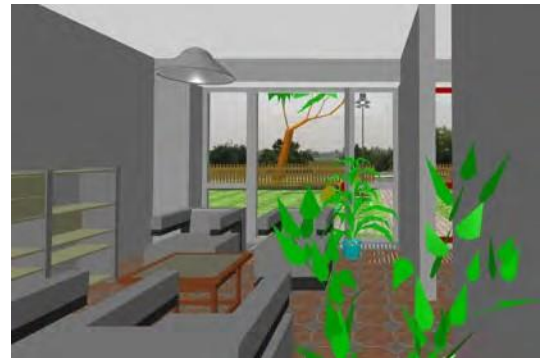
Progettazione Ing. Giorgio Bedin

Grazie ad essi vengono verificate sia le prestazioni climatiche che quelle luminose del fabbricato, oltre a quelle legate alla sicurezza sismica. Con quale obiettivo ambizioso? Una costruzione sicura, molto luminosa, igienica, che non consumi energia per il riscaldamento, ma riesca a fare tesoro dei gratuiti apporti solari e confortevole anche d'estate. Un risultato complessivo che bisogna raggiungere, però, con impiego minimo di impianti, in modo da ottenere una casa semplice da utilizzare e da mantenere. In una parola una casa solare, che aggiunga ai **classici canoni vitruviani Firmittas, Utilitas e Venustas**, anche il termine **Oeconomica**. In grado cioè, di utilizzare al meglio le condizioni climatiche e ambientali che la natura, nel suo ciclo di avvicendamento stagionale, è in grado di offrire. Nelle due case abbinata presentate nelle figure allegate, **tutta l'energia termica necessaria per il riscaldamento viene fornita dai raggi del sole che penetrano direttamente attraverso le finestre poste sulla facciata Sud. La proporzione ottimale tra il volume del fabbricato, la superficie disperdente, la dimensione delle finestre, lo spessore dell'isolamento termico e la quantità della massa interna, consente di raggiungere questo ottimale risultato. Il ricambio d'aria controllato, inoltre, permette un grande recupero di calore e una sicura e irrinunciabile igiene dei locali. La sfida è ottenere le descritte qualità nella semplicità e con costi contenuti anche nella costruzione e nella successiva manutenzione, nella migliore tradizione della progettazione olistica.**

Il fabbricato in oggetto, composto da due case abbinata di 110 mq netti ciascuna su due piani, ha un consumo energetico invernale/estivo pari a zero, grazie anche agli apporti solari gratuiti invernali attraverso i vetri della facciata Sud. Una stufa a legna viene installata per compensare i limitati periodi di possibili temperature inferiori a quelle desiderate. In essa è garantito un salubre ricambio d'aria ed una luminosità naturale superiore a quella di legge. La costruzione di tipo tradizionale, con pareti in calcestruzzo e coibentazione a cappotto, ospita pannelli solari fotovoltaici sul tetto per fornire tutta l'energia elettrica a copertura dei consumi richiesti e pannelli solari termici per il riscaldamento dell'acqua sanitaria.



Il soggiorno d'inverno



Il soggiorno d'estate



La camera matrimoniale d'inverno



La camera matrimoniale d'estate



12

Le prospettive, le norme e le direttive europee sulle costruzioni future a energia quasi zero



12) Le prospettive, le norme e le direttive europee sulle costruzioni future a energia quasi zero

Ci si limita a identificare e recepire i criteri che la CE adotta al fine di indirizzare le modalità costruttive delle prossime costruzioni, a partire dal 2018 per quelle pubbliche e dal 2020 per quelle private

Oltre all'obbligatorietà di progettare secondo determinati parametri, riportati chiaramente nella direttiva 2010/31/CE, ci saranno, anche sostegni economici per raggiungere gli obiettivi che la CE si è data.

Nei paragrafi seguenti vengono riportati i passi fondamentali della normativa europea e nazionale. Tenendo presente che la materia è in continua evoluzione, ed è quindi necessario un continuo aggiornamento, si ricorda che i principi e le modalità costruttive esposte nei precedenti capitoli sono in linea con tutti i contenuti della normativa. Salvo diverse modalità di calcolo, che potranno essere dettagliate e imposte, la **cultura** della progettazione solare passiva rimane il cardine di quanto ci si prefigge per la qualità della vita e dell'ambiente, e dell'economia in generale.

12.1 LA DIRETTIVA 2010/31/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 19 maggio 2010 sulla prestazione energetica nell'edilizia

Consigliandone la completa lettura, si riportano le descrizioni dei passaggi fondamentali che si relazionano con il presente manuale.

.....

(3) Gli edifici sono responsabili del 40 % del consumo globale di energia nell'Unione. Il settore è in espansione, e ciò è destinato ad aumentarne il consumo energetico. Pertanto, la riduzione del consumo energetico e l'utilizzo di energia da fonti rinnovabili nel settore dell'edilizia costituiscono misure importanti e necessarie per ridurre la dipendenza energetica dell'Unione e le emissioni di gas a effetto serra. Unitamente ad un maggior utilizzo di energia da fonti rinnovabili, le misure adottate per ridurre il consumo di energia nell'Unione consentirebbero a quest'ultima di conformarsi al protocollo di Kyoto allegato alla convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC) e di rispettare sia l'impegno a lungo termine di mantenere l'aumento della temperatura globale al di sotto di 2 °C, sia l'impegno di ridurre entro il 2020 le emissioni globali di gas a effetto serra di almeno il 20 % al di sotto dei livelli del 1990 e del 30 % qualora venga raggiunto un accordo internazionale. La riduzione del consumo energetico e il maggior utilizzo di energia da fonti rinnovabili rappresentano inoltre strumenti importanti per promuovere la sicurezza dell'approvvigionamento energetico e gli sviluppi tecnologici e per creare posti di lavoro e sviluppo regionale, in particolare nelle zone rurali.

.....

(9) La prestazione energetica degli edifici dovrebbe essere calcolata in base ad una metodologia, che potrebbe essere differenziata a livello nazionale e regionale. Ciò comprende, **oltre alle caratteristiche termiche**, altri fattori che svolgono un ruolo di crescente importanza, come il **tipo di impianto di riscaldamento e condizionamento, l'impiego di energia da fonti rinnovabili, gli elementi passivi di riscaldamento e rinfrescamento, i sistemi di ombreggiamento, la qualità dell'aria interna, un'adeguata illuminazione naturale e le caratteristiche architettoniche dell'edificio**. Tale metodologia di calcolo dovrebbe **tener conto della prestazione energetica annuale di un edificio e non essere basata unicamente sul periodo in cui il riscaldamento è necessario**. Essa dovrebbe tener conto delle norme europee vigenti



(10) È di esclusiva competenza degli Stati membri fissare requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici e degli elementi edilizi. Tali requisiti dovrebbero essere fissati in modo da **conseguire un equilibrio ottimale in funzione dei costi tra gli investimenti necessari e i risparmi energetici realizzati nel ciclo di vita di un edificio**, fatto salvo il diritto degli Stati membri di fissare requisiti minimi più efficienti sotto il profilo energetico dei livelli di efficienza energetica ottimali in funzione dei costi. Occorrerebbe prevedere la possibilità per gli Stati membri di sottoporre a revisione periodica i propri requisiti minimi di prestazione energetica per gli edifici alla luce del progresso tecnologico.

.....

(17) **È necessario istituire misure volte ad aumentare il numero di edifici che non solo rispettino i requisiti minimi vigenti**, ma presentino una **prestazione energetica ancora più elevata**, riducendo in tal modo sia il consumo energetico sia le emissioni di biossido di carbonio. A tal fine gli Stati membri dovrebbero elaborare piani nazionali intesi ad **aumentare il numero di edifici a energia quasi zero** e provvedere alla trasmissione regolare di tali piani alla Commissione.

.....

(25) Negli ultimi anni si osserva una crescente proliferazione degli impianti di condizionamento dell'aria nei paesi europei. Ciò pone gravi problemi di carico massimo, che comportano un aumento del costo dell'energia elettrica e uno squilibrio del bilancio energetico. Dovrebbe essere accordata priorità alle **strategie che contribuiscono a migliorare la prestazione termica degli edifici durante il periodo estivo**. A tal fine, occorrerebbe **concentrarsi sulle misure che evitino il surriscaldamento, come l'ombreggiamento e una sufficiente capacità termica dell'opera edilizia, nonché sull'ulteriore sviluppo e applicazione delle tecniche di raffreddamento passivo, soprattutto quelle che contribuiscono a migliorare le condizioni climatiche interne e il microclima intorno agli edifici**.

Si riporta inoltre il primo comma dell'art. 9 con le date che prevedono l'applicazione della Direttiva.

.....

Articolo 9

Edifici a energia quasi zero

1. Gli Stati membri provvedono affinché:

- a) **entro il 31 dicembre 2020 tutti gli edifici di nuova costruzione siano edifici a energia quasi zero**; e
- b) **a partire dal 31 dicembre 2018 gli edifici di nuova costruzione occupati da enti pubblici e di proprietà di questi ultimi siano edifici a energia quasi zero**.

.....



12.2) REGOLAMENTO DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO che modifica il regolamento (CE) n. 663/2009 il quale istituisce un programma per favorire la ripresa economica tramite la concessione di un sostegno finanziario comunitario a favore di progetti nel settore dell'energia

Si riportano alcuni passaggi fondamentali del Regolamento in data 31.5.2010
(COM(2010)283 definitivo 2010/0150 (COD) C7-0139/10),
che esprimono la "filosofia" dei finanziamenti europei nel settore energetico

.....
Il risparmio energetico è il mezzo più diretto e più economicamente efficace che l'UE ha a disposizione per raggiungere i propri obiettivi strategici, ovvero la lotta contro i cambiamenti climatici, la sicurezza degli approvvigionamenti energetici e il conseguimento di uno sviluppo economico e sociale sostenibile. Nello spirito della strategia Europa 2020 per la crescita sostenibile e l'occupazione, lo sviluppo di altre fonti rinnovabili e la promozione dell'efficienza energetica contribuirebbero ad una crescita più verde, alla realizzazione di un'economia competitiva e sostenibile e alla lotta contro i cambiamenti climatici. Sostenendo tali politiche, l'Europa creerebbe nuovi posti di lavoro e opportunità di mercato verde che favorirebbero lo sviluppo di un'economia competitiva, sicura e sostenibile.

.....
Tra i progetti da finanziare nel campo delle energie sostenibili rientrano gli edifici pubblici e privati, la produzione combinata di calore ed elettricità e le reti di teleriscaldamento e/o di teleraffreddamento ad alto rendimento energetico (soprattutto a partire da fonti di energia rinnovabili), le fonti energetiche rinnovabili decentralizzate e integrate nel contesto locale, i trasporti urbani puliti e le infrastrutture locali, quali reti elettriche e contatori intelligenti e un'illuminazione stradale efficiente.

Il punto I dell'allegato 2 del Regolamento specifica:

I. Attuazione di uno strumento finanziario per progetti in materia di energia sostenibile

Tale strumento sosterrà lo sviluppo di progetti redditizi nel settore dell'efficienza energetica e delle energie rinnovabili e faciliterà il finanziamento degli investimenti in tale settore da parte delle autorità pubbliche comunali, locali e regionali. Il suddetto strumento sarà attuato in conformità alle disposizioni sulla delegazione dei compiti di esecuzione del bilancio stabilite nel regolamento finanziario e nelle sue modalità di esecuzione. Lo strumento verrà utilizzato per finanziare progetti nel settore delle energie sostenibili, soprattutto in ambiente urbano.

Ciò comprende:

- a) progetti per edifici pubblici e privati che prevedano soluzioni in materia di energie rinnovabili e/o di efficienza energetica, comprese quelle basate sull'uso delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione (TIC);
- b) investimenti nella produzione combinata di calore ed elettricità e nelle reti di teleriscaldamento e/o di teleraffreddamento ad alto rendimento energetico, soprattutto a partire da fonti di energia rinnovabili;
- c) fonti energetiche rinnovabili decentralizzate e integrate nel contesto locale;
- d) trasporti urbani puliti a favore di una maggiore efficienza energetica e dell'integrazione delle fonti di energia rinnovabili;
- e) infrastrutture locali, comprese reti elettriche e contatori intelligenti e un'illuminazione stradale efficiente che facciano pieno uso delle TIC.

Lo strumento può essere impiegato per fornire incentivi e assistenza tecnica, come pure per sensibilizzare le autorità nazionali e locali e per garantire un uso ottimale dei fondi strutturali e di coesione, specie quando si tratti di apportare miglioramenti, in termini di efficienza energetica e di energie rinnovabili, nell'edilizia abitativa e in altri tipi di costruzioni. A beneficiare dello strumento saranno autorità pubbliche, di preferenza a livello regionale e locale, oppure enti privati che operino per conto di dette autorità. Si presterà particolare attenzione alle proposte che prevedano la collaborazione di tali enti con cooperative edilizie e agenzie per lo sviluppo.



12.3) DECRETO-LEGGE 4 giugno 2013, n. 63
Disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia

Rimandando alla lettura integrale del Decreto Legge, si riportano alcuni passaggi fondamentali del decreto Legge.

Art. 1

Modificazioni all'articolo 1 del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192

1. L'articolo 1 del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, e' sostituito dal seguente:

«Art. 1. (Finalità). - 1. Il presente decreto promuove il miglioramento della prestazione energetica degli edifici tenendo conto delle condizioni locali e climatiche esterne, nonché delle prescrizioni relative al clima degli ambienti interni e all'efficacia sotto il profilo dei costi.

2. Il presente decreto definisce e integra criteri, condizioni e modalità per:

- a) migliorare le prestazioni energetiche degli edifici;
- b) favorire lo sviluppo, la valorizzazione e l'integrazione delle fonti rinnovabili negli edifici;
((b-bis) determinare i criteri generali per la certificazione della prestazione energetica degli edifici e per il trasferimento delle relative informazioni in sede di compravendita e locazione;
- b-ter) effettuare le ispezioni periodiche degli impianti per la climatizzazione invernale ed estiva al fine di ridurre il consumo energetico e le emissioni di biossido di carbonio));*
- c) sostenere la diversificazione energetica;
- d) promuovere la competitività dell'industria nazionale attraverso lo sviluppo tecnologico;
((e) coniugare le opportunità offerte dagli obiettivi di efficienza energetica con lo sviluppo di materiali, di tecniche di costruzione, di apparecchiature e di tecnologie sostenibili nel settore delle costruzioni e con l'occupazione));
- f) conseguire gli obiettivi nazionali in materia energetica e ambientale;
- g) razionalizzare le procedure nazionali e territoriali per l'attuazione delle normative energetiche al fine di ridurre i costi complessivi, per la pubblica amministrazione e per i cittadini e per le imprese;
- h) applicare in modo omogeneo e integrato la normativa su tutto il territorio nazionale.
((h-bis) assicurare l'attuazione e la vigilanza sulle norme in materia di prestazione energetica degli edifici, anche attraverso la raccolta e l'elaborazione di informazioni e dati;
- h-ter) promuovere l'uso razionale dell'energia anche attraverso l'informazione e la sensibilizzazione degli utenti finali)).».*



.....

Art. 5

Modificazioni al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, in materia di edifici a energia quasi zero.

1. Dopo l'articolo 4 del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, sono inseriti i seguenti:

«Art. 4-bis. **(Edifici ad energia quasi zero)**».

1. A partire dal 31 dicembre 2018, gli edifici di nuova costruzione occupati da pubbliche amministrazioni e di proprietà di queste ultime, ivi compresi gli edifici scolastici, devono essere edifici a energia quasi zero. Dal 1° gennaio 2021 la predetta disposizione è estesa a tutti gli edifici di nuova costruzione.

2. Entro il (30 giugno 2014), con decreto del Ministro dello sviluppo economico, di concerto con i Ministri per la pubblica amministrazione e la semplificazione, della coesione territoriale, dell'economia e delle finanze, delle infrastrutture e dei trasporti, dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare e con il Ministro della salute e il Ministro dell'istruzione, dell'università e della ricerca, ognuno per i profili di competenza, (sentita la Conferenza unificata) è definito il Piano d'azione destinato ad aumentare il numero di edifici a energia quasi zero. Tale Piano, che può includere obiettivi differenziati per tipologia edilizia, è trasmesso alla Commissione europea.

3. Il Piano d'azione di cui al comma 2 comprende, tra l'altro, i seguenti elementi:

- a) l'applicazione della definizione di edifici a energia quasi zero alle diverse tipologie di edifici e indicatori numerici del consumo di energia primaria, espresso in kWh/m² anno;
- b) le politiche e le misure finanziarie o di altro tipo previste per promuovere gli edifici a energia quasi zero, comprese le informazioni relative alle misure nazionali previste per l'integrazione delle fonti rinnovabili negli edifici, in attuazione della direttiva 2009/28/CE (tenendo conto dell'esigenza prioritaria di contenere il consumo del territorio);
- (c) l'individuazione, sulla base dell'analisi costi-benefici sul costo di vita economico, di casi specifici per i quali non si applica quanto disposto al comma 1);
- d) gli obiettivi intermedi di miglioramento della prestazione energetica degli edifici di nuova costruzione entro il 2015, in funzione dell'attuazione del comma 1.

...



12.4) DECRETO LEGISLATIVO 311/2006

Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia

Si assiste alle modifiche del D. Lvo 192/2005 da parte del D. Lvo 311/2006. Quest'ultimo rimane il testo di riferimento per le procedure e verifiche energetiche dei fabbricati in quanto contiene anche tutti gli allegati tecnici aggiornati necessari.

.....

Art. 8.

Modifiche agli allegati tecnici del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192

1. Gli allegati *A, C, E, F, G, H, I e L* del decreto legislativo n. 192 del 2005 sono sostituiti con gli allegati *A, C, E, F, G, H, I e L* al presente decreto.
2. L'allegato *D* del decreto legislativo n. 192 del 2005, è abrogato.

.....

12.5) PRESTAZIONI ENERGETICHE DEGLI EDIFICI.

Le nuove norme UNI/TS 11300-1 e 2

Le **nuove norme** per il calcolo delle prestazioni energetiche degli edifici e degli impianti sono entrate in vigore il 2 ottobre 2014.

Le conseguenze delle modifiche riguardano i calcoli per il rispetto dei **Dlgs 192/2005** e **311/2006** e del **DPR 59/2009** e per la **certificazione energetica degli edifici di nuova costruzione ed esistenti** per tutte le Regioni che richiamano le norme UNI/TS 11300 per tali calcoli.

Infine segnaliamo che il CTI informa che “è attesa, presumibilmente **entro l'anno 2014**, la pubblicazione di uno o più decreti attuativi della **Legge 90/2013**” (di conversione del **DL 63/2013** che ha recepito in Italia la **Direttiva 2010/31/UE** sulla prestazione energetica nell'edilizia) e che è quindi probabile che i criteri generali, le metodologie di calcolo e i requisiti delle prestazioni energetiche degli edifici siano “aggiornati nel breve termine”.

Come chiarito un anno fa dal Ministero dello Sviluppo Economico, fino all'emanazione delle nuove metodologie di calcolo, gli APE continueranno ad essere redatti, come gli attestati di certificazione energetica (ACE), secondo le modalità di calcolo di cui al DPR 59/2009.



13

Conclusioni

La grande evoluzione della normativa europea e nazionale sul tema dell'uso corretto dell'energia e della qualità della vita in ambito edilizio e urbano impone una sempre maggiore "cultura" della sostenibilità.

Non si può attendere l'emissione di una normativa per progettare "bene" secondo la medesima, in quanto una normativa non insegna a progettare, ma pone solo dei limiti da rispettare e delle procedure che presuppongono delle responsabilità.

La realizzazione di **edifici solari passivi**, se finalizzati a raggiungere il consumo nullo di energia fossile mediante la massima semplificazione impiantistica e costruttiva, tenendo conto anche della necessaria durabilità degli edifici, non può non essere rispettosa delle normative tecniche sull'argomento.

Crediamo quindi che questo manuale sia in grado di accompagnare il progettista, ma anche il committente, verso una progettazione e una realizzazione di edifici nel massimo equilibrio con l'ambiente circostante e quindi nel suo massimo rispetto.

Obiettivi da raggiungere con sforzi e dedizioni, che non possono che essere di tipo **culturale**.

Giorgio Bedin



ILLUMINAZIONE NATURALE ED ENERGIA SOLARE D'INVERNO A MEZZOGIORNO



ILLUMINAZIONE NATURALE ED ENERGIA SOLARE D'ESTATE A MEZZOGIORNO



L'ing. **Giorgio Bedin** nasce a Pederobba (Treviso) il 21.12.1951.

Si laurea in ingegneria civile edile a Padova nell'anno 1975 con una tesi sull'architettura industriale.

Si interessa alle problematiche energetiche fin dalla prima crisi petrolifera e progetta una "casa solare" a basso consumo energetico nel 1982.

Partecipa al Concorso Nazionale "IL SOLE PER GLI IMPIANTI SPORTIVI", indetto dal CONI-ICS nell'anno 1983, con il progetto di una Palestra Polifunzionale, risultato vincitore di un secondo premio ex aequo.

Nel 1985-86 frequenta il corso "ENERGIA E ARCHITETTURA" presso il politecnico di Milano.

Iscritto dal 1991 all'Istituto Nazionale di Bioarchitettura.

Partecipa al corso di formazione "GLI IMPIANTI SOLARI TERMICI NEGLI EDIFICI" tenutosi in collaborazione con ISES Italia e Solarexpo a Vicenza dal 19 al 22 maggio 2004.

Nel settembre 2004, partecipa al PRIMO PREMIO RECAM PER L'INNOVAZIONE a Montebelluna, con la realizzazione di una casa a basso consumo energetico, sistema solare passivo, ricevendo una segnalazione e l'assegnazione di un premio.

Partecipa al corso di aggiornamento per ingegneri "GLI IMPIANTI NELLA PROGETTAZIONE EDILIZIA", a Treviso nel 2005/2006.

Relatore al convegno "COSTRUIRE SOSTENIBILE: ARCHITETTURA E SCUOLA" di Godega di Sant'Urbano nel 2008.

Nel 2008 e nel 2009 relatore agli incontri su "BIOARCHITETTURA E URBANISTICA SOSTENIBILE" a Montebelluna.

Nel 2009 è invitato all'ENERGY FORUM di Bressanone a presentare le due scuole solari passive progettate e realizzate a Montebelluna.

Nel 2010 è invitato a presentare le realizzazioni ed i progetti solari alla First European Conference on Energy Efficiency and Sustainability in Architecture and Planning Departmento de Arquitectura UPV/EHU a San Sebastian.

È titolare e conduce il proprio Studio professionale a Montebelluna Treviso, Via Dalmazia 36, Tel. 0423.1857158 Cell. 348.2306616.

Email: giorgio.bedin@ingpec.eu



PRESENTAZIONE

Le prime avvisaglie sulla necessità di adottare diffusi cambiamenti e diversificate modalità nel consumo e nell'uso dell'energia si ebbero alla fine degli anni '80.

La prima crisi energetica diede l'avvio a sperimentazioni e applicazioni con lo scopo di ottimizzare l'uso dell'energia.

In particolare nell'edilizia, sistemi attivi, sistemi passivi, accumulo, cogenerazione, coibentazione, recupero ecc., divennero termini e significati che non usciranno più dal lessico degli addetti ai lavori, e non solo.

Purtroppo la fine della crisi energetica di allora, che fu solo temporanea, rallentò, soprattutto nel nostro paese, l'impegno ad approfondire le tematiche sull'uso intelligente dell'energia.

Oggi, fortunatamente, possiamo disporre di studi e realizzazioni che sono stati approfonditi negli ultimi anni, soprattutto all'estero, e possiamo disporre di una gamma di casi studio e realizzazioni che ci permettono di operare delle utili schematizzazioni e quindi di fare scelte consapevoli.

Tecniche ormai ampiamente applicate, e mi riferisco naturalmente e in particolare alle costruzioni, ci permettono di verificare l'efficacia, la semplicità e l'economicità di quelli che all'inizio erano soltanto poco più che concetti, aspirazioni e speranze.

Nel frattempo, l'esigenza di un maggior rispetto per l'ambiente e di una migliore qualità della vita hanno aggiunto all'uso intelligente dell'energia, applicazioni che riguardano la tipologia e la qualità dei materiali impiegati, introducendo il nuovo termine, ormai d'uso comune, di **sostenibilità**.

La diffusione di numerose nuove tecniche, sia impiantistiche che costruttive, ha contribuito a creare una vasta offerta di soluzioni al problema della sostenibilità in architettura.

Con questo manuale, si vuole approfondire un criterio progettuale ed esecutivo del tutto particolare, che segue i primi studi già disponibili negli anni '70 sull'utilizzo dell'irraggiamento solare diretto come fonte di energia termica e luminosa. Il criterio progettuale lo chiameremo **architettura solare passiva**.

Lo sforzo è ottenere il massimo del risparmio energetico, applicare sistemi impiantistici molto semplici, ridurre il fabbisogno di manutenzione e creare nel contempo ambienti luminosi e confortevoli dal punto di vista climatico.

Alcune realizzazioni pratiche possono confermare la validità del metodo progettuale proposto e i risultati ottenuti partendo dagli obiettivi prefissati.

Ambiente, tecnica costruttiva, geometria, qualità esecutiva possono essere tutte finalizzate ad ottenere un ottimo risultato di **architettura solare passiva**.

Le direttive europee, inoltre, conducono verso metodologie progettuali e costruttive che sono in gran parte contenute nel metodo presentato in questo manuale.

Giorgio Bedin

www.archilovers.com/giorgio-bedin/

L'ing. **Giorgio Bedin**, nasce a Pederobba Treviso il 21.12.1951.

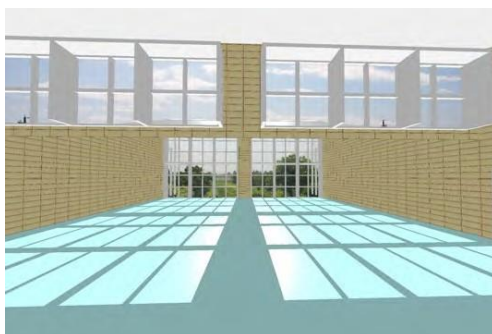
Si laurea in ingegneria civile edile a Padova nell'anno 1975 con una tesi sull'architettura industriale.

Si interessa alle problematiche energetiche fin dalla prima crisi petrolifera e progetta una "casa solare" a basso consumo energetico nel 1982.

È invitato a presentare le due scuole solari passive progettate e realizzate a Montebelluna, all'ENERGY FORUM di Bressanone nel 2009.

È invitato a presentare le sue realizzazioni e i suoi progetti solari alla First European Conference on Energy Efficiency and Sustainability in Architecture and Planning Dipartimento de Arquitectura UPV/EHU a San Sebastian nel 2010.

È titolare e conduce il proprio Studio professionale a Montebelluna (Treviso) Via Dalmazia, 36
Tel. 0423.1857158 Cell. 348.2306616. Email: giorgio.bedin@ingpec.eu



Costo 20,00 €