

ARCHITETTURA, INVOLUCRO ed ENERGIA:

ABITARE AD ALTA EFFICIENZA ENERGETICA NELLE REGIONI MEDITERRANEE

indice

PARTE PRIMA - INTRODUZIONE

1	INTRODUZIONE E STRUTTURA DELLA RICERCA	06
1.1	Parole chiave	06
1.2	Considerazioni preliminari	06
1.3	Inquadramento del problema scientifico	09
1.4	Limitazione del campo d'indagine	11
1.5	Target di riferimento e beneficiari della ricerca	13
1.6	Obiettivi della ricerca	13
1.7	Il metodo della ricerca	15
1.8	Risultati attesi	16
1.9	Struttura della ricerca	17

PARTE SECONDA - L'ARCHITETTURA MEDITERRANEA

2	I MODELLI MEDITERRANEI DELL'EPOCA PRE E POST INDUSTRIALE	22
2.1	L'Architettura Italiana	22
2.1.1	I modelli dell'Italia meridionale	22
2.1.2	I modelli dell'Italia centrale	37
2.2	L'Architettura Araba	44
2.3	L'Architettura Greca	51
2.4	Conclusioni	65
3	ARCHITETTURA MEDITERRANEA E QUESTIONE ENERGETICA	74
3.1	Considerazioni preliminari	74
3.2	La questione energetica nell'Architettura del XX secolo	76
3.2.1	Gropius e i suoi ideali	79
3.2.2	Le Corbusier e il suo rapporto con l'Architettura del mediterraneo	81
3.2.3	Il pensiero e l'esperienza di Fathy Hassan	88
3.2.4	Il pensiero e l'esperienza di Dimitris Pikionis	102
3.2.5	Il razionalismo italiano	111
3.2.6	Conclusioni	116
3.3	L'Identità mediterranea. Tra natura e ambiente costruito	117
3.3.1	Introspezione e chiusura	118
3.3.2	Pesantezza e leggerezza	125
3.3.3	Colore	126
3.3.4	Luce	136
3.3.5	Acqua	137
3.4	Conclusioni	139
4	NORMATIVA ED EFFICIENZA ENERGETICA IN REGIME ESTIVO	142
4.1	Norme UNI, leggi nazionali e regionali. Il progetto in periodo estivo.	142
4.2	Programmi europei e programmi obiettivo	169

PARTE TERZA - IL PROGETTO DI ARCHITETTURA NELLE REGIONI DEL MEDITERRANEO

5	ABITARE IN EDIFICI PASSIVI	188
5.1	Abitare in edifici passivi in Italia.	188
5.2	Definizione degli obiettivi di comfort degli utenti in regime estivo. Parametri esigenziali – prestazionali.	191
5.2.1	Sicurezza, Benessere, Fruibilità e Gestione	192
5.3	Definizione dei requisiti Tipologici, Ambientali e Tecnologici degli edifici rispetto le differenti localizzazioni di tipo urbano o extraurbano	196
5.4	Definizione degli obiettivi finalizzati al miglioramento degli standard	206
5.4.1	Metodi per la formulazione di modelli progettuali	206
5.4.2	Strumenti per la verifica e la valutazione dell'efficienza dei modelli di studio	214
6	L'ARCHITETTURA PASSIVA NELLE REGIONI DEL MEDITERRANEO	294
6.1	I dieci fattori di controllo per il progetto di edificio passivo	294
6.2	La riduzione dei consumi energetici	360
PARTE QUARTA - CONCLUSIONI		
7	CONCLUSIONI	376
7.1	Verifica tra obiettivi e risultati raggiunti	376
7.2	I nuovi vettori di sviluppo della ricerca	379
8	BIBLIOGRAFIA	383
8.1	Bibliografia e Normativa	383

1 Introduzione e struttura della ricerca

INDICE PARZIALE

1.1 Parole chiave	06
1.2 Considerazioni preliminari	06
1.3 Inquadramento del problema scientifico	09
1.4 Limitazione del campo d'indagine	11
1.5 Target group e beneficiari della ricerca	13
1.6 Obiettivi della ricerca	13
1.7 Il metodo della ricerca	15
1.8 Risultati attesi	16
1.9 Struttura della ricerca	17

Viene introdotto con considerazioni preliminari l'inquadramento del problema scientifico successivamente enunciato, segue la definizione degli obiettivi della ricerca e dei risultati attesi, insieme all'individuazione del target group di riferimento e dei beneficiari dei risultati ottenuti. Vengono delineati i limiti del campo d'indagine, la metodologia applicata e la struttura della ricerca.

1 Introduzione e struttura della ricerca

1.1 PAROLE CHIAVE

Architettura, Involucro, Energia, Abitare, Benessere estivo, Mediterraneo.

1.2 CONSIDERAZIONI PRELIMINARI

Il protocollo di Kyoto, firmato nel dicembre del 1997 e in vigore dal 16 febbraio 2005, sta impegnando tutti i paesi industrializzati e quelli a economia in transizione a ridurre le principali emissioni antropogeniche di gas serra¹ entro il 2012.

La scadenza è prossima e l'Italia è impegnata a ridurre le emissioni di CO₂ per una quantità del -6,5% rispetto alle emissioni del 1990, divenute ormai di circa il 19,5% rispetto alle emissioni 2008. Siamo ormai del tutto consapevoli che le risorse di energia non rinnovabili avrà una durata limitata perché non sono infinite e secondo numerosi studi, siamo ormai prossimi al picco di produzione per petrolio e gas, e moto vicini al picco del carbone². Inoltre il 40% dell'energia adoperata in Europa è consumata nel settore dell'edilizia abitativa e del terziario, di cui circa il 70% per il riscaldamento e raffrescamento degli ambienti, il 12% per l'acqua sanitaria, ed il restante per l'energia elettrica, illuminazione, usi di cucina. Il settore dell'edilizia è pertanto il maggior responsabile di produzione di CO₂, ma di contro possiede un alto potenziale di risparmio energetico.

Infatti con la realizzazione di case Passive³, si

può ridurre fino al 90% l'uso di energia, rispetto allo standard della casa media europea, riuscendo ad ottenere un eccellente comfort interno, rispetto alle abitazioni tradizionali.

Il crescente sovraffollamento dei paesaggi urbani da una parte, e il costante degrado delle risorse naturali e dell'ambiente dall'altra, rendono necessaria un'attenta riflessione e nuovi approfondimenti sui modi di progettare e vivere lo spazio architettonico e urbano. Il nostro consumo delle risorse mondiali non può continuare con questo trend.

Costruire un edificio ad alta efficienza energetica è possibile, lavorando sulla morfologia dei volumi i materiali, razionalizzando i sistemi costruttivi e impiantistici. L'efficienza energetica non è, come erroneamente si crede, solamente questione di fisica tecnica o di impiantistica, ma, prima di tutto questione di integrazione tra il progetto dell'architettura ed il concept energetico.

Obiettivo principale del concept energetico è la costruzione di un edificio autosufficiente ad emissioni di CO₂ pari a zero operando sull'integrazione tra forma architettonica, involucro, e sostenibilità energetica. L'approfondimento scientifico, derivante dalla pluriennale esperienza dei paesi del Nord Europa, in merito ai temi del contenimento energetico in regime invernale e/o clima freddo, deve lasciare spazio nelle regioni. del centro e sud Italia ai temi del



contenimento energetico e del benessere anche in regime estivo. Le caratteristiche climatiche di queste regioni infatti, evidenziano inverni mediamente rigidi ma estati molto calde: l'architettura deve essere in grado di fornire una risposta alle esigenze di comfort in questi climi, caratterizzati da elevate escursioni termiche stagionali e giornaliere.

Si ricercheranno pertanto quei fattori di progetto importanti per edifici dall'elevato benessere termico invernale e soprattutto estivo oltretutto per il benessere termico igrometrico degli utenti, tali da caratterizzare il progetto di un'architettura pensata nel rispetto della conservazione dell'ambiente, delle risorse naturali, del benessere delle persone, della qualità del paesaggio urbano e naturale.

Nel caso Italiano si introduce pertanto il tema della casa passiva nelle regioni mediterranee, in cui diventa rilevante il problema della riduzione dei consumi per il raffrescamento estivo. La risposta passiva al problema si traduce in tre sintetiche risposte: norme per proteggere l'edificio dai guadagni di calore; tecniche per modulare i guadagni termici, tecniche di dissipazione del calore utilizzando mezzi naturali.

Quando si parla di regioni mediterranee storicamente si intende *“la tradizione dei popoli del mediterraneo”* [...] *“da qui nasce l'idea che esiste una mediterraneità dell'Architettura”* [...]. *“ Risultato dell'esistenza di situazioni polarizza-*

te, ognuna delle quali rappresenta un sistema completo di archetipi, di forme di pensare diverse [...]” [...] *“Come un confronto tra tradizioni, forme culturali, perfino razziali, di pensare le cose, [in contrapposizione] al nord Europa [...]”*.⁴ Tra queste culture si inserisce di certo anche quella italiana.

Analogamente il termine mediterraneo suggerisce quelle aree geografiche in cui l'architettura storicamente si è dovuta confrontare con una progettazione in ambiti climatici nei quali è rilevante il fattore estivo e diventa cogente la necessità di risolvere le problematiche di raffrescamento degli ambienti e di protezione dall'irraggiamento solare durante la stagione calda.

Tale affermazione risulta in parte reale nel momento in cui si considera, l'Italia un paese mediterraneo nella sua totalità, dalle regioni più a nord ai confini con i paesi dell'Europa meridionale, alle regioni della Puglia e la Calabria comprese le isole.

Considerando l'intero paese rileviamo in esso sensibili differenze climatologiche e meteorologiche, che portano il progettista a considerazioni progettuali diametralmente opposte in funzione della zona climatica di riferimento. Basti pensare al confronto tra regioni più settentrionali delle zone climatiche F⁵, in cui la progettazione si occupa del controllo del riscaldamento attraverso la captazione dell'irraggiamento solare in regime invernale, e la regione Sicilia in cui si

progetta pensando alla protezione dall'irraggiamento solare e il raffrescamento estivo.

Per tali motivi in termini di studi scientifici è corretto analizzare l'Italia nella sua complessità climatica e paesaggistica con i suoi scenari di montagna, di collina di pianura e costa presenti lungo l'intero territorio. Complessità che si ritrova esaminando piccole fasce territoriali, dalle delineate limitazioni geografiche e caratterizzate da tradizioni costruttive proprie.

Da qui la scelta di lavorare sulle regioni dell'Italia centrale, per approfondire il tema dell'edificio ad alta efficienza energetica con problematiche in regime estivo rapportate al fabbisogno invernale, considerando come caso studio la regione Marche.

1.3 INQUADRAMENTO DEL PROBLEMA SCIENTIFICO

All'interno di un complesso panorama, quello della progettazione bioclimatica, numerosi sono gli approfondimenti che hanno caratterizzato lo studio della tipologia dell'edificio o la qualità dell'involucro per rispondere alle esigenze di comfort. Tali studi erano finalizzati alla redazione di linee guida progettuali sia per l'elaborazione di "...configurazioni spaziali, in funzione dell'uso che di tale spazio fanno gli utenti, ed in relazione al comfort ambientale che devono essere ottenute, prescindendo quindi dalle destinazioni d'uso specifico, così come comune-

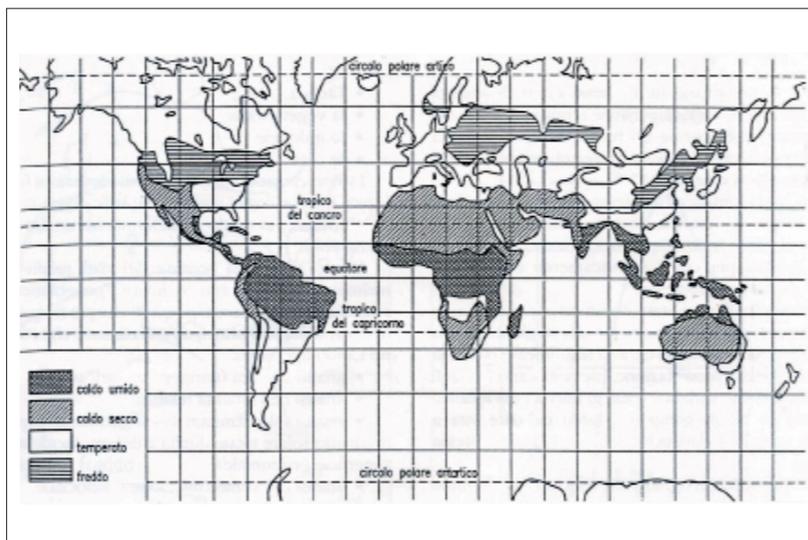
mente intese"⁶, o la definizione dei parametri per controllare l'efficienza degli involucri. Tali linee guida diventano generali riferimenti, per la progettazione in clima freddo, temperato, caldo-secco o caldo-umido validi a grande scala.

In relazione all'adeguamento normativo, legato agli obiettivi del protocollo di Kyoto, con l'introduzione di linee guida e parametri di riferimento per una progettazione energeticamente efficiente, le regioni del nord Europa compresa l'Italia settentrionale, hanno sviluppato approfondimenti che oggi sono diventati una realtà consolidata ed efficace rispetto all'intero panorama europeo.

Alla base della progettazione di un edificio passivo, in tali regioni, è la morfologia dello stesso, definita da standard progettuali dalle delineate connotazioni, che garantisce il controllo dei parametri energetici.

Oggi sono ancora da verificare gli standard per la progettazione di edifici passivi di nuova costruzione nelle regioni dell'Italia centro meridionale, anche in relazione alle più recenti indicazioni del decreto del 2 aprile 2009⁷, il quale rende operative le norme per l'efficienza energetica, definendo i criteri generali, metodologie di calcolo e requisiti minimi per la prestazione energetica degli edifici in regime estivo ed invernale⁸.

Tale normativa ha ricadute dirette sulle singole regioni italiane, che dovranno adeguare i loro



1

standard costruttivi. E' evidente che le regioni dell'Italia centro meridionale hanno in questi termini un bagaglio normativo regionale carente e di contro problematiche in regime estivo cogenti.

Ma appoggiandosi a un'esperienza costruttiva storica locale, in grado di fornire indicazioni base sulle morfologie edilizie impiegate sui materiali e le tecniche costruttive storicamente utilizzate, si può giungere a indicare dei fattori per la progettazione di edifici energeticamente efficienti in regimi climatici invernali ed estivi in cui quest'ultimo diventa il fattore preponderante. Considerando area di studio le regioni dell'Italia centrale, si introduce lo studio del progetto architettonico come prima e principale risposta al contenimento energetico nei regimi climatici suddetti. Questo attraverso una progettazione che parallelamente verifica l'efficienza delle caratteristiche tipologiche e morfologiche ipotizzate per l'edificio, associate a differenti tipologie d'involucro, massivo o leggero. Involucro studiati anche sulla base dei materiali e dei sistemi costruttivi impiegati nella tradizione dei luoghi studiati e supportati dalle attuali tecnologie proposte dal mercato.

L'energia si pone come dato variabile, riferibile a fenomeni naturali microclimatici, che influiscono in maniera determinante nelle caratteristiche della tipologia e dell'involucro che diventeranno valori fissati nella scelta del modello pro-

posto. I fattori di progetto saranno in grado di fornire risposte per una progettazione efficiente nelle diverse aree climatiche nella regione oggetto di studio, la zona appenninica, quella di pianura e di mare, assimilabili alle altre regioni dell'Italia centrale in zona climatica D.

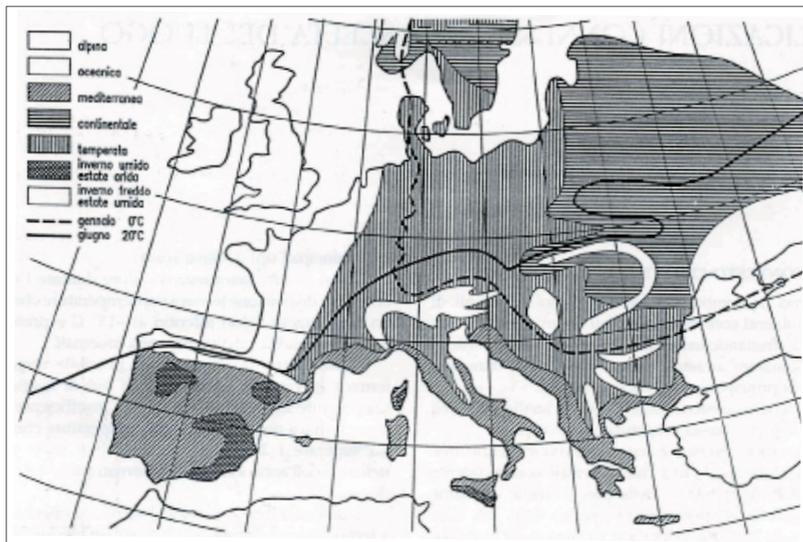
In particolare verranno esaminate le problematiche in regime estivo essendo queste preponderanti nelle aree suddette, verificate anche rispetto il comportamento invernale.

I risultati della ricerca e le linee guida elaborate, saranno verificate sul campo per evidenziarne limiti e potenzialità, attraverso l'applicazione di modelli di studio in un ambito climatico definito. I casi studio si collocano sul litorale costiero della regione Marche, come motivato e descritto nel paragrafo che segue.

Si parlerà di miglioramento della qualità edilizia degli edifici in termini di comfort e risparmio energetico in regime estivo, quindi alle esigenze relative al raffrescamento, in relazione al mantenimento delle condizioni di comfort dei fruitori e al contenimento dei consumi energetici dell'edificio.

I risultati ottenuti saranno riferibili a dati normativi legati alla norma EN ISO 13790:2008⁹ documento elaborato in accordo con le norme preparate dal CEN nell'ambito del mandato M/343 a supporto dei requisiti essenziali della Direttiva Europea 2002/91/CE sulla prestazione energetica degli edifici. Nelle applicazioni

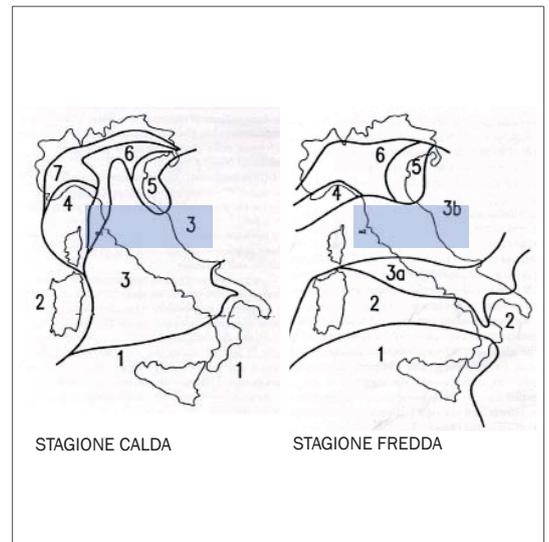
1 Divisione per aree climatiche secondo Köppen. Tratto da, Manuale di progettazione edilizia, volume II, Ulrico Hoepli Editore S.p.a., Milano, 1994.



2

2 Divisione per aree climatiche secondo Köppen. Tratto da, *Manuale di progettazione edilizia*, volume II, Ulrico Hoepli Editore S.p.a., Milano, 1994.

3 Divisione per aree climatiche calde e fredde del territorio italiano. Individuazione area di studio. Tratto da, *Clima e progetto*, Branka Janakovich, Edizioni Medicea, Firenze, 1990.



3

legati al rispetto di regolamenti espressi in termini di obiettivi energetici, e di confronto delle prestazioni energetiche di varie alternative progettuali per un edificio in progetto.

1.4 LIMITAZIONE DEL CAMPO D'INDAGINE

All'interno della ricerca con il termine Mediterraneo vengono intese le regioni dell'Italia centrale oggetto di studio. Queste regioni vengono denominate mediterranee perché ricadono in quell'ambito territoriale in cui le caratteristiche del clima vengono definite mediterranee secondo la classificazione climatica europea organizzata da Köppen¹⁰, già proposta nel 1918 e perfezionata fino al 1936, in seno alle caratteristiche di particolari valori di temperatura e di piovosità, misurati secondo le esigenze della vegetazione delle aree in esame. La fascia geografica d'azione comprende le regioni geografiche dell'Italia all'altezza dei 43° N, nelle quali le caratteristiche paesaggistiche e climatiche sono similabili e dove il fattore climatico estivo incide più di quello invernale, regioni rapportabili alla classificazione di zone climatiche date dal CNR¹¹. Sono escluse le regioni dell'Italia più meridionale e le isole in cui il fattore climatico estivo presenta caratteri molto diversi, anche se rimarranno un riferimento in termini architettonici storico e culturali.

Questa scelta è strettamente connessa anche a ragioni storiche per le quali le aree mediterranea-

nee erano quelle regioni bagnate dal mare mediterraneo caratterizzate e protagoniste all'inizio del secolo dei gran tour degli intellettuali d'Europa.

Per gli approfondimenti sperimentali è stata scelta la regione Marche in cui i valori macroclimatici di temperature si caratterizzano per le significative escursioni termiche giornaliere e stagionali, ed anche in funzione della completa varietà paesaggistica caratterizzata da mare, pianura, collina e montagna, all'interno della quale si è scelta come località di studio la città di Falconara. In più nella regione Marche non sono state ancora svolte ricerche affini agli obiettivi qui proposti, ma nelle altre regioni dell'Italia centrale ritrova dei punti di riferimento legati ai risultati di ricerche già sviluppate¹². Al fine di completare e implementare un panorama geografico di riferimento accrescendo gli standard per la progettazione di edifici energeticamente efficienti in queste regioni.

Viene scelta Falconara come riferimento perché vicina al capoluogo di regione Ancona in quanto città di costa a più basso livello sul mare, nella quale climaticamente incide maggiormente il fattore estivo e quindi diventa il caso limite all'interno dell'abito regionale, nel quale sperimentare e delineare i fattori progettuali ed energetici. Città per la quale abbiamo più dati climatici raffrontabili, forniti e documentati dall'

ENEA¹³ e dal “*Geographical meteorology – Weather 13 (11)*” del 1958¹⁴ disponibili all’interno della banca dati di riferimento dall’aeronautica militare. Valori climatici da quest’ultima monitorati nella stazione climatica di riferimento che qui si trova in prossimità della zona aeroportuale della stessa città. L’utilizzo del programma “Design Builder”, con il quale vengono analizzati sperimentalmente i fattori approfonditi nella ricerca, ha come riferimenti climatici per la regione Marche quelli della città di Falconara.

La stessa regione è inoltre caratterizzata da un panorama normativo attualmente in evoluzione e implementabile di parametri per la progettazione di edifici ad alta efficienza energetica e compresa all’interno di aree geografiche coinvolte in programmi di finanziamenti europei per questo si potranno presentare opportunità di veder resi operativi e implementati i risultati della ricerca.

Nella studio verranno verificati e approfonditi i principi per la progettazione di edifici passivi (efficienti), nelle aree geografiche sopra delineate. Verranno sviluppati dei modelli di edifici passivi in cui “(...) *le condizioni di comfort [estivo ed invernale] vengono raggiunte grazie a caratteristiche dell’involucro edilizio (forma orientamento, isolamento termico e massa, protezioni solari, ecc.) e a sistemi di trasporto¹⁵ del calore da o verso l’ambiente circostante (aria, terreno, cielo, ecc.) che non richiedano utilizzo di ener-*

gia fossile o di altre fonti convenzionali” e privi di dispositivi meccanici ausiliari.

La ricerca prevederà uno studio in regime dinamico dei modelli tipologici e tecnologici proposti, verificati attraverso l’uso di un software in grado di analizzare il trend dei consumi energetici durante l’intero anno solare. Si analizza il comportamento energetico dell’edificio, controllando anche le caratteristiche di sfasamento e attenuazione degli involucri edilizi formulati, il carico di soleggiamento negli ambienti interni, sia in termini energetici sia di illuminazione e considerando l’apporto di ventilazione naturale fornita in grado di soddisfare l’esigenza di rimozione del calore all’interno dell’edificio in periodo estivo. Non verrà svolta un’analisi LCA dei materiali impiegati per il progetto dei modelli d’involucro in quanto è stato scelto di utilizzare materiali certificati dalle singole ditte produttrici, scelti in relazione alle caratteristiche fornite dalle stesse. Inoltre non ci si occuperà del controllo dei fattori acustici.

Verranno analizzati modelli di edifici di nuova costruzione, considerando tipologie edilizie affini a più usi considerando in fase di calcolo la destinazione d’uso abitativa per la quale sono maggiori e più restrittivi i fattori di controllo energetico.

I riferimenti tipologici storici e contemporanei presi in esame sono modelli che si sono sviluppati nelle regioni dell’Italia centro meridionale,

nelle regioni greche e arabe. Si considera un ambito territoriale d'interesse variegato tipologicamente e climaticamente ma omogeneo in termini territoriali perché si affaccia su una stessa porzione di mare mediterraneo nel quale condividono un percorso storico.

1.5 TARGET GROUP E BENEFICIARI DELLA RICERCA

La ricerca è impostata avendo come riferimento il target group di interlocutori scientifici e tecnici sotto delineato. Parallelamente è possibile individuare quelli che sono i beneficiari che possono usufruire del prodotto della ricerca concretamente, con ricadute dirette dei risultati ottenuti applicati in forma operativa.

Target Group

- Università;
- Centri di ricerca;
- Autorità locali: pubbliche, private;
- Tecnici: Architetti, Ingegneri civili-edili;
- Costruttori;

Beneficiari

- Università; la ricerca verrà utilizzata come strumento per programmi di ricerca e finanziamenti e come punto di partenza per ulteriori approfondimenti (come delineato nelle conclusioni finali al capitolo 7).
- Autorità locali: pubbliche, private; Messa a punto della normativa regionale rispetto il controllo dei fattori estivi definendo strategie progettuali

passive idonee all'abbattimento dei consumi energetici nell'ambito della produzione edilizia.

- Imprenditori; Le linee guida di riferimento permetteranno di far comprendere al mondo dell'imprenditoria edile le possibilità che questo tipo di strategie costruttive sono in grado di rinnovare proficuamente il nuovo mercato della produzione edilizia, nelle aree geografiche oggetto di studio.

- Tecnici: Architetti, Ingegneri civili-edili. La ricerca è rivolta ai tecnici operatori nel settore in quanto è in grado di fornire strumenti pratici al fine di progettare un edificio passivo in cui il controllo del fattore estivo si ha dalla fase preliminare del progetto, attraverso la gestione di 10 fattori di riferimento e in funzione delle soluzioni tipologiche d'involucro fornite dai modelli di studio.

1.6 OBIETTIVI DELLA RICERCA

L'obiettivo della ricerca è implementare gli standard per la progettazione di edifici ad alta efficienza energetica (passivi) di nuova costruzione nelle regioni dell'Italia centrale, definite mediterranee, considerando come caso studio la regione Marche. Lavorando principalmente sulla morfologia dell'involucro, per il contenimento dei consumi energetici estivi ed invernali e il controllo dell'irraggiamento solare in regime estivo. Si vuole determinare come i fattori di progetto "variabili", possono incidere in regime

dinamico nel progetto di un edificio “passivo”, affinché di delineino i metodi ed i fattori su cui lavorare nel progetto di architettura, per soddisfare l'esigenza di benessere estivo dell'utenza. Questo per l'utenza che vive nelle regioni mediterranee oggetto di studio in cui il fattore estivo incide quanto o maggiormente quello invernale. Gli obiettivi sono così articolati:

1 - Definizioni delle condizioni di comfort per utenti, in riferimento ai parametri termo-igrometri e ai fattori psicofisici connessi agli spazi dell'abitare e alle caratteristiche climatiche delle regioni oggetto di studio.

- Sicurezza: Attraverso la definizione di modelli tipologici-morfologici e tecnologici verificati.
- Benessere termo-igrometrico: Controllo del microclima interno con particolare attenzione alle esigenze di benessere estivo.
- Fruibilità: definizione di modelli abitativi che soddisfano i fattori psico-fisici dell'abitare.
- Gestione: Intesa come facilità del funzionamento per l'abitazione passiva in clima mediterraneo.

2 - Approfondimento di linee d'indirizzo per una progettazione energeticamente efficiente nelle regioni dell'Italia centrale (utilizzando come caso studio la regione marche nella località di Falconara Marittima);

- Definizione di fattori per la progettazione

tipologica - morfologica degli spazi dell'abitare nella regioni dell'Italia centrale per ciascuna delle differenti zone, appenninica di pianura e mare;

- Definizioni di soluzioni tecnologiche d'involucro verificate e coerenti con gli schemi tipologici formulati. Involucro che permettono di ottenere valori di Epi ed Epe inferiore a 15 kWh/m²a. Si parlerà di edifici passivi¹⁶.

- Definizioni di soluzioni tecnologiche d'involucro di tipo leggero e massivo.

- Verifica delle proposte sopra citate attraverso un'analisi in regime dinamico di casi applicativi (modelli) dai quali è possibile rilevare dati rapportabili a parametri di riferimento.

- Comfort: Comfort all'interno degli ambienti, per l'utenza finale in termini di benessere termo-igrometrico, psicofisico di gestione e sicurezza.

- Ottimizzazione energetica: in termini di equilibrio tra le risorse energetiche impiegate e acquisite, la cui regolazione si ha per mezzo delle caratteristiche del progetto architettonico e i requisiti dell'involucro.

- Qualità architettonica: nella composizione dell'organismo edilizio, controllata parallelamente al soddisfacimento dei requisiti di comfort e risparmio energetico, anche per il ripristino di un'architettura specchio dell'identità dei luoghi.

1.7 IL METODO DELLA RICERCA

La metodologia della ricerca si è articolata in otto fasi operative in ordine secondo la sequenza riportata.

1 - Analisi del problema scientifico e del contesto generale, individuazione del tema e definizione del programma di ricerca, elaborazione degli obiettivi e dei risultati attesi.

2 - Indagine legislativa, normativa e programmi europei all'interno dei quali la ricerca può avere ricadere operative.

- Legislazione europea e documentazione sulle leggi nazionali in materia di prestazione energetica degli edifici e certificazione energetica degli edifici.

- Leggi regionali relative le metodologie introdotte per la certificazione energetica degli edifici e i criteri di progettazione di edifici sostenibili. Regolamenti edilizi comunali e individuazione di casi virtuosi di comuni che adottano principi per la progettazione e realizzazione di edifici a basso impatto ambientale. Al fine di individuare i punti di criticità implementabili dai risultati della ricerca.

- Normative UNI relative i principi e gli strumenti di controllo del comfort abitativo negli edifici e progettazione di edilizia ad alta efficienza energetica anche nel caso estivo.

- Programmi europei, all'interno dei quali siano coinvolte le regioni dell'Italia centrale in particolare le marche al fine di compren-

dere in che misura la ricerca è spendibile in programmi di cooperazione e competitività in ambito europeo ed extra europeo.

3 - Indagine bibliografica e sitografica attraverso lo studio e la lettura di testi, articoli di riviste e atti di convegni.

- Lettura di testi relativi la cultura storica del mediterraneo e le caratteristiche architettoniche dell'edilizia storica nelle regioni geografiche in cui esso si esplicita maggiormente e in maniera coerente anche con le aree geografiche oggetto di studio nella ricerca.

- Libri nei quali si delineano i principi e le strategie per il progetto di bioarchitettura e la progettazione bioclimatica. Testi e articoli di riviste, riguardanti principi e strutture di ricerche al fine di indagare gli strumenti per la progettazione e realizzazione di edifici ad alta efficienza energetica.

- Testi di dottorato per comprendere in quale modo organizzare e migliorare l'impostazione di struttura della ricerca e l'individuazione dello stato dell'arte nel settore d'indagine scelto.

- Indagini su riviste e siti web, per la conoscenza delle caratteristiche climatologiche delle regioni italiane oggetto di studio e del trend climatico dell'Italia.

4 - Partecipazioni a convegni, seminari e workshop al fine di arricchire ed implementare le conoscenze relative lo stato d'avanzamento

della ricerca nell'ambito dell'efficienza energetica in edilizia in particolar modo riferita al tema delle prestazioni in clima estivo.

5 - Incontri e colloqui con docenti ed esperti del settore oltre il regolare confronto con il Tutor Andrea Rinaldi.

- Confronto con il Prof. Pietro Maria Davoli (Facoltà di Architettura dell'Università di Ferrara), Prof.ssa Maria Cristina Forlani (Facoltà di Architettura dell'Università di Pescara); Prof. Carlo Truppi (Facoltà di Architettura dell'Università di Siracusa); Prof. Corrado Trombetta (Facoltà di Architettura dell'Università di Reggio Calabria).

- Confronto con il tecnico Arch. Rino Paterno referente TBZ nella città di Bari, realtà in cui si stanno studiando attraverso sperimentazioni costruttive le caratteristiche della Passive House in regime mediterraneo.

- Incontro con il Maggiore Emilio Rossini dell'Aeronautica Militare, presso la stazione operativa di Roma Pratica di mare, riguardo le caratteristiche climatiche della regione marche oggetto di studio e del trend climatico dell'Italia e acquisizione di documentazione relativa immagini fotografiche nella regione dell'Afganistan.

6 - Analisi di casi studio applicativi di edifici storici; individuazione dei caratteri insediativi, tipologici - morfologici, tecnico costruttivi dell'architettura mediterranea. Studio dei medesimi

fattori riferiti alla regione geografica oggetto di studio, la regione Marche. Individuazioni di casi studio di progetti pilota attuati all'interno della regione Marche, esperienze sperimentali, nate come incentivo all'adeguamento normativo oggi cogente.

7 - Analisi dei fattori geografici e climatici del sito in esame: Definizione dei fattori climatici caratteristici delle regioni geografiche oggetto di studio, come riferimento per la ricerca; determinazione delle caratteristiche geografico-paesaggistiche dei siti scelti per dimostrare le ricadute concrete della ricerca nei differenti paesaggi urbani, di montagna, collina-pianura e mare della regione Marche.

8 - Sperimentazione di principi progettuali validati, attraverso la sperimentazione di modelli di studio. Ricerca e conoscenza di programmi per analisi in regime dinamico di modelli di studio ipotizzati al fine di ricavare dati in regime estivo.

1.8 RISULTATI ATTESI

Il risultato atteso della ricerca è la definizione e la misura dell'importanza di fattori per la progettazione di architetture ad alta efficienza energetica nelle regioni mediterranee dell'Italia centrale nei contesti appenninici di pianura e mare. Questo attraverso strategie di controllo energetico passivo. La definizione dell'importanza di fattori progettuali consentirà l'utilizzo di questi fattori con una maggior consapevolezza

za nel processo di progetto e costruzione di edifici ad alta efficienza in climi mediterranei.

I risultati attesi possono avere potenzialmente ricadute applicative nella messa a punto di:

- *Normative regionali in materia di efficienza energetica*; con particolare riferimento alle normative regionali che attualmente sono utilizzate come strumento di controllo e certificazione energetica, implementando i parametri qualitativi (Protocollo Itaca).

- *Sensibilizzazione dei progettisti, delle istituzioni pubbliche e delle imprese*, affinché con i risultati ottenuti si delineino modelli costruttivi applicabili che siano un punto di partenza per la modificare e il miglioramento la qualità energetica del costruito. Con la formulazione di principi che permettono di controllare il progetto di un edificio passivo, nelle regioni oggetto di studio.

- *Spendibilità ed esportabilità della ricerca*; i risultati della ricerca potranno essere spendibili all'interno di programmi di cooperazione e competitività in ambito europeo.

1.9 STRUTTURA DELLA RICERCA

1 Prima fase

- Individuazione dell'ambito tematico all'interno del quale è stato selezionato il settore d'interesse della ricerca e l'area geografica in cui si renderà operativa, al fine di definire gli obiettivi e i risultati attesi dalla stessa.

2 Seconda fase

- Definizione dello stato dell'arte della normativa, nazionale, regionale e comunale, rispetto il tema energetico e di prestazione degli edifici ed individuazione delle peculiarità e dei punti di criticità.

- Conoscenza dei fattori progettuali che caratterizzano l'architettura mediterranea e definizione della questione energetica nell'architettura del XX secolo.

- Organizzazione dei caratteri insediativi tipologici-morfologici e tecnologici dell'architettura mediterranea attraverso l'analisi delle architetture nelle regioni italiane, arabe e greche.

3 Terza fase

- Definizione degli obiettivi di comfort degli utenti in regime estivo e determinazione del principio di edificio passivo per la ricerca.-

- Definizione e studio dei fattori progettuali che possono influire sui caratteri passivi negli edifici delle regioni dell'Italia centrale. Lavorando principalmente sulla morfologia dell'involucro e sulle sue caratteristiche tecnologiche, per il controllo dell'irraggiamento solare e del contenimento dei consumi energetici in regime estivo si sono definiti 10 fattori di progetto, classificati in tipologici/morfologici e tecnologici a seconda della loro capacità di incidere sulla morfologia/tipologia o sulle caratteristiche tecnologiche.

1 Orientamento - fattore tipologico/morfologico.

- 2 Rapporto di forma - fattore tipologico/morfologico.
 - 3 Inerzia termica - fattore tecnologico.
 - 4 Trasmittanza - fattore tecnologico.
 - 5 Schermature solari - fattore tecnologico.
 - 6 Ventilazione naturale - fattore tipologico/morfologico.
 - 7 Spazi a differenti temperature - fattore tipologico/morfologico.
 - 8 Strategie passive d'involucro - fattore tecnologico.
 - 9 Impermeabilità all'aria - fattore tecnologico
 - 10 Colore - fattore tipologico/morfologico.
- Definizione di linee d'indirizzo. Confronti fra soluzioni tipologiche e tecnologiche. Definizione dei requisiti tipologici, ambientali e tecnologici delle spazi dell'abitare, differenziati rispetto le diverse localizzazioni individuate all'interno dell' area geografica oggetto di studio.
 - Comparazione tra i risultati ottenuti e quelli attesi sopra proposti e definizione delle nuove linee di sviluppo della ricerca.
- Progettazione di modelli edilizi dai definiti caratteri morfologici-tipologici e soluzioni d'involucro edilizio
 - Organizzazione di una metodologia di analisi dei modelli sviluppati e definizione di schede di descrizione dei modelli e di verifica e valutazione dei risultati ottenuti.
- 4 Terza fase
- Analisi in regime dinamico dei modelli sviluppati con il programma Design Builder, analisi dei pacchetti tecnologici formulati con il programma JTempest per conoscerne le caratteristiche di sfasamento e attenuazione e verifica degli apporti d'illuminazione naturale interna nei modelli con il programma Ecotech.
 - Verifica, comparazione e validazione di principi progettuali formulati dai dati ottenuti nelle prove eseguite.

NOTE

1 “Il paniere di gas serra considerato nel Protocollo include sei gas: l'anidride carbonica, il metano, il protossido di azoto, i fluorocarburi idrati, i per fluorocarburi, l'esafuro di zolfo.” Attilio Carotti - La casa Passiva in Europa, guida professionale alle normative energetiche e ai modelli di Calcolo, Milano, editore Clup, 2005, p. 2

2 Tratto da Progettazione ed efficienza energetica, a cura di Andrea Rinaldi, Maggioli Editori, Rimini, 2010, pag 12, riferimento nota 2. “Il Peak Oil (denominato anche picco di “Hubert”), ovvero il momento di superamento della domanda rispetto all'offerta disponibile del petrolio è diversamente stimato è stimato in funzione dei diversi modelli di calcolo, di stima delle riserve disponibili, dei consumi in base alla crescita demografica, dalla progressiva sostituzione del petrolio con fonti energetiche alternative. Quello che è certo è che sarà raggiunto molto presto. La maggior parte delle stime colloca il Peak Oil tra il 2020 e il 2050. Di pochi anni superiore è considerato il picco per il gas naturale, e di qualche decennio per il carbone. Per l'uranio le informazioni esistenti sono di dubbia veridicità, vista la sua importanza in campo militare. Tuttavia anch'esso non ha disponibilità illimitata e le riserve sono molto modeste.

3 Per la definizione di edificio passivo, così come inteso nella ricerca si rimanda al capitolo 5.

4 Georges Duby, Gli ideali del mediterraneo, Messina, Megosa by Gem, 2000, p. 442, p. 401-402.

5 Con il termine zona climatica si fa riferimento alla suddivisione dell'Italia secondo i gradi giorno (GG), cioè in funzione delle ore considerate per il riscaldamento invernale secondo la normativa. Con F si intende la zona climatica in cui i gradi giorno sono $GG \geq 3001$.

6 Cristina Benedetti, Manuale di progettazione bioclimatica, Rimini, Maggioli editore, 1994, p. 119.

7 Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n.192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.

8 Supportato dalle norme UNI.

9 Prestazione energetica degli edifici-“Calcolo del fabbisogno

di energia per il riscaldamento ed il raffrescamento ambientale”- Linee guida per l'applicazione nazionale. Energie performance of buildings-Calculation of energie use for space heating and cooling-Guidelines for national application.

10 Koppen W., Das geographische System der Klimate, 1936.

11 Nella stagione calda zona climatica 3, per la stagione fredda zona climatica 3b.

12 Per la regione Lazio nella città di Roma sono stati condotti i primi studi su questi ambiti tematici attraverso il progetto europeo Passive-On coordinato dal Politecnico di Milano e nella regione Toscana, nella città di Firenze, attraverso la Facoltà di Architettura.

13 Secondo una registrazione datati 2001 e i dati.

14 www.meteoam.it

15 Givoni, Baruch: Passive and low Energy cooling of buildings, John Wiley, New York, 1994.

16 Edifici capaci di funzionare autonomamente.

2 I modelli Mediterranei DELL'EPOCA PRE E POST INDUSTRIALE

INDICE PARZIALE

Caratteri tipologici di modelli mediterranei. Sistema insediativo, Architettura: Tipologia, Involucro, Sistemi di protezione solare.

2.1 L'Architettura Italiana	22
2.1.1 I modelli dell'Italia meridionale	22
2.1.2 I modelli dell'Italia centrale	37
2.2 L'Architettura Greca	44
2.3 L'Architettura Araba	51
2.4 Conclusioni	65

Vengono presentati i caratteri insediativi, tipologici e costruttivi "mediterranei", attraverso l'analisi di modelli tipologici noti. Tutto ciò al fine di comprendere le strategie di controllo termico derivate dalle scelte delle caratteristiche tipologiche e morfologiche degli insediamenti, la tipologia degli edifici e la scelta dei materiali componenti l'involucro. Questi contestualizzati all'interno di un dato ambito territoriale-orografico e climatico, rispetto al quale sono in grado di garantire comfort all'utente che vi abita, attraverso un completo controllo del microclima esterno e interno senza l'utilizzo di impianti. Si farà riferimento all'architettura storica dell'Italia, della Grecia e quella araba. L'analisi parte da campioni di edifici storici significativi.

2 I modelli Mediterranei DELL'EPOCA PRE E POST INDUSTRIALI

CARATTERI TIPOLOGICI DI MODELLI MEDITERRANEI

SISTEMA INSEDIATIVO, ARCHITETTURA: Tipologia, involucro, sistemi di protezione solare.

2.1 ARCHITETTURA ITALIANA

Tra i più significativi esempi di architettura vernacolare noti nel panorama italiano ritroviamo il Dammuso di Pantelleria e il Trullo di Alberobello, esempi che rappresentano modelli abitativi ad alta efficienza e che ritrovano i più antichi archetipi come le più antiche Domus Romane. Parallelamente la definizioni dei caratteri tipologici delle abitazioni rurali che ancora oggi popolano le campagne dell'Italia centrale.

2.1.1 I MODELLI DELL'ITALIA MERIDIONALE

DOMUS ROMANA

La Domus Romana è considerata il più antico esempio di tipologia abitativa che racchiude in se i caratteri tipici dell'architettura mediterranea. Trae le sue connotazioni dalla tipologia etrusca come testimoniano i ritrovamenti di un edificio residenziale rinvenuto nelle immediate vicinanze di Marzabotto. La Domus è la tipologia abitativa di famiglie nobili nella civiltà romana. L'abitazione presenta una forma rettangolare, si imposta in un tessuto compatto. Nel perimetro sono posizionati i locali abitativi e di lavoro, organizzati attorno ad una corte scoperta. L'ingresso avviene attraversando un lungo corridoio che scavalca gli spazi destinati alle attività artigianali affacciati sulla strada. La stanza di rappresentanza della casa si affaccia sulla corte dalla parte opposta dell'ingresso, nei casi di impianto simmetrico.

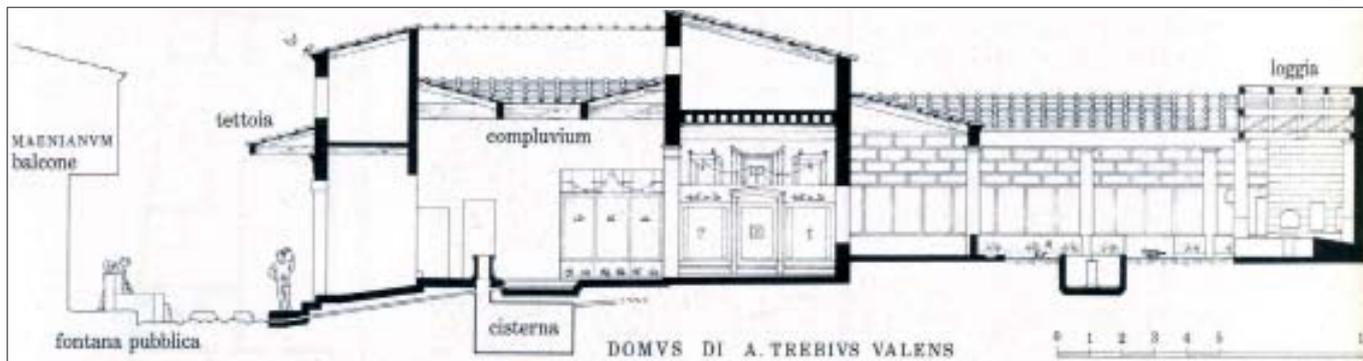
Su un lato della corte si aprono i vani destinati al riposo mentre sull'altro quelli destinati al servizio, come la cucina e i ripostigli. Ogni casa è separata dall'altra per mezzo del cavedio (*ambitus*) in cui si raccolgono i canali del deflusso delle acque meteoriche.

I cortili compluviali hanno un'origine tuscanica. Le case di Marzabotto hanno un'impostazione genetica della casa pompeiana, considerata come un momento di evoluzione della Domus romana. E' molto probabile che in virtù di caratteristiche climatiche, sociali e culturali si siano sviluppati modelli abitativi simili in aree lontane tra loro.

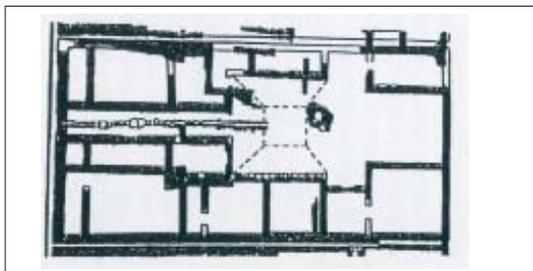
La Domus che nasce dal modello etrusco sopra esaminato è un edificio ad un unico piano, ad uso unifamiliare, che l'architetto Vitruvio descrive come "*bassi, massici e lunghi*", organizzati attorno a un vano centrale, inizialmente a corte poi coperto, totalmente o parzialmente, il *patio*. Anche la Domus romana è un'abitazione unifamiliare, a uno o a due piani, chiusa verso l'esterno e aperta verso gli spazi interni; generalmente si compone di spazi con destinazioni fisse che si collocano intorno ad un atrio o peristilio, cioè un portico affacciato su un giardino che nel tempo si può estendere fino a circondarlo completamente. Le case sono realizzate le une accostate alle altre, in file semplici o doppie, all'interno di isolati di cui costituiscono il modulo dimensionale.

Foto di villaggio afgano.





1



2

Le pareti portanti erano realizzate in pietra squadrata, anche di grandi dimensioni. Da Cartagine viene importata la struttura cementizia formata da inerti e sabbia di fiume legati con calce. Successivamente viene utilizzato il laterizio integralmente o come camicia esterna per getti di conglomerato cementizio. La copertura come nella precedente tipologia costruttiva è realizzata in legno e ricoperta con tegole in cotto.

L'evoluzione polimetrica della Domus, risentendo nel tempo dell'influsso del modello a *peristilio*, vede le forme diventare irregolari e gradualmente scomparire l'atrio.

Lo sviluppo tipologico si identifica nella casa del Chirurgo ritenuta una delle tipologie più antiche (IV secolo a.C.) tra le case di Pompei, l'edificio risulta essere modificato e ampliato nel tempo. Da un corridoio d'ingresso *fauces* si entra nella strada nell'atrio, dotato solo in un secondo tempo di *impluvium*, il bacino per la raccolta dell'acqua piovana.

L'atrio come luogo cuore della casa è il luogo su cui si affacciano tutti gli ambienti in modo simmetrico, due camere da letto e un'ala per ogni lato maggiore; sull'asse delle *fauces* e di fronte ad esse trova il posto il *tablinum*, il soggiorno della Domus, finestrato sul portico posteriore e fiancheggiato da due vani; da uno di questi si accede al portico posteriore.

La casa ha una superficie di circa 450 mq (circa

15*30m).

Nell'esempio di casa Fauno, residenza più sontuosa della precedente, che si estende su una superficie complessiva di circa 3000 mq per 92*33 ml, occupando un interno isolato, probabilmente realizzata dalla composizione di due Domus.

E tale tipologia nella sua trasformazione si arricchisce di forno in grado di riscaldare gli spazi come il *tepidarium* e di un *calidarium*.

Esiste una terza tipologia dalle dimensioni di circa 160 mq (10*16 ml) che probabilmente si sviluppa due piani viste le ridotte dimensioni del piano terra. Questa ritrovata dall'archeologo Adolf Hoffman.

- La tipologia della Domus è la prima nella sua forma più arcaica a contenere l'elemento tipologico del patio, il quale sia come spazio aperto (*peristilio*) o semi aperto come (*atrio*) pavimento o verde (orto) costituisce la principale connotazione che riflette l'esigenza climatica del luogo. Il patio come riserva di aria fresca nelle caldi stagioni estive. Ambiente che diventa termoregolatore degli spazi interni delle ambientazioni estive durante la stagione più calda, per le sue caratteristiche.

- La forma tipologica risulta particolarmente compatta il rapporto di forma che si può calcolare nella tipologia Pompeiana del "Chirurgo" è 0,90, caratterizzata da un atrio e un orto, le cui superfici sono superiori alle dimensioni de-

1 Domus Romana casa di Trebio Valente, Pompei. Sezione.

2 Tipo edilizio della città etrusca vicino a Marzabotto.

3 Pompei: Casa del Chirurgo.

LEGENDA

1 ingresso

2 stanza trasformata in luogo di vendita

3 stanza

4 atrio

5 camera da letto

6 ala (luogo per la conservazione dei latrini)

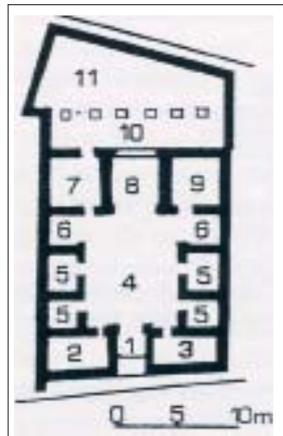
7 stanza di passaggio al portico e all'orto

8 tablinum

9 stanza

10 portico

11 orto



3



5

4 Casa del fauno a Pompei.

LEGENDA

1 ingresso

2 tabernae

3 cubicula

4 atrio

5 atrio tetrastilo

6 tablinum

7 triclinio

8 alae

9 peristilio

10 esedra con mosaico

11 triclinio estivo

12 atrio triclinio

13 cucina

14 bagni

15 grande peristilio

16 posticum

5 Ricostruzione grafica dell'atrio tuscanico della casa del Fauno.

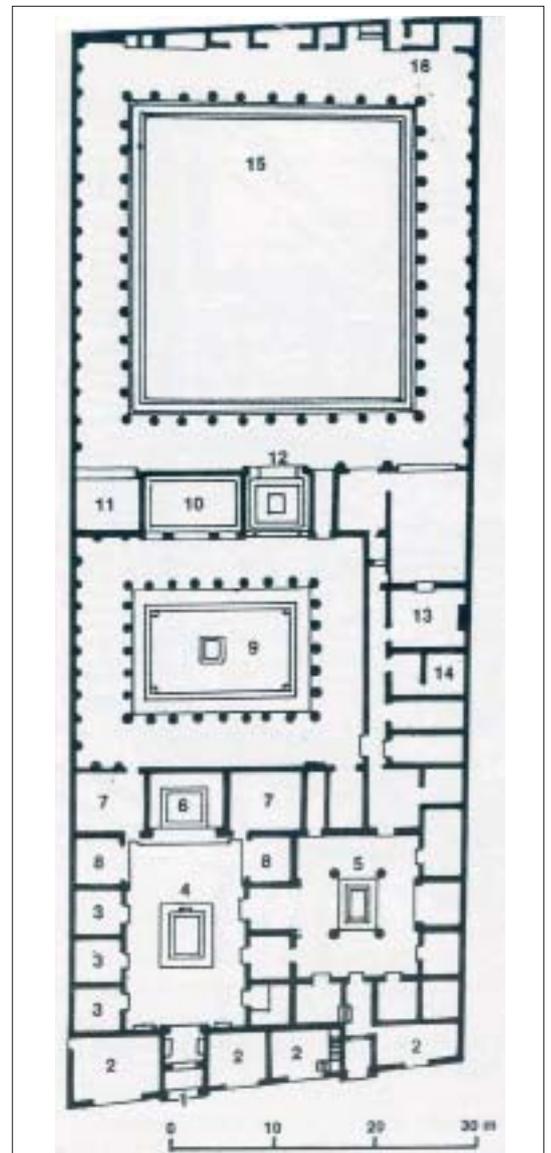
gli spazi abitati, mentre quella di Fauno è pari a 0,55, l'estensione dell'abitazione ricordiamo essere circa 3000 mq con cinque spazi a corte, di tipologia aperta o semiaperta.

Si può affermare che aumentando la dimensione del patio diminuisce il rapporto di forma, quindi è apprezzabile l'uso di una tipologia articolata sia ai fini funzionali dell'abitazione sia a quelli bioclimatici, sfruttando le caratteristiche geometriche degli spazi a differenti temperature.

- Il tessuto urbano in cui si inserisce la tipologia è un tessuto storico anch'esso compatto quindi si evince che l'aggregazione di più tipologie aumenta il livello di compattezza dato dalla singola abitazione.

- la muratura massiva in pietra o laterizio ha una dimensione di circa 50-60 cm e l'uso della pietra e del laterizio conferisce elevata inerzia termica agli ambienti, strategie di controllo termico estivo ed invernale.

- La chiusura dei muri perimetrali è una strategia efficace di controllo solare limitando l'uso di piccole aperture esterne per garantire l'illuminazione naturale degli ambienti durante la stagione estiva.



4



6

DAMMUSO

Tipica costruzione di Pantelleria nella quale la storia della architettura ha raggiunto il massimo della evoluzione, si tratta infatti di uno dei più antichi e significativi esempi di architettura spontanea, dalla forte identità. Le origini della tipologia del dammuso risalgono all'epoca della collocazione araba, tuttavia è stato accertato che l'utilizzo della pietra vulcanica locale, nella costruzione di abitazioni era diffuso anche nelle epoche precedenti, dato che la prima struttura simile a un dammuso risale ai primi secoli dopo Cristo, quando Pantelleria era un possedimento romano. L'utilizzo del dammuso è originariamente stagionale e prevalentemente agricolo, attualmente utilizzato anche come residenza stabile, come già detto il dammuso nasce per esigenze pastorali e di coltivazione, nella sua forma più essenziale consiste in un unico ambiente, con il passare dei secoli, e l'evoluzione dell'urbanizzazione i dammusi diventano dimore stanziali, sia nei borghi che nelle contrade, assecondando le esigenze della famiglia, lo spazio si dilata prima nello spessore dei muri, dove vengono ricavate nicchie e armadi, per poi ospitare più ambienti, La "cella base" del dammuso tipico conta dei seguenti vani:

- *la sala*, stanza disimpegno dalla quale si accede in quasi tutte le altre stanze;
- *la kàmmira*, vano soggiorno adiacente alla sala e dalla quale si entra nell'*arkòva* tramite

un arco a tutto sesto;

- *l'arkòva*, stanza da letto solitamente priva di aperture o dotata in alto di una piccola finestra, grande poco più di un letto matrimoniale, isolata dalla *kàmmira* solo da tendaggi che coprono l'apertura ad arco;

- *l'kammarini*, stanze da letto più piccole dell'*arkòva*, senza finestre;

- *il cuffulàru*, ovvero la cucina, lungo la parete viene sistemato 'u *furniddu*, tradizionale piano di cottura in muratura, con piccoli armadi rettangolari ricavati nei muri, detti *casèna* o *stipu* a *mmùru*.

Elemento portante della struttura del dammuso sono i muri spessi fino a due metri, realizzati con la tecnica della *casciata*, consistente in una doppia parete in muratura di pietre a secco con l'intercapedine riempita da *pietrame* minuto, assestato e costipato e in seguito inaffiato con terra per riempire gli interstizi e rendere il muro compatto nonché refrattario al calore, al freddo e ai rumori. A volte le pareti esposte a sud vengono intonacate all'esterno con strati successivi di calce e sabbia o calce e pomice, rifiniti fino ad ottenere una superficie perfettamente liscia, per ridurre ulteriormente l'assorbimento della radiazione solare. La copertura è costituita da una o più volte o cupole realizzate in pietre rotte disposte a taglio, rivestite in terra battuta e impermeabilizzate con un impasto di calce, tufo e lapilli vulcanici, che permettono di aumentare

6 Dammuso di Pantelleria. Tratto da A. Scrano, *Identità e differenze nell'architettura del mediterraneo*, Gangemi editore, Roma.

7-8 Sezione tecnologica del dammuso.

LEGENDA

1- Strato impermeabile composto da calce, tufo e lapilli vulcanici, compresso con mazzuoli in legno sino ad assumere uno spessore di circa 4 cm.

2- Riempimento dello spazio tra la volta e il paramento esterno di pietre di varia grandezza, atto a fornire maggiore stabilità alla struttura e a distanziare e proteggere l'interno della cupola del deflusso delle acque piovane.

3- Strato di terra atto a livellare la superficie esterna della volta e a permettere un migliore ancoraggio del manto impermeabile, nonché a facilitarne la compressione durante la battitura.

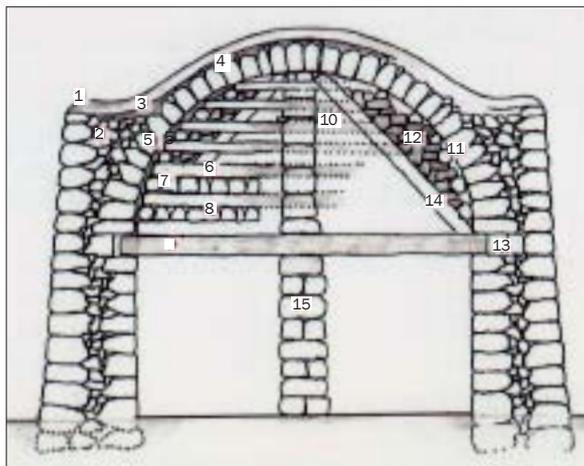
4- Pietre della volta posizionate a raggiera con il lato corto rivolto verso il centro della base della cupola con piccole pietre dure disposte a cuneo a mo' di fermo.

5- Strato di terra impastata (taio) posta su tutta la superficie interna della cupola al fine di livellarne le imperfezioni.

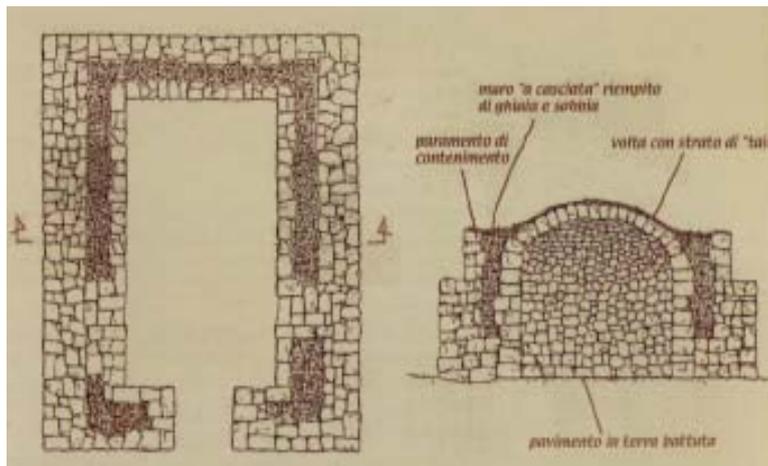
6- Serie di pali secondari che vengono appoggiati seguendo una serie di perimetri che vanno a diminuire gradualmente mentre si sale verso l'alto.

Pali di sezione.

7- Pietre di limitato spessore, poste nello spazio tra i pali, atte a fungere da supporto per la terra impastata con



7



8

acqua .

8- Coppia parallela di pali in legno di leccio atti a supportare, insieme alla colonna centrale in pietra, il peso complessivo della forma.

9- Piccoli cunei in pietra posti tra le pietre della colonna centrale, necessari per facilitare lo smontaggio della forma tramite dei colpi che liberano parzialmente i pali superiori fissati dal peso della cupola.

10- Pali di sezione.

11- Pietre poste sui pali di supporto per definire linea curva della cupola, tra le quali vengono fissati i pali secondari.

12- Nicchia all'interno dei muri che permette lo scorrimento dei pali in legno di leccio durante lo smontaggio della forma.

13- Paoli di supporto degli spigoli.

14- Colonna di pietra atta a sostenere, insieme ai pali, l'ingente carico della struttura.

Tratto da A. Scrano, *Identità e differenze nell'architettura del mediterraneo*, Gangemi editore, Roma.

l'altezza dei locali non intaccandone la posizione, e che contribuiscono a mantenere fresco l'ambiente specialmente nel periodo estivo, in quanto l'aria calda interna tende a salire verso l'alto. Anche le aperture del dammuso sono pensate per mantenere inalterato il microclima interno: piccole e rare, sono costituite unicamente dalla porta d'ingresso e da piccole feritoie, di forma rettangolare o rotonda, i cosiddetti "occhi di pietra", che, orientati di solito verso sud ma posizionati nei muri in modo da catturare le brezze estive e sfuggire il terribile scirocco, permettono di ottenere una ventilazione notturna e un'illuminazione diurna debole. Il senso di frescura che si prova all'interno dei dammusi nelle giornate estive di scirocco dimostra infatti come queste costruzioni siano state concepite per raggiungere condizioni di benessere abitativo. Riassumendo, possiamo dire che le strategie di raffrescamento del dammuso sono basate principalmente:

- sul ruolo di sfasamento e smorzamento dei flussi di calore da parte della massa muraria;
- sulla dissipazione di calore per reirraggiamento notturno attraverso la volta che, dal punto di vista degli scambi energetici, può essere assimilata ad un tetto piano;
- sulla ventilazione notturna permessa dalle piccole aperture nei muri, che dissipa il calore accumulato durante il giorno.

La temperatura interna del dammuso durante

il mese di agosto si mantiene quasi costante intorno ai 26°C sia durante il giorno che durante la notte.

L'impianto di edificazione del dammuso aveva inizio con l'opera di bonifica dei terrazzi adiacenti al luogo scelto per la costruzione, e con la raccolta delle pietre in cava, durante la quale avveniva una prima selezione a seconda della grandezza e della forma delle stesse, identificate ancora oggi con nomi specifici, ovvero tartisi, strummuli, mazzacani per le pietre da 3 a 15 cm, cantune, balati, cantunere per quelle da 15 a 70 cm, e che ricoprivano ognuna un ruolo specifico nella costruzione dei muri.

Durante questa prima fase di bonifica e preparazione veniva costruita la cisterna per la raccolta dell'acqua: tuttavia, poiché era uso comune edificare il dammuso su rovine di epoca punica o romana, venivano il più delle volte riutilizzate le antiche cisterne campanulate, impermeabilizzate con il coccio pesto, conservatesi integre e funzionanti fino ad oggi senza bisogno di manutenzione né di pulizia.

Le modalità di costruzione dei muri di sostegno delle cupole e della copertura delle volte costituiscono uno degli esempi più interessanti di coibentazione termica del mondo mediterraneo: la cupola e i muri, infatti, spessi fino a 200 cm e ripieni di tartisi, mazzacani, strummuli, terra e aria, consentono di controllare l'umidità degli ambienti interni grazie alle correnti d'aria



9

che si creano sotto le volte della cupola, che permettono lo scambio naturale del calore tra interno ed esterno secondo la stagione, e quindi il controllo del gradiente termico all'interno dell'abitazione.

Per quanto riguarda la costruzione dei muri portanti, il metodo più usato è quello della pietra murata a secco con doppio paramento riempito con piccole pietre. Lo spessore dei muri si basa sia sulla luce della cupola che verrà costruita, sia sul tipo di roccia adoperata: lo spessore sarà infatti maggiore qualora si adoperino lave sodatrachitiche o basaltiche, minore qualora le lave usate siano ignimbritiche. Con lave ignimbritiche si ha anche la possibilità di costruire muri con monoliti regolari legati alla malta, metodo tipico del periodo che va dal 1700 al 1950 e presente specialmente nelle abitazioni del centro di Pantelleria e delle principali contrade.

Le aperture principali del dammuso sono quasi sempre orientate verso meridione, al fine di sfruttare la luce e il calore proveniente dall'esterno, ma le finestre, delle dimensioni di 40x50 cm, sono posizionate al di sopra delle architravi degli ingressi, ad un'altezza quindi superiore ai 180 cm, per lasciare entrare una luce più tenue e superare la calura estiva tipica del clima dell'isola.

Ma quel che ha dato davvero un'impronta inconfondibile all'isola di Pantelleria sia dal lato stilistico sia da quello tecnico è stata la costru-

zione delle volte in pietra, a secco o legata con calce, nelle forme più complesse, a capanna, a botte, a crociera o a vela, con lunette o a volata reale, e nella forma tipica della cupola.

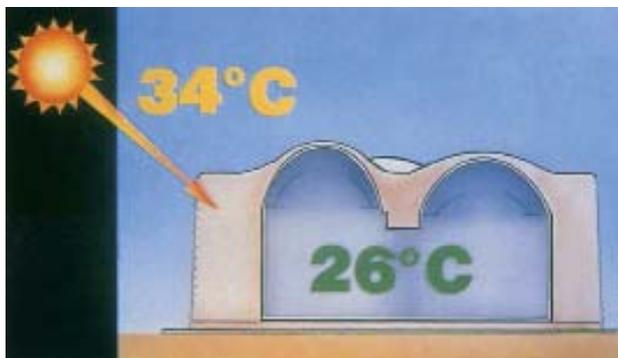
La copertura è realizzata in pietra e ricoperta da uno strato di terra per livellarne la superficie, sulla quale si stende in seguito uno strato di calce, tufo rosso e lapilli vulcanici dello spessore di 7 cm, che viene poi battuto per diversi giorni fino a ridurne lo spessore a 4 cm, e che serve ad impermeabilizzare la copertura e a far defluire l'acqua piovana verso la cisterna attraverso la cannalata, un canale aperto ricavato nella muratura e trattato come la copertura. Grazie ai lapilli vulcanici, si risolve il problema dell'assorbimento e del successivo rilascio del calore, creando un manto impermeabile allo scorrimento dell'acqua piovana, che permette inoltre la traspirazione dell'umidità dall'interno del dammuso verso l'esterno.

Lo spessore complessivo della copertura - i cui fianchi sono rialzati, in modo da evitare la dispersione dell'acqua piovana - tra pietre, terra e battuto di tufo, si aggira intorno ai 30 - 40 cm. La costruzione di una volta è possibile solo con il supporto di una forma che possa sostenere l'ingente peso delle pietre durante la costruzione. I materiali adoperati per questa struttura portante sono tre: legno, pietre e terra. Per quanto riguarda il legno, troviamo nelle contrade misure standardizzate che hanno un ruolo

9 Dammuso.

10 Funzionamento ambientale del Dammuso. Gallo Cettina, *Architettura bioclimatica*, Roma, Syntesis, 1998, p.157

11 Dammuso. Tratto da A. Scrano, *Identità e differenze nell'architettura del mediterraneo*, Gangemi editore, Roma.



10

fondamentale della determinazione del periodo di costruzione dei dammusi.

Nel disegno è illustrata l'impostazione dei legni per la costruzione di una volta a botte. Lo spazio tra i legni viene riempito incastrandovi pietre piatte di limitato spessore, che creano un buon supporto alla terra impastata con acqua (taio) da applicare successivamente per la rifinitura dell'intera superficie.

Si inizia impastando lungo il perimetro pietre di maggiori dimensioni, per poi passare a pietre di dimensioni minori, mantenute comunque nell'ordine di 35 cm di lunghezza media.

Fino ai due terzi dell'altezza della volta viene seguito lo sviluppo del perimetro, per poi iniziare con una serie d'archi impostati sui due lati lunghi della base.

Le pietre finali al centro della cupola vengono rinforzate con piccole pietre dure, che agiscono da cuneo tra quelle di grandezza maggiore, in modo da comprimere la struttura fino a renderla un monoblocco statico, anche senza l'uso della malta quale legante.

Se la struttura è adibita ad abitazione, prima di murare le pietre della cupola viene steso sul fondo un impasto di calce e sabbia, in modo da creare una base regolare per la successiva stesura dell'intonaco sulla superficie interna della cupola, ovviamente dopo aver smontato la struttura portante. Se la struttura è invece adibita a stalla o a magazzino, l'interno della



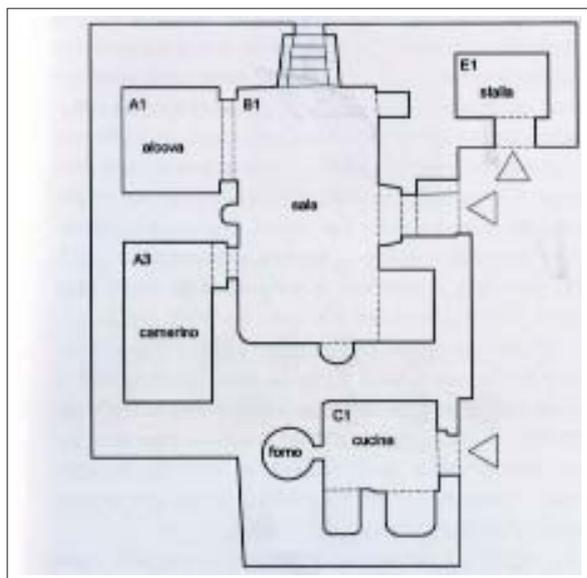
11

cupola viene lasciato in pietra a vista, mentre la superficie esterna viene consolidata con della semplice terra mista a piccole pietre. Il cordolo viene rialzato, e lo spazio intercorrente tra il bordo superiore dei muri e la cupola riempito con pietre e terra, per far sì che il complesso della cupola pesi verso il centro, equilibrando le naturali spinte verso l'esterno.

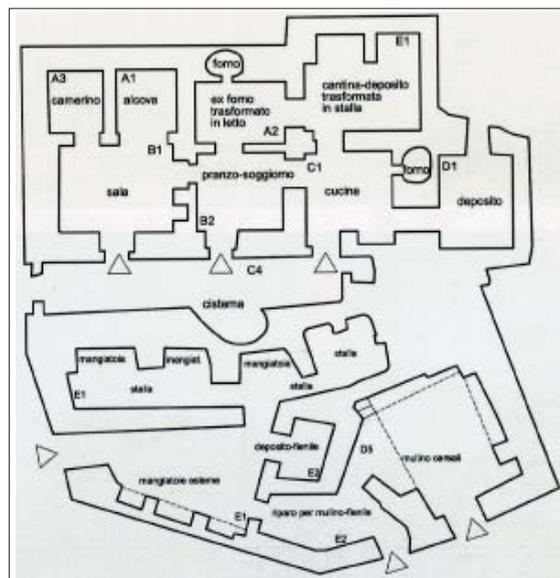
La superficie irregolare esterna della volta è livellata con la terra, sulla quale in seguito viene steso un impasto impermeabilizzante di calce e lapilli per il deflusso dell'acqua piovana, che viene così convogliata verso la cisterna.

L'impasto di calce e lapilli prima di essere steso sulle cupole, viene miscelato con acqua una quindicina di giorni prima e poi lasciato a cumulo, in modo che i lapilli possano assorbire una certa quantità di calce, che funge da legante; all'impasto si aggiungono poi acqua e terra. Lo spessore iniziale dello strato è di 7 cm circa; la compressione è effettuata coprendo la volta con mazzuoli di legno duri per due o tre giorni, fino a ridurne lo spessore a circa 4 cm.

La forma per la costruzione della volta viene smontata gradualmente partendo dal centro e allentando poi l'intera struttura. Considerando il periodo storico nel quale fecero la loro comparsa, queste tecniche costruttive possono a ragione essere definite "avanzate", se confrontate con la situazione abitativa delle basse classi sociali nel resto dell'Europa del XV secolo. A



12



13

Pantelleria, infatti, queste tecniche elementari hanno reso possibile la creazione di una struttura, il dammuso, capace di riparare da agenti atmosferici quali il caldo e il freddo eccessivi, e di offrire una indipendenza idrica fondamentale per vivere sull'isola.

In conclusione, l'approvazione da parte di tutti gli strati sociali di tecnologie costruttive basate sulle risorse del territorio ha permesso una larga diffusione della tipologia del dammuso sull'isola, che ha così acquisito un'identità architettonica unica nel Mediterraneo e ancora oggi chiaramente percepibile.

La forma base del dammuso è quella di un parallelepipedo compatto, con possibilità di aggregazione di più moduli, mentre l'orientamento è tale da offrire la minor superficie al vento dominante, il maestrale (nord-ovest). La trama del costruito non è congiunta, in relazione al clima molto ventoso.

Il dammuso è costruito da un sistema di celle ad un unico livello con copertura a volta, collocate in zone pianeggianti o su pendii terrazzati, unite tramite una rete di percorsi esterni – scale e rampe in muratura, terrazzi, spiazzi e selciati – che fungono da collegamento fra i vari nuclei. La forma tipica della cellula base, cioè il nucleo abitativo, è quella di un parallelepipedo compatto, al quale si aggregano i corpi degli ambienti di servizio, anch'essi di forma stereometrica, secondo una disposizione a grappolo

– su livelli sfalsati o su unico livello, a seconda che il terreno sia pianeggiante o scosceso – o in linea, quest'ultima tipica dei dammusi realizzati su di un unico terramento.

L'immagine di questi aggregati è certamente quella di un'architettura massiva, composta dalla giustapposizione di solidi geometrici semplici. L'effetto percettivo muta però in relazione al trattamento della superficie dei solidi, che può essere lasciata in pietra a vista o intonacata.

I dammusi in pietra a vista paiono nascere letteralmente dalla terra pantesca: l'aspetto compositivo è fortemente serrato, caratteristica che viene enfatizzata dai muri pieni che, generalmente rastremati – in particolare nelle tipologie più antiche – e “addolciti” agli angoli dalla pietra sbazzata che crea spigoli mai troppo pronunciati, “ancorano” l'edificio al suolo. L'effetto compatto di questi nuclei viene ulteriormente sottolineato dalla quasi totale assenza di elementi decorativi; a volte è presente un leggero strato di calce sulle facciate rivolte a sud, che si limita di solito a “sporcare” la pietra dei muri piuttosto che a nascondersela. Le facciate in pietra lavica possono assumere colori e tessiture differenti, a seconda della tipologia di pietra utilizzata, i cui colori possono variare dal nero dell'ossidiana ai toni più chiari delle ignimbriti, e della lavorazione dei conci, che possono essere semplicemente sbazzati o sagomati in forme

12 Cellula base del Dammuo. Tratto da A. Scarno, *Identità e differenze nell'architettura del mediterraneo*, Gangemi editore, Roma.

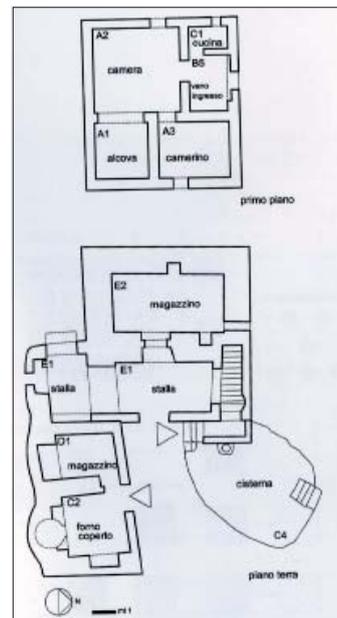
13 Tipologia di Dammuo più articolata. Tratto da A. Scarno, *Identità e differenze nell'architettura del mediterraneo*, Gangemi editore, Roma.

14 Tipologia di Dammuo Paolazzotto. Tratto da A. Scarno, *Identità e differenze nell'architettura del mediterraneo*, Gangemi editore, Roma.

15 Pianta tipo di un Palazzotto. Tratto da A. Scarno, *Identità e differenze nell'architettura del mediterraneo*, Gangemi editore, Roma.



14



15

più regolari.

A differenza dei dammusi intonacati, quelli in pietra a vista si confondono talmente col paesaggio da essere a distanza quasi del tutto invisibili; solo il profilo sinuoso delle volte imbiancate a calce, che in qualche modo “alleggerisce” anche la “pesante” immagine dei dammusi, permette di intravedere le abitazioni, spiccando sui toni scuri dei muri e dell’ambiente naturale circostante.

L’immagine dei dammusi intonacati è certamente meno “grave” e collegata al suolo di quella dei dammusi in pietra a vista; tuttavia, le tessiture e le tonalità cromatiche dell’intonaco a calce creano un legame con l’ambiente naturale ugualmente profondo: la terra sulla quale sorgeva di dammuso veniva infatti spesso utilizzata nella preparazione dell’intonaco da applicare sulle superfici murarie, che assumevano in tal modo le sfumature cromatiche dell’ambiente circostante. I colori utilizzati presentano così una gamma variabile dal bianco avorio della calce pura ai toni dell’arancio, del rosso mattone e del viola della terra vulcanica dell’isola.

Al dammuso segue il palazzotto come sua evoluzione tipologica, si presenta come una struttura a due livelli che si trova in zone prettamente agricole, e che ricalca un modello utilizzato nel vecchio centro di Pantelleria, purtroppo distrutto durante la Seconda Guerra Mondiale.

La più alta concentrazione di palazzetti – circa

il 60% - si ha nelle aree intorno alla cittadina di Pantelleria, a causa del prestigio sociale di cui godevano le famiglie proprietarie di queste abitazioni rurali.

Le planimetrie sono tutte differenti anche se possiamo ritrovare dei sistemi di ambienti invariati, come il complesso camera – camerino –alcova, che identifica i palazzotti quali derivanti del dammuso.

Attorno al palazzotto, ma non addossato ad esso, erano generalmente collocati ambienti funzionali all’attività agricola o di allevamento, con magazzini e stalle.

Il sistema costruttivo dei palazzotti ripete quello dei dammusi classici, con l’aggiunta del ponteggio necessario per costruire una struttura a due piani costituita da massi squadri di dimensioni medie di cm35x30x70 e del peso di 70 kg ed oltre.

Le volte del piano superiore, erano generalmente costruite con le cosiddette “pietre di monte”, ovvero grossi lapilli delle cudie – Cuddia del Monte, Cuddie Rosse, Cuddia Bruciata – provenienti dall’ultima fase eruttiva dell’isola, che uniscono residenza a leggerezza, oppure, in alternativa, con lava ignimbratica leggera e porosa; lo spazio tra il perimetro dei muri e la cupola veniva riempito con pietre miste a pomice, mentre nei dammusi venivano utilizzate pietre pesanti, al fine di rinforzare la staticità dell’intera struttura.



16

Caratteristiche deometrico tipologiche

Lo sviluppo verso l'alto di questi costosi sistemi costruttivi era un chiaro simbolo del benessere economico raggiunto dalle famiglie proprietarie. Spesso, in questo tipo di edifici le facciate seguono alla base l'inclinazione molto accentuata dei muri dell'antica costruzione, per poi assumere al livello del primo piano un'inclinazione moderata.

Molti palazzotti si sviluppano su di un'antica abitazione monovano appartenuta ai primi esponenti della famiglia proprietaria della tenuta agricola, e spesso è possibile leggere la difficoltà di adattamento della nuova costruzione allo spessore dei muri e al volume di quella originaria.

U jardinu - Queste strutture architettoniche di uso rurale meritano una particolare attenzione, sia per la forma circolare che fuoriesce dai canoni dei volumi stereometrici del dammuso, sia per il notevole impegno costruttivo, necessario a realizzare strutture che raggiungono i 4 metri di altezza media per un diametro che può arrivare a 9 metri, con uno spessore murario medio di 140 cm alla base e 80-100 cm nella parte superiore, e all'interno dalle quali si accede tramite un'unica apertura che non supera l'altezza di un uomo.

Queste opere, realizzate in pietra a secco, hanno caratterizzato uno stile costruttivo mantutosi invariato nei secoli, che ha dato al paesag-

gio pantesco un'impronta riconoscibile.

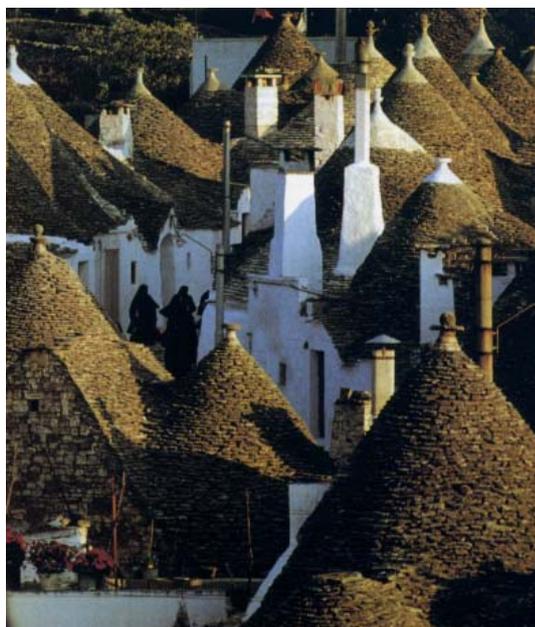
Cellula base del dammuso - La costruzione, in pietra locale, è realizzata totalmente a secco senza alcun legante, contrariamente a modelli cronologicamente successivi, nei quali si ricorreva a leganti quale calce, pazzolana o terra per la realizzazione di volte complesse, reali o a vela. I muri portanti del dammuso sono composti di pietre locali scure con qualità litiche sodariolitiche, differenti da quelle delle cupole della camera, dell'alcova e del camerino, costruite con pietre ignimbritiche tagliate in forme regolari e fatte combaciare con precisione.

Come già detto, il dammuso ha subito una evoluzione nel corso di 200 anni, sino ad assumere la definitiva forma classica a "cellula base", rimasta inalterata - con la sua superficie di circa 40 mq atta ad ospitare una famiglia di sei persone - fino all'abbandono dell'edificio negli anni '50.

Dammuso in località Rekhale - Questo dammuso, risale al XVIII secolo, rappresenta una delle più antiche abitazioni pantesche dotate di portico in facciata, l'edificio mostra ancora le tracce delle raffinate finiture, nelle modanature delle volte a crociera e delle lunette che coprono gli ambienti interni. Il camino elemento di grande interesse costituito da un semicilindro in pietra intonacato con tre comignoli cilindrici; tipologia molto antica con impostazione ottocentesca, rintracciabile nell'arcipelago delle Cicladi. Al

16 Trullo pugliese.

17-18 Scorci di Trullo Ad alberobello. Tratto da A. Scrano, *Identità e differenze nell'architettura del mediterraneo*, Gangemi editore, Roma.



17

nucleo di base si aggiungono elementi esterni come la cisterna , il giardino arabo incassato nel nucleo abitativo e il mulino dei cereali.

Dammuso in località Scauri - Questo dammuso mostra la sua facciata principale imbiancata a calce è rappresentativo della tipologia ottocento - novecentesca con portico in facciata. Lo stesso risulta interessante per il suo aspetto funzionale e compositivo: il sistema di blocchi in pietra a vista collocati a sinistra del nucleo abitativo presenta dimensioni maggiori del consueto, e ospita varie funzioni collegate all'attività agricola

Palazzotto in località Kaddiuggia - Il palazzotto preso in esame, localizzato nei pressi del centro abitato principale dell'isola, in località Kaddiuggia , si è sviluppato sulla base di un antico dammuso, dal quale dipende l'inclinazione accentuata dei muri portanti che lo fa apparire più alto di quanto sia in realtà , e che ha fatto sì che i panteschi gli abbiano dato l'appellativo di "castello". La costruzione del vano originario, una stanza di 2,60x5 metri per 3,2 metri di altezza, con uno spessore murario di circa 1,3 metri ed una inclinazione esterna di oltre 8 gradi. Tutti i muri della costruzione originaria, il cui impianto si può ancora leggere nel piano terra del palazzotto, sono stati realizzati con pietre irregolari basaltiche, con riempimento dell'intercapedine mediante pietre miste di diversa grandezza. Ritroviamo l'utilizzo di varie tecni-



18

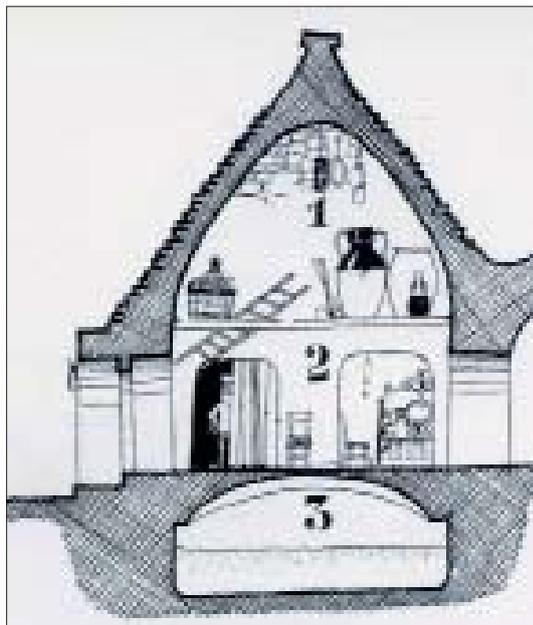
che costruttive: i muri laterali, nei quali sono stati ricavati un basso vano per la cottura e il sottoscala, sono costituiti da pietre balsamiche del luogo, mentre il muro dove si trova l'ingresso, dello spessore di solo 38 cm, è costituito da pietre regolari di lave ignimbriche che permettono di essere facilmente lavorate.

Le pareti della camera e dell'alcova sono inclinate verso l'interno di pochi gradi, in modo da compensare le spinte verso l'esterno delle cupole.

La cisterna, posizionata anch'essa di fronte al prospetto principale, raccoglie l'acqua piovana che proviene dal tetto del palazzotto, e che scende per oltre otto metri lungo un incavo che ne incanala il percorso, arricchendosi in tal modo dell'ossigeno che si forma tramite il forte impatto con l'aria, produce nell'acqua un effetto sterilizzante.

IL TRULLO

Il trullo pugliese , costituisce un interessante esempio di architettura mediterranea le cui origini risalgono a tempi remotissimi. Una delle più diffuse forme preistoriche di abitazione umana è infatti quella conica, dalla tipica struttura a tenda o realizzata in paglia. Esiste una ulteriore tipologia , costituita da spessi muri di pietra chiusi da una copertura di pietre disposte in strati concentrici. Originariamente, il trullo serviva unicamente da riparo diurno durante il la-



19



20

voro dei campi, era costituito da un unico vano a pianta circolare; per poi passare dalla forma circolare anche a quella quadrangolare.

Tipologia diffusa in una parte dell'altopiano delle Murge (latr. Da 41,5° a 395°), caratterizzato da un clima mediterraneo temperato (temp. Medie: gennaio 6,5° C, agosto 24° C, escursione estiva media 10-12° C; bassa umidità relativa). Il comportamento ambientale del trullo è molto simile a quello del tipo ipogeo. Infatti la grande massa di pietra associata spesso alla vasca d'acqua di accumulo sottostante attenua in estate la temperatura interna rispetto a quella esterna di circa 6-7° C e questo garantisce un buon raffrescamento estivo, connesso anche alla ventilazione attraverso le forature della pseudo cupola e al colore chiaro (calce) dell'esterno della copertura conica.

Caratteristiche funzionali e di disposizione tipologica degli ambienti

Il passaggio dalla originaria pianta circolare a quella quadrata lascia invariato l'elemento fondamentale della pseudo-cupola, ma consente la composizione di più elementi e la loro intercomunicazione, il che permette al trullo di assumere i requisiti essenziali di una vera e propria dimora familiare. Fanno così la loro apparizione, insieme col nuovo tipo di impianto, le alcove e la cucina, ricavate nello spessore dei muri perimetrali, le piccole scansie a muro, le mensole e le finestre. Alla esigenza di una casa

si sostituisce quindi quella di un ricovero temporaneo, che si configura generalmente come un edificio a blocco compatto, costituito da uno o due ambienti con diametro fra 2 e 4 metri, talvolta arredata di un focolare e una mangiatoia e comunicante con l'esterno da una sola porta. Nel secondo caso, pur essendo presente la stessa conformazione geologica cretaica, abbiamo il così detto villino, una casa di tre o quattro ambienti al massimo, di cui il centrale adibito a cucina-soggiorno e i restanti a camera da letto, dotato inoltre di piccole finestre e privo di locali rustici. Planimetricamente, gli ambienti sono distribuiti a due o tre in linea, mentre un eventuale quarto ambiente viene collocato sul retro, in comunicazione con quello centrale. Il perimetro della pianta è in genere rotondeggiante, e solo nelle tipologie più evolute diviene quadrangolare, con il relativo volume di base che assume la forma di un parallelepipedo sormontato da pseudo cupole.

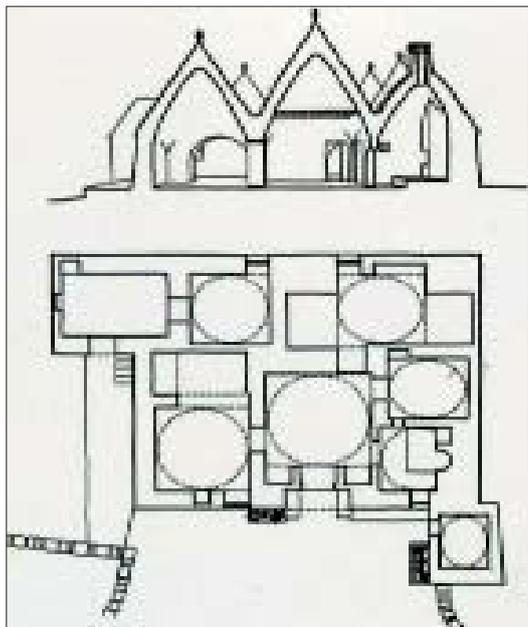
Una delle caratteristiche importante è la bipartizione in altezza del vano principale, effettuata attraverso un soppalco di tavole sorrette da travi di quercia, posto a circa due metri e mezzo di altezza, all'imposta della volta, al fine di creare un attico da adibire a magazzino per la conservazione delle granaglie e delle derrate alimentari, al quale si accede attraverso una scala in legno. Tali ambienti sono costituiti dalle camere da letto e dal triplice spartito dell'alco-

19 Sezione di un trullo: 1, magazzino; 2 ambiente multiuso con alcova; 3 Cisterna.

20 Funzionamento ambientale del Trullo. Gallo Cettina, Architettura bioclimatica, Roma, Syntesis, 1998, p.157

21 Sezione tipo di un trullo e pianta. Tratto da A. Scranò, *Identità e differenze nell'architettura del mediterraneo*, Gangemi editore, Roma.

22 Immagine di trullo a Ostuni. (Foto di Luca Lazzaro).



21

va, del camerino e del magazzino. In realtà, il termine “alcova” viene utilizzato per disegnare qualunque vano di piccole dimensioni ricoperto da una volta a botte.

Un elemento fisso del trullo è costituito dalla cisterna per l’acqua piovana, posta generalmente al di sotto dell’abitazione. Essa è alimentata da un canale di scolo nella copertura ed è usuale nei borghi la possibilità di accedervi direttamente dall’interno dell’abitazione tramite un sistema a puleggia e secchio.

La dimora rurale formata di cellule a trullo si può configurare tanto come un blocco compatto quanto come un organismo a componenti disgiunti, a seconda che i rustici siano addossati al nucleo abitativo, o collocati sull’altro lato del viale di accesso. In ogni caso, possiamo dire che <i>trulli hanno una certa tendenza alla libera crescita</i>. La tipologia di organizzazione cellulare permette infatti la possibilità di aggiungere, a seconda delle necessità, nuovi locali collegati sempre al nucleo iniziale.

Caratteristiche costrittive e di controllo climatico - Il trullo può essere considerato un involucro bioclimatico termoregolatore che protegge passivamente l’interno dall’esterno. Tali prestazioni bioclimatiche si fondano su alcuni fattori principali: l’utilizzo del calcare posto in opera a secco e lo spessore dei muri, la forma e le modalità di costruzione della pseudo-cupola, la tipologia di aperture, oltre ad altre caratteristiche che



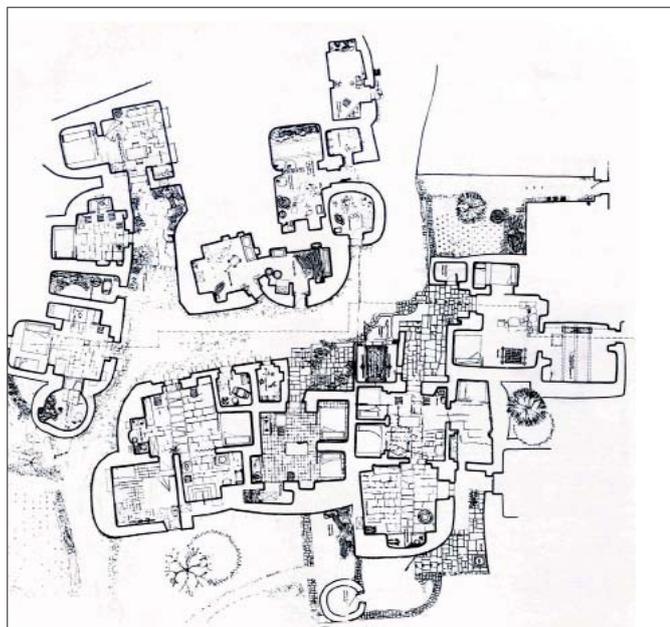
22

influenzano la capacità di controllo climatico, quali l’imbiancatura a calce e la collocazione del focolare.

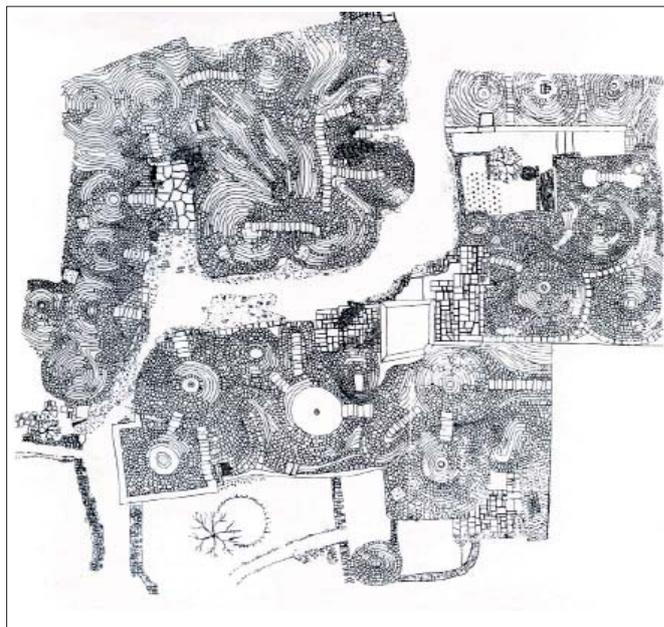
I Muri - Sono realizzati quasi esclusivamente in pietra a secco, come tutti gli edifici che risalgono alla preistoria. A seconda del grado di resistenza e compattezza del materiale, si hanno variazioni nello spessore murario e nelle modalità di trattamento della superficie esterna, che può necessitare di un rivestimento di calce e sabbia o calce e tufina, per garantire una maggiore protezione interna dall’umidità, nel caso in cui le pietre siano troppo porose.

Lo spessore murario può variare da uno fino a tre metri, si utilizzano pietre squadrate per la parete esterna, mentre lo spazio tra quest’ultima e la parete interna è riempito con pietrame, terriccio e schegge di calcare, le quali essendo poste in opera a secco, creano delle camere d’aria che assorbono gli sbalzi di temperatura mantenendo costante il microclima interno. Alla capacità di smorzamento e sfasatura dell’escursione termica dovuta allo spessore e alla modalità costruttiva della muratura, si aggiunge la scarsa capacità di conduzione termica del calcare, e il potente riflettente dell’imbiancatura a calce, non di rado applicata sulla superficie esterna.

La copertura - La copertura a pseudo cupola è più leggera e di spessore decrescente verso la cuspide chiusa dalla chiave di volta e dal



23



24

pinnacolo. Le aperture sono limitate alla porta d'ingresso, quindi la trasparenza è bassa e l'interno del trullo è piuttosto buio. La perforazione per la ventilazione è limitata alla canna fumaria del focolare che permette una ventilazione trasversale notturna espellendo l'aria calda e richiamando l'aria fresca esterna da apposite fessure nella parte bassa della porta.

Le finestre a feritoia - Come in tutte le condizioni climatiche di tipo mediterraneo che impongano la necessità di proteggere il microclima interno dell'edificio dalla calura esterna, garantendo che la temperatura non subisca forti variazioni e si mantenga fresca d'estate, i trulli presentano poche finestre, sottili come feritoie, che permettono la ventilazione interna moderando l'ingresso della radiazione solare.

Tuttavia a causa del grande spessore murario, le finestre impediscono l'ingresso non solo del calore, ma anche della luce; a questo problema si ovvia dipingendo di bianco sia le feritoie, sia le pareti interne dell'abitazione, che in tal modo assumono una maggiore capacità di rifrazione della poca luce solare immessa.

Funzionamento termico del trullo - La risposta alla domanda di climatizzazione estiva nel clima caldo della Puglia è affidata esclusivamente alla funzione di regolazione termica della grande massa muraria del trullo, che assorbe di giorno il calore prodotto dalla radiazione e lo restituisce di notte, livellando le oscillazioni di

temperatura, e quindi diminuendo di parecchi gradi la temperatura interna rispetto a quella esterna. Le prestazioni termiche del trullo sono state studiate verificando la convergenza fra i risultati della simulazione con un codice a rete termica sviluppato dal Laboratorio di Progettazione Ambientale ed i risultati di una campagna di misura condotta in una settimana estiva. La convergenza tra temperatura dell'aria misurata e simulata è buona e l'oscillazione della temperatura dell'aria interna è di 4° C mentre quella dell'aria esterna è di 10° C.

23 Planimetria di un gruppo di trulli.

24 Pianta delle coperture della pianta di p.24.

25 Immagine di insediamento collinare marchigiano.

26-27-28 Immagini di tipologie di case a torre.



25

2.1.2 MODELLI DELL'ITALIA CENTRALE

Architettura marchigiana

La scelta di analizzare l'architettura rurale marchigiana è legata alla raffinatezza delle caratteristiche e varietà di soluzioni tecnico-architettoniche in esse utilizzate.

La conoscenza dell'architettura rurale marchigiana consente di comprendere, nella ricerca, le radici, i riferimenti nella definizione di modelli tipologici, dei materiali e le tecniche costruttive adottate storicamente nella regione considerata come sito di applicativo d'indagine.

Approccio analitico che segue l'analisi sotto il profilo delle forme, delle regole modulari, dei materiali e delle tecniche costruttive e dei rapporti con l'insieme urbanistico e climatologico. Si è scelto di prendere in esame tali tipologie perché rispetto il contesto in cui si sono venute a sviluppare, sono ambiti edilizi meno toccati dalla modernizzazione e dall'evoluzione degli

stilemi. Si pongono infatti come risultato di cristallizzazioni tipologiche, di forme e tecniche che nascono come risposta alle esigenze produttive, gestionali, famigliari e personali delle attività mezzadrili. Risposte concrete che hanno dimostrato una elevata durabilità e coerenza in riferimento alle risorse materiche presenti nel luogo.

Tra il VI e VII secolo, il territorio occupato dai bizantini, fu diviso in grandi proprietà, quelli che noi chiamiamo poderi. Ma già nel X secolo si manifestano i frazionamenti, ulteriormente sminuzzati nel XII e XIII secolo. Le residenze qui presenti prendono il nome di "Domus" tra il VI e VII secolo, mentre vengono denominate "CA" quelle costruite tra il XII e XIII secolo. E' il periodo in cui si istituiscono le parrocchie, dopo le rare pievi, queste al servizio dei contadini a difesa delle popolazioni agricole si crea un complesso di ville o luogo di primo rifugio come cit-



26



27



28



29

tadelle, torri.

La “Colombara”, toponimo poderale ed esemplare assai diffuso può essere ritenuta *“avamposto urbano di colonizzazione e di difesa, protagonista del disboscamento o della bonifica delle terre, architettura a metà tra quella militare e quella rurale”* (G. Volpe).

Nella zona di montagna le case sparse sono circa 9 per Km², nella collina se ne contano diciannove, densità, quest'ultima, tra le più alte della penisola. Esse si distribuiscono, discendendo dai vertici collinari al fondo valle, infittendosi ai margini delle pianure, lungo le strade marginali che le percorrono, sui terrazzi, per risalire poi sulle dorsali. Per lunghi tratti dell'alta valle, da ovest ad est, si osserva una differente densità di case sui due versanti: è preferito quello sinistro (settentrionale) volto a mezzogiorno e quindi riparato dai venti più freddi ed esposto a “caldese”, ossia al solatio. A tale proposito occorre notare che la maggiore parte delle dimore ha la facciata con l'ingresso aperto verso i quadranti meridionali, tranne nei luoghi ove ciò sia impedito da particolari condizioni topografiche. Tra il XI e XII secolo, non esistono dimore sparse fuori della città dei castelli o dei borghi, tranne alcune “Case-Torre” o “Casa-Forte”, costruita in tutta l'Italia centro settentrionale. Edifici che originariamente avevano una funzione militare difensiva in seguito verranno riutilizzate con finalità agricole (veri e propri presidi sul contado).

Questa è la tipologia più antica alla quale segue la Colombara.

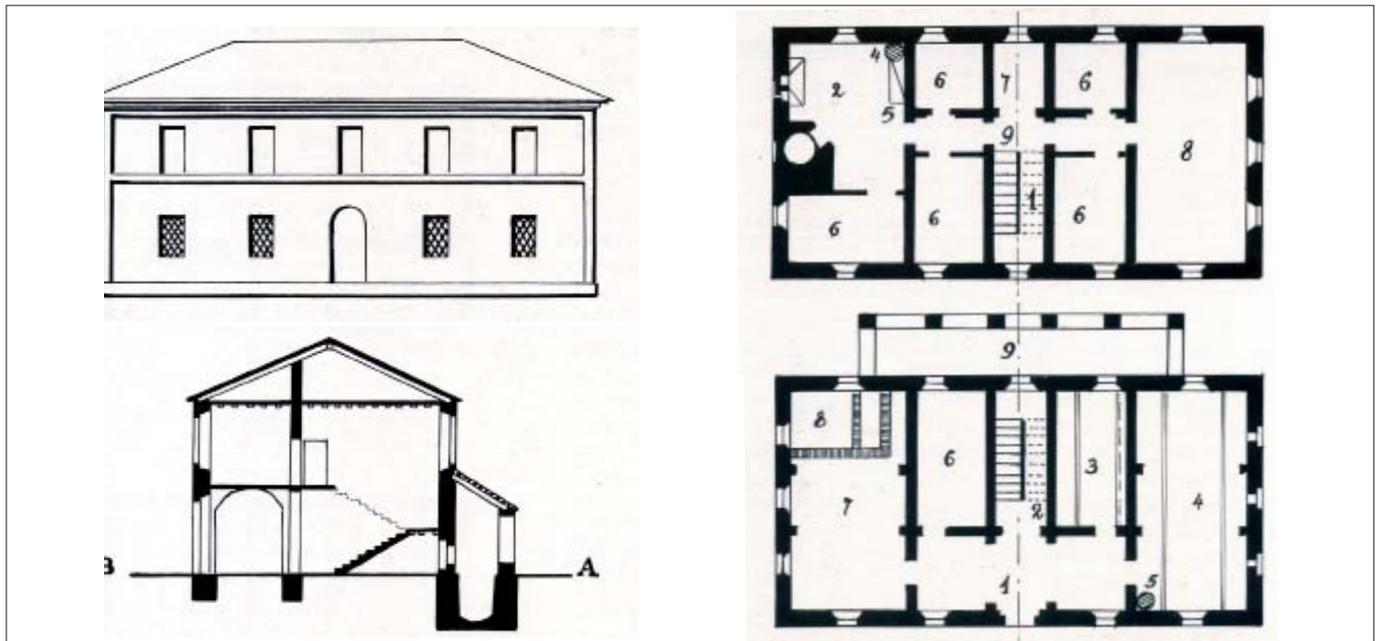
La “casa Torre” - si sviluppano su tre piani: uno per la stalla uno per la famiglia uno per il granaio. La torre è a pianta quadrangolare, per lo più quadrata, con lato interno di 5 ml, altra tra i sette e i 10 ml, copertura del tetto a due spioventi. Poco al di sotto delle grondaie corre un cornicione di mattoni sporgenti (spesso a punta come un merletto), con feritoie aperte per vari scopi, non ultimo quello di farvi annidare i piccioni. L'interno è scandito da 3 o 4 piani, ognuno dei quali costituisce un solo vano, intercomunicante con gli altri per mezzo di una scaletta di legno “a pioli”. All'edificio primitivo, si sono giustapposte nel tempo 2, 3 o 4 parti nuove, spesso di altezza diversa, ma quasi sempre più basse della torre e con modalità varie.

Nel XV si sono diffusi modelli di abitazione rurale con scala interna nel displuvio urbinate, il “Tipo Urbinate”, caratterizzate da una loggia esterna piuttosto ampia, come complemento essenziale dell'edificio: si colloca sul lato maggiore e lo segue per tutta la sua lunghezza. Vi si trova l'entrata alla cantina e alla cucina attraverso una rampa esterna di pochi gradini, oltre al ricovero del carro, per l'esattezza si dovrebbe parlare di “Tipi Misti” con scala esterna, interna di pendio con pianta quadrata nella zona ad oriente di Fossombrone. Questa è caratteristica della valle superiore del Metauro con varianti

29 Quattro tipologie di case a Bigattiera.

30 Esempio di edificio residenziale rurale progettato nel 1846 dall'Ing. Guerrieri. Macerata.

31 Esempio di casa con Bigattiera rialzata al secondo piano.



30

a Urbania dove è tipico l'addossamento sui fianchi della casa il capanno e la stalla. Qui le dimore hanno la cucina in posizione centrale; aggiungono gli essiccatoi del tabacco, chiamate "Tabaccaie". La tabaccaia nell'asse di Fermignano - Mercatello ha un solo finestrone, in alto, e una porta d'accesso.

I materiali da costruzione

Il quadro dell'edilizia agricola metaurensis è molto variegato: dalla paglia (come sopravviene dal toponimo "Pagliere", nei pressi di Urbania) alla pietra, ai sassi di fiume, all'argilla cruda al cotto, secondo adattamenti orografici tradizione culturale specifica, situazione economica. Nelle varie fasi di evoluzione seguono edifici in pietra tratta da rocce calcaree e arenacee compatte, numerose ed estese lastre di arenaria coprono il tetto, la scala esterne vi è predominante. Seguono residenze fatte con blocchi laterizi o in pietra, a base rettangolare, tetto a due pioventi coperti di coppi e di notevole altezza, 6-7 metri. Va tenuto presente che in età medievale si

sviluppa l'allevamento domestico dei colombi quindi nei secoli XVI-XVIII si aggiungono alle case le "Colombaie", che verranno definite "Casa-Torre-Colombaia", allineandosi meccanicamente alla teoria di "H. Desplanques", secondo il quale nel medioevo, in questa zona, non sarebbero esistite dimore sparse, cioè fuori di città, castelli o borghi murari, tranne rare case-torri. Qui la colombaia si presenta come una piccola parte addossata al corpo centrale poi si definisce una tipologia abitativa specifica detta appunto "Colombara", per il legame con l'allevamento del colombo torraio, la costruzione di questa tipologia abitativa specifica, per il legame con l'allevamento del colombo torraio, la costruzione non diminuisce in età moderna, la loro maggiore diffusione si ha proprio tra il cinquecento e seicento.

Nell'area litoranea prevale la "varietà fanese" a pianta rettangolare, più raramente quadrata, costruite per lo più con mattoni, talvolta coperte d'intonaco e con tetto a due pioventi. Appoggia-

31





32

33

to a un lato della casa c'è il capanno in muratura, il cui fondo è occupato dal forno.

Sulla collina Fanese si moltiplicano le case con caratteristiche molto semplici, a pianta rettangolare, costruite con pietrame e mattoni: la cucina scende dal primo piano a quello terreno per l'evidente comodità che la comunicazione diretta tra interno ed esterno, e tra l'abitazione e le stalle.

Una sistemazione che si corregge a mano mano che si sale verso la montagna, dove l'insediamento sparso è più antico e quindi risente dei periodi di minore sicurezza, che hanno imposto forme di insediamento più facilmente definibili: cucina e camere da letto sono quindi ai piani superiori.

La zona della collina lungo il corso centrale del Metauro (200-250 metri s.l.m.) è formata da terreni accidentati abitati da tempi remoti e in fasi diverse, presentano pertanto una diversa varietà tipologica di dimore rurali.

La fase più antica è riferita alla tipologia di case yorri e delle colombaie.

Salendo verso bocca Trabaria, si fanno palesi delle reminescenze toscane. Alla quota di 400 metri compaiono i Fienili separati dalla casa, ma posti nelle immediate vicinanze, e le dimore tendono ad aumentare di volume, specialmente nel fondo valle, ove si aggregano anche in piccoli gruppi ("Comunanze" e "Vicinanze", come a Montiego) con perno sull'edificio più antico.

(coltivazione che ha avuto inizio dal 1912).

La cultura edilizia dell'area metaurensis, sulla quale hanno padroneggiato le corti dei Montefeltro e dei della Rovere, e, anche se meno, dei Malatesta, ha dato uno stile connotato di gusto artistico-architettonico alla casa rurale.

Nella corte di Federico da Montefeltro Il Mori intende con insistenza ad inserire la tipologia toscana considerata espressione di civiltà più evoluta (si legge l'influenza dell'opera de aedificandi, di Francesco di Giorgio Martini e poi del suo allievo Gerolamo Genga nel concetto di dimora difensiva all'interno del concetto di dimora aperta, serena).

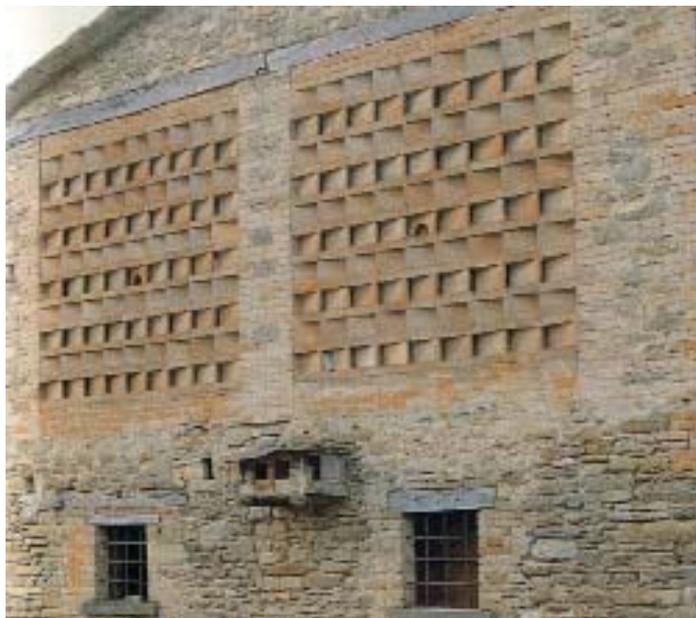
Dal VI al XIII secolo hanno operato intensamente (da Fano a Lamoli), di dieci in dieci chilometri, le abbazie benedettine, parzialmente trasformate, a partire dal XV, in residenze agricole. Lo stile preromanico e romanico con il quale i benedettini edificano usufruendo del materiale del luogo e della mano d'opera locale, condiziona la costruzione delle dimore rurali. Per le caratteristiche architettoniche degli edifici anche successivi si evidenzia un'influenza fino a pieno novecento.

Secondo il Brignoli, l'abitazione colonica, era costituita dal solo piano terreno, comprendente una piccola cucina e una o due stanze talora umide (per il dipartimento del Metauro).

In qualche caso si riscontra la presenza di una stanza piccola al secondo piano alla quale si

32 Esempio di edificio rurale marchigiano con portico.

33 Esempio di edificio rurale in laterizio con particolare di scala e l'oggetta d'ingresso.



34

34-35 Edificio con sistema di gelosie.

poteva accedere per mezzo di scala esterna. Una stalla bassa e angusta, una tettoia per il ricovero degli attrezzi (nel podere di montagna). La situazione nei terreni di pianura era migliore, in particolare per le abitazioni di proprietà ecclesiastica o di ricchi proprietari. Le case erano prive di fienile e di recinto per difendere da ladri e da animali selvatici, prive di granai, a volte anche di cantine e stalle.

Per il dipartimento maceratese il dott. Spadoni descrive le case coloniche come costruzioni in mattoni cotti e situate in luoghi asciutti e ventilati al piano terreno si trovano le stalle e le cantine, le quali non comunicano con l'abitazione che è posta al piano superiore.

Tecniche costruttive e analisi architettonica dei manufatti - Architettura di terra

Le case di terra, costruite fino non più di cinquanta anni fa (anni 30-in realtà ancora oggi) e delle quali restano oggi significative testimonianze lungo la valle del Cesano, nel Metaurense e nell'Ascolano, dove possono vedersi non solo architetture isolate, ma anche nella forma aggregata di interi quartieri.

Si tratta degli antichi *atterrati*, delle case *terranee* di fango, legno e paglia più volte ricorrenti nei documenti medioevali, negli atti notarili di compravendita dei terreni, nei catasti.

Le case di terra che ancora resistono e che popolarmente vengono chiamate anche *pagliare*, *pinciaie*, *pinciare*, *casette di terra*, sono abita-



35

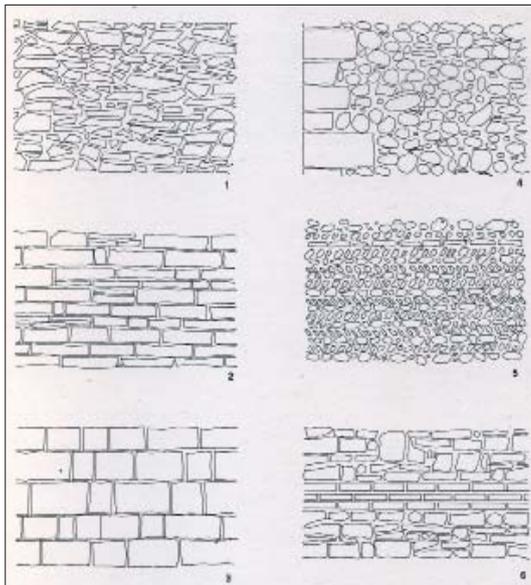
zioni che per ovi motivi di stabilità non raggiungono mai dimensioni notevoli ne in altezza (massimo due piani), ne in volume, cioè sviluppano solo quanto è strettamente necessario per ospitare un nucleo familiare.

Lo spessore della muratura è variabile, ma mai inferiore a 50 cm (Il fango veniva impastato con degli inerti affinché acquistasse maggiore compattezza e forma in blocchi veniva posato sotto la guida di casseforme in legno grezzo per altezze successive di 60 cm, oggi definito metodo *pisè*).

I materiali dominati sono senz'altro la pietra ed il mattone, mentre sembra essere praticamente assente l'uso del legname (se non per soli infissi e dettagli e per qualche rara copertura a scandole).

Le pietre più comuni sono i calcari compatti, popolarmente detti *scaglia* o *genga*, bianchi, grigi o rosati che siano; come pure si vedono impiegate spesso le arenarie grigie o giallastre; raramente si trovano il tufo, le pietre di origine gessosa e le cosiddette "pietre spugna", una sorta di travertino grigiastro molto poroso. Accanto a questo è diffuso il ciottolame di fiume, il cui utilizzo è frequente per le caratteristiche geografiche del territorio marchigiano, ricco com'è di fiumi torrenti e fossi.

E' sempre per la stretta relazione tra materiali impiegati e luoghi che pur all'interno di aree geograficamente omogenee (si veda per es. la



36



37



38

dorsale appenninica) il cromatismo delle architetture varia da zona a zona, a seconda che lì esista un calcare bianco o rosa o a seconda della presenza o no di un corso d'acqua.

Le costruzioni che sorgono in prossimità di un fiume tendono quasi sempre all'utilizzo del ciottolame fluviale, di gran lunga più comodo rispetto alle pietre estratte, mentre le case più appartate o isolate su qualche sperone roccioso impiegano esclusivamente la pietra cavata sul posto, direttamente di filari dove magari poi andranno a poggiare le fondazioni. E così dicasi per le costruzioni nelle aree di confine tra pietra e cotto, dove spesso si vedono inframmezzati ritmicamente ciottoli, pietre spaccate o arenarie a ricorsi di mattoni, in una varietà spesso modulata tra il bianco e il rosa. Come accade di vedere spesso nella media valle del Metauro.

Accanto alle pietre l'altro grande protagonista dell'architettura marchigiana è il mattone, ovviamente molto diffuso in virtù delle caratteristiche argillose di molti terreni, che hanno senz'altro favorito sin dall'antichità il sorgere delle fornaci di laterizio; che se di regola restano legate all'economia urbana, talvolta sorgevano spontaneamente in campagna accanto a quelle per la calcina.

Quando si dice che nelle Marche esiste una vera e propria "civiltà del cotto" non va dimenticato che a questa immagine non appartengono solo le tipiche cortine murate di tanti centri storici,

[...] ma certamente anche tante architetture popolari e rurali che costellano il paesaggio.

Il maggiore impiego del mattone in ambito rurale è infatti legato all'importante sviluppo agricolo dei secoli XVIII e XIX [...] La grande quantità di case coloniche costruite in questo arco di tempo, principalmente sui terreni più redditizi, in zona di bassa collina e di fondo valle, più prossime ai centri forti dell'economia, portò alla "standardizzazione", se così si può dire di forme e tipi edilizi, persino di una "moda estetica", per cui l'uso del mattone ebbe successo anche in aree geografiche rimaste estranee, prima, a questo materiale; (questo portò nell'edilizia l'uso di materiali più solidi e resistenti come *pianelle* e *pianelloni*, coppi, calcine e malte più leganti, intonaci e tinteggiature

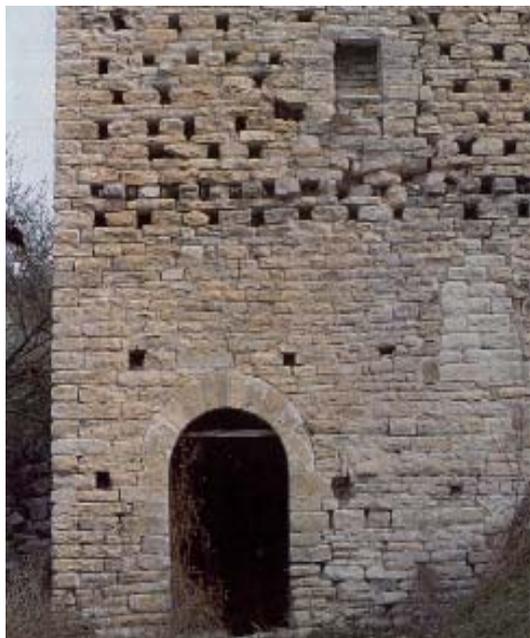
La fascia medio bassa della collina marchigiana da Pesaro fino al confine con l'Abruzzo, è caratterizzata da architettura rurali maestose.

Case strutturalmente semplici che con l'uso del mattone hanno permesso la realizzazione di edifici solidi e architettonicamente competitive con le case padronali dei fattori, scandendo il termine della precarietà *strutturale* e salubre ormai troppo lunga degli edifici rurali dell'epoca medievale e tardo rinascimentale. Infatti pur restando ferme struttura, tipologia, dimensioni e forma rispetto ad una casa in ciottoli o in terra pressata con paglia, coperta con strame o canne fluviali, con il cotto se ne è potuto ingentilire

36 Schematizzazione di alcuni tipi di murature in pietra: 1. a sacco; 2. a filaretto; 3. con pietra tagliata; 4. con ciotolame irregolare; 6. con pietre spaccate alternate afile di mattoni.

37 Immagine di muratura a sacco.

38 Immagine di muratura a filaretto



39

39 edificio a torre con sistema di muratura a filaretto.

40 materiali impiegati nell'architettura rurale marchigina. Dall'alto: Pietra; legno; terra cuda; paglia e laterizio.



40

l'aspetto arricchendo il dettaglio architettonico e perfezionando il meccanismo dei dettagli costruttivi.

Infine anche a proposito dell'uso dei materiali vegetali e dei legnami si può rilevare come l'impiego di un qualsivoglia arbusto in una data zona alla presenza in quella zona di una certa pianta. [Nelle aree interne si ritrova in uso] il legno di castagno, d'abete o di faggio utilizzato per tavolati, travi, paletti, infissi e mensole, mentre prevalgono l'acero, il rovere, la quercia, l'olmo o il gelso nelle zone collinari più basse. [Vengono anche impiegati alberi da frutto] quelli più vecchi o più robusti, soprattutto noci, castagni e gelsi. Vengono poi utilizzati anche il carpino, l'orniello, la sanguinella, le ginestre e le stesse canne per fare tettoie, pareti leggere, divisori, ecc., più o meno posticci. Questo determina una varietà tipologica e compositiva legata al diverso materiale impiegato.

I procedimenti costruttivi delle case di terra delle colline marchigine si ricollegano a quelli usati per le *pinciare* abruzzesi delle quali gli *atterrati* sembrano costituire un'appendice settentrionale della grande area della diffusione che per epicentro ha il subappennino abruzzese. La casa rurale marchigiana è caratterizzata dalle modeste dimensioni e dai bassi costi di costruzione, condizione nella quale le scelte costruttive tecnologiche adottate vengono valorizzate per l'eccellente risultato ottenuto coniugato al

progetto tipologico.

Come dice Rudofsky "L'architettura vernacola si estende con tanta ampiezza nello spazio e nel tempo da sfidare ogni compendio.

Attraverso un'indagine svolta dall'Ufficio centrale di Statistica del Regno d'Italia si contano nella regione marche 1401 abitazioni in terra: di cui 95 nella provincia di Ancona, 361 Ascoli Piceno, 931 Macerata e 14 Pesaro - Urbino. Viene precisato inoltre che alcune di queste dimore sono realizzate fino ad una certa altezza di muratura e poi in terra.

Caratteristiche tipologiche di insediamenti preindustriali

Nelle regioni di montagna, gli agglomerati urbani di edifici singoli si organizzeranno in modo da adattarsi alla conformazione orografica del luogo.

Di questo ne sono un esempio concreto gli insediamenti che storicamente ritroviamo come nuclei compatti che si sviluppano come centri fortificati.

Questi seguono l'orografia del terreno, adattandosi con un tessuto dalla forma ellittica o semicircolare di tipo centralizzato o a griglia.

Il sistema viario è ad anelli concentrici con percorsi di collegamento radiali o dall'orientamento casuale, oppure a griglia, con uno o due percorsi principali disposti secondo il diametro maggiore dell'ellisse e percorsi secondari di collegamento disposti perpendicolarmente ai



41

principali.

Nell'organizzazione di questo impianto si dovrà individuare una centralità (piazza o luogo d'interesse comune) come luogo d'origine dell'organizzazione del tessuto.

Privilegiando l'uso di una tipologia a schiera (mono o pluricellulare) e in linea, gli edifici sono posti ad anelli concentrici ravvicinati o in file quasi parallele racchiuse entro i limiti definiti.

2.2 L'ARCHITETTURA GRECA

Configurazioni e tipologie abitative nelle isole greche.

Caratteri tipologici

Nell'isola di Sifnos gli insediamenti formano una rete quasi continuativa nella piana centrale, e presentano un'organizzazione lineare.

Il tessuto urbano descritto da un viaggiatore al tempo della guerra d'indipendenza, descrive come un fort-hameau, è estremamente compatto e presenta un'organizzazione più circolare e rivolta all'interno.

Questa forma di organizzazione urbana costituisce forse una tappa di transizione tra la tipologia di insediamento difensivo, e le posteriori tipologie puramente lineari. Il disegno di questi nuclei fu probabilmente dettato da problemi di sicurezza, e in principio essi si configuravano forse come centri di insediamenti che imitavano l'organizzazione del Kastro.

Caratteristiche funzionali e compositive

44



42

I sette insediamenti tradizionali di Sifnos, localizzati su di un altopiano dall'orografia irregolare all'interno dell'isola, sono interconnessi in un sistema continuo che si dispiega per le colline. Questo complesso insediativo è unico nelle Cicladi, e la sua intricata organizzazione si combina con il terreno naturale in modo tale da mettere in risalto i volumi geometrici dell'architettura, creando un ambiente affascinante.

Tipologie abitative

Organizzazione dello spazio abitativo

Le case si basano sull'evoluzione di un'unità abitativa singola, o monochoro, la cui dimensione è stata determinata dalla lunghezza del legno locale che all'epoca veniva utilizzato per i solai. Le abitazioni più povere sono costituite da un unico ambiente come la casa di Th. Synodinou, e le abitazioni plurifamiliari, nelle quali ogni piano apparteneva a una diversa famiglia – un sistema costruttivo che divenne consueto. In seguito l'organizzazione costruttiva si è evoluta fino a raggiungere un modello fisso negli insediamenti tradizionali diventando così uno dei caratteri tipologici principali delle abitazioni sifniote.

Caratteri geometrico tipologici

La maggioranza delle abitazioni sono costruite da file continue, ognuna delle quali ricopre l'intera ampiezza dei terrazzi. Le case sono a duo o tre piani, e quelle dell'anello esterno presentano un dislivello fra il lato rivolto verso

41 Casa Kondoropoulakis a Katavati. Tratto da A. Scrano, *Identità e differenze nell'architettura del mediterraneo*, Gangemi editore, Roma.

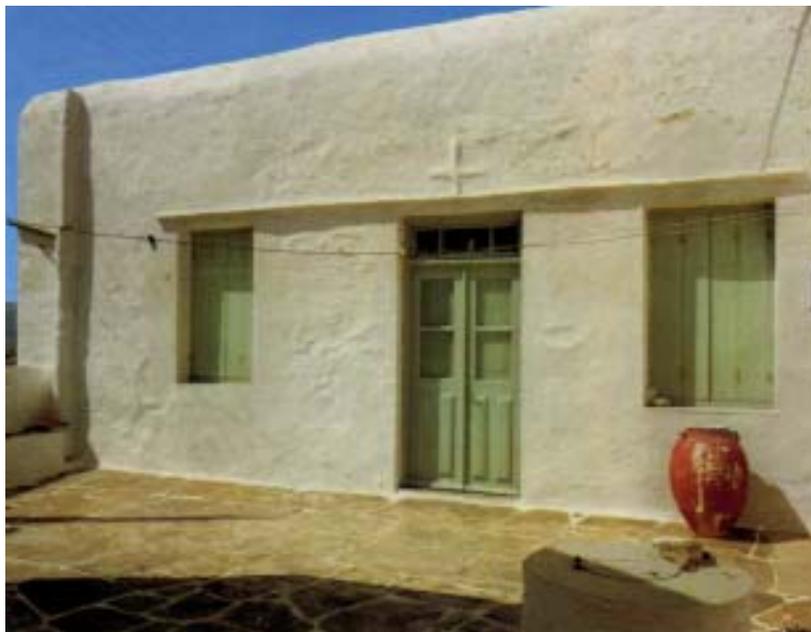
42 Casa Vao-Fousteris ad Artemonas. Tratto da A. Scrano, *Identità e differenze nell'architettura del mediterraneo*, Gangemi editore, Roma.



43

43 Tipologia Arkhondiko. Tratto da A. Scrano, *Identità e differenze nell'architettura del mediterraneo*, Gangemi editore, Roma.

44 Casa Kariotis a Kata-vati. Tratto da A. Scrano, *Identità e differenze nell'architettura del mediterraneo*, Gangemi editore, Roma.



43

l'esterno, e quello rivolto sulla strada interna , queste abitazioni presentano solitamente degli ambienti seminterrati ai quali si accede dalla strada esterna. Nella tipologia base è possibile distinguere una cellula singola, di ampiezza generalmente regolare, che è stata senza dubbio determinata dalla lunghezza del legno all'epoca disponibile per i solai.

Campo esigenzaile e controllo ambientale

La casa urbana vernacolare e le archondika, è un tipo di abitazioni che si trova in gran parte degli insediamenti tradizionali. Nonostante ri-entri nello stile di architettura presente nel resto dell'arcipelago, la casa sifniota ha una sua particolare organizzazione, che ricorre regolarmente e che ha continuato a persistere fino agli anni 50.

Oggi queste abitazioni sono a un solo piano e il loro disegno è dettato dal bisogno di raggiungere un'unità funzionale costituita dagli ambienti principali e subordinati. La loro principale caratteristica è l'organizzazione del nucleo di base, che consiste in un soggiorno fornito da un'ampia facciata, con due stanze da letto sul retro; la cucina e la dispensa . Lo spazio è diviso in aree più piccole tramite archi licei di passaggio, chiamati volta, oppure tramite grandi travi di legno dette axonia. I primi , che consistono in strutture molto pesanti , si trovano generalmente in piani seminterrati. Il loro utilizzo sembra essersi perso gradualmente negli insediamenti

tradizionali.

Caratteristiche bioclimatiche

Le modalità di costruzione e la morfologia delle abitazioni vernacolari contribuiscono in misura significativa all'aspetto scultoreo degli insediamenti tradizionali di Sifnos. I materiali di base adoperati sono la pietra e il legno e, a un livello supplementare, la calce, la sabbia, la terra, l'argilla, il "cemento di Thera" e le alghe marine. Lo scisto locale venne usato per produrre lavori in muratura di alta qualità, nei quali come agente legante veniva usato il fango. I muri delle abitazioni venivano di solito intonacati, sia all'interno che all'esterno, con una miscela di calce e sabbia che veniva applicata direttamente senza essere levigata.

La parte più interessante delle abitazioni è la copertura piana, che fornisce ombra, protezione dalla pioggia e isolamento termico. I tetti sono retti da una struttura di travicelli di legno duro affiancati. Su aree di ridotte dimensioni, spesso la struttura portante consisteva in lunghe lastre di scisto. Immediatamente al di sopra i travicelli c'è una copertura, che negli edifici più costosi consiste in assi di legno disposti ad angolo retto rispetto ai travicelli; comunque, normalmente vengono adoperate le lastre di scisto, e, nelle costruzioni più economiche, rami o canne. Poi seguono vari strati isolanti di alghe marine o terra. Per assicurare l'impermeabilità del tetto, viene fatto uso di argilla o di Kourasani, o an-



45



46

che di cemento di Thera . Infine la superficie del tetto viene dipinta con calce bianca alla quale è stato aggiunto dell'olio di oliva per renderla impermeabile. I tetti imbiancati a calce garantiscono inoltre che l'acqua piovana raccolta nella cisterna durante l'autunno sia pura.

Caratteri geometrico tipologici

L'organizzazione delle case urbane vernacolari, tutte ad un unico piano, non ripete quella delle case a due piani e delle archondika, basate sulla ripetizione della cellula base monochoro e di eventuali elementi aggiunti lateralmente ad essa. In questo caso è presente, infatti, un'organizzazione topologica degli ambienti basata su una griglia modulare, con moduli di dimensioni quasi uguali per tutte le abitazioni. All'interno di questa griglia si articolano le funzioni; la cucina-pranzo rappresenta sempre un blocco distinto da quello principale che ospita la zona giorno e la zona letto, eventualmente un Cellaio, è sempre presente un cortile di accesso.

Caratteri configurazionali e compositivi

I muri di pietra spessi con le loro piccole aperture danno una qualità monolitica agli edifici, il che rappresenta, insieme con i pesanti tetti, una delle principali caratteristiche morfologiche di questa architettura.

Altre caratteristiche sono ricche tessiture scultoree dell'intonaco grezzo e i muri bianchi, non sormontati da alcun elemento architettonico

decorativo. L'effetto geometrico creato dai volumi architettonici è sottolineato dal fatto che i soffitti nelle diverse stanze dell'abitazione sono posizionati a differenti livelli. Il risultato è una rottura dei volumi e un arricchimento della composizione architettonica.

Lastre di scisto venivano utilizzate in un'ampia varietà di dettagli strutturali. Esse si ritrovano sulle facciate esterne, usate per creare cornici di porte e finestre, al fine di definire le aperture; disposte in file continue o spezzate per formare cornicioni al di sopra delle aperture.

Le lastre di scisto vengono usate per pavimentare l'interno e l'esterno delle case.

Isola di Naxos

Tipologie aggregative ed insediative

Il Kastro della Chora è uno dei rari casi dove è possibile leggere chiaramente in quale modo viene creato un insediamento egeo. La parte tradizionale della Chora è un esempio di disegno urbano compatto, basato sull'utilizzo di forme architettoniche omogenee .

Caratteri geometrico tipologici

Le mura si configurano come una sorta di pentagono. Le case furono costruite tramite un processo cumulativo, Un principio importante nel disegno dell'insediamento durante le fasi più recenti del suo sviluppo fu la ripetizione di un modulo.

Caratteri configurazionali e compositivi

L'immagine degli insediamenti tradizionali dei

45 Città di Astipalea. Tratto da A. Scano, *Identità e differenze nell'architettura del mediterraneo*, Gangemi editore, Roma.

46 Dettaglio d'ingrso di casa Greca. Tratto da A. Scano, *Identità e differenze nell'architettura del mediterraneo*, Gangemi editore, Roma.

47 Strada del Kastro. Tratto da A. Scano, *Identità e differenze nell'architettura del mediterraneo*, Gangemi editore, Roma.

48 Tipologia Laiko. Tratto da A. Scano, *Identità e differenze nell'architettura del mediterraneo*, Gangemi editore, Roma.



47



48

villaggi cicladici; si tratta di complessi di bianchi volumi geometrici, gruppi di case per lo più a due piani che si adattano all'andamento orografico del terreno

Tipologie abitative

Le abitazioni di Naxos possono essere suddivise in tre gruppi: le laika della Chora e dei villaggi, che rappresentano la tipologia residenziale più comune.

Campo esigenziale e controllo ambientale

La forma più sviluppata di laïko consiste in un'abitazione formata da ambienti con funzioni strettamente distinte. Ognuno dei diversi spazi rappresenta un ambiente separato: quello principale, che è allo stesso tempo soggiorno e camera da letto, suddiviso dall'arco (il volto) in due parti uguali, la cucina e la sala da pranzo, e il cortile interno.

Caratteristiche bioclimatiche

I materiali da costruzione utilizzati a Naxos sono in gran parte locali. I muri delle case sono in pietra, molto spessi e di solito inclinati in alto verso l'interno, coperti con tre strati di calce e un rivestimento di intonaco. Il tetto è piano, i muri esterni formano un sottile parapetto, il samari (alto 10-20 cm.) intorno ad esso, disegnato con una pendenza verso l'interno per la raccolta dell'acqua piovana. La struttura sulla quale poggia il tetto consiste in travi di legno della phida locale, che ricoprono luci ampie fino a quattro metri. Le travi stesse sono ricoperte

con ramoscelli di phida mesi ad angolo retto, con assi di legno o con stuoie di canne che nascondono lo strato isolante di alghe poste al di sotto di esse. Infine vi è uno spesso strato di terra pressata, seguito da uno strato di fine terra grigia che viene ben compattata perché agisca come sigillante. Quest'ultimo strato viene rinnovato e pressato ogni anno.

Tutti i tetti presentano parapetti bassi e intonacati, non solo sui bordi ma anche sui muri portanti esterni.

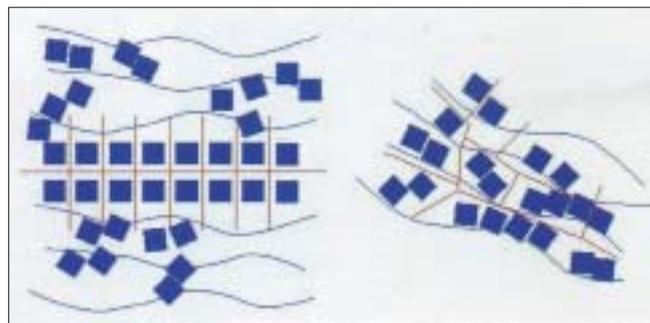
Si tratta di un elemento strutturale che si ritrova su tutte le isole, costituito di conci rastremati di pietra calcarea posizionati con l'aiuto di una centina di legno.

Caratteri Geometrico tipologici

In origine questa tipologia abitativa consisteva in uno spazio rettangolare coperto, il monochoro, disegnato per rispondere alle più elementari esigenze di riparo. Forme più complesse furono ideate sulla base di questa tipologia semplice. Le abitazioni monovano possono essere divise in due gruppi, quelle a facciata stretta e quelle a facciata ampia seconda che la porta e le finestre siano posizionate sul lato corto o su quello lungo del rettangolo. Le case sono costruite in modo contiguo e presentano piccolissimi cortili. In tal modo le case sono collegate fra loro e i problemi dell'illuminazione e della ventilazione sono risolti tramite la costruzione di un sopralluce nel tetto.



49



50



51

Gli insediamenti dell'architettura greca e italiana

Gli insediamenti collocati sui colli, possono presentare piante con vie radiali lungo erti pendii, con gradini, cordonate e vie concentriche ai vari livelli. Lungo la via principale si dovranno intersecare brevi strade perpendicolari.

Avendo come riferimento il Katro di Naxos nelle Cicladi, i centri fortificati della Puglia Ostuni Lorotondo, Altamura bitonto, La medina di Tunisi (insediamento in crinale o colle isolato)

Si evince che la forma poligonale del tessuto tende spesso alla forma circolare con struttura centralizzata, un sistema viario ad anelli concentrici collegati da percorsi radiali o dall'orientamento casuale.

Il fulcro dell'insediamento è rappresentato dalla piazza centrale posta in sommità, nella quale si trovano la chiesa o il nucleo fortificato più antico, che funge da spazio pubblico in contrapposizione agli spazi privati delle zone residenziali. La tipologia edilizia più frequente è quella a schiera, lungo il perimetro delle mura esistono comunque varie tipologie edilizie all'interno dell'isolamento, organizzate serrate degli edifici disposti su più quote che seguono l'orografia del terreno.

Per questo si privilegiano insediamenti con impronta radiale interrotti da brevi percorsi trasversali, oppure a scacchiera dove il sistema non ricalchi necessariamente la tradizionale impronta a insula ma si ordini su una maglia

di assi orizzontali, tagliati da brevi percorsi trasversali disposti in modo irregolare.

Nelle pianure si privilegiano piante regolari, molto spesso a scacchiera, come nei borghi dell'Italia del sud con strade a raggiera che si espandono in varie direzioni delle campagne.

Insediamento in Pianura

Perimetro esterno: di forma poligonale tendente al circolare.

Struttura planimetrica: policentrica con organizzazione gerarchica che vede, ad un primo livello di lettura, il sistema piazza percorsi principali, ad un secondo livello di sub sistemi a percorsi secondari.

Sistema viario: a maglia irregolare con presenza di numerosi vicoli ciechi.

Fulcro dell'insediamento: in base alla divisione del sistema urbano in due livelli gerarchici, abbiamo la piazza centrale con il fulcro dell'intero insediamento, e gli slarghi come fulcri dei quartieri.

Tipologia edilizia: pseudo schiera, talvolta sviluppatasi tramite parcellizzazione di abitazioni a corte.

Nei villaggi di pendio le case dovranno essere disposte a varia altezza, generando un agglomerato compatto dalle vie tortuose e in forte pendenza. Affinché i raggi solari non incidano con regolare continuità le superfici degli edifici ma vengano bloccati da cambiamenti di sezioni e andamento del percorso.

49 La Corricella isola di procida. Tratto da A. Scarno, *Identità e differenze nell'architettura del mediterraneo*, Gangemi editore, Roma.

50 Schemi tipologici di struttura insediativa a spiva di pesce e a grappolo. Tratto da A. Scarno, *Identità e differenze nell'architettura del mediterraneo*, Gangemi editore, Roma.

51 Isola di Kythera. Tratto da A. Scarno, *Identità e differenze nell'architettura del mediterraneo*, Gangemi editore, Roma.

52-53 Isola i Sifnos, Grecia. Tratto da A. Scarno, *Identità e differenze nell'architettura del mediterraneo*, Gangemi editore, Roma.



52

53

Caratteristica di questi villaggi è la loro straordinaria unità di forma, di architettura e di materiali, coperte di tegole romane o di pietre piatte in altitudine, imbiancate o intonacate, coperte da tetti piani, simili a piccoli cubi luminosi aggrappati sui pendii. La loro struttura urbana segue modelli regolari, i cerchi la scacchiera o le curve di livello.

Agglomerati che si sviluppano su pendio intorno ad un nucleo fortificato, come nelle Choro dell'Egeo e i villaggi bianchi dell'andalusia.

Perimetro esterno: indefinito

Struttura planimetrica: a grappolo, con unità singole giustapposte in modo serrato, poste su vari livelli di quota che seguono l'orografia del terreno.

Sistema viario: a maglia irregolare con percorsi stretti tra le unità edilizie e che assumono frequentemente la forma di gradonate o di rampe

Fulcro dell'insediamento: l'agglomerato non presenta spazi fulcro, ma il perno dello sviluppo urbano è rappresentato al nucleo fortificato intorno al quale si distribuiscono le abitazioni dell'agglomerato.

Tipologia edilizia: ad unità singole di due o più piani a terrazzo o a spioventi.

Insediamenti a carattere rurale e di pendio, come nei villaggi rurali delle Cicladi.

Perimetro esterno: indefinito

Struttura planimetrica: a spina di pesce, con unità singole giustapposte in modo serrato, in

fila ai lati del percorso principale, poi a grappolo su vari livelli di quota che seguono l'orografia del terreno.

Sistema viario: percorso principale costituito dalla via di collegamento tra i vari nuclei insediati, dal quale si dipartono vari percorsi secondari perpendicolari, che separano le unità abitative ai lati della via principale.

Fulcro dell'insediamento: non presente

Tipologia edilizia: ad unità singole con copertura a terrazzo

Sistema planimetrico a grappolo

Perimetro esterno: indefinito

Struttura planimetrica: a grappolo, con unità singole giustapposte in modo serrato, poste su vari livelli di quota che seguono l'orografia del terreno

Fulcro dell'insediamento: non presente

Sistema viario: a maglia irregolare

Tipologia edilizia: ad unità singole di uno o più piani, con copertura a terrazzo o a falde

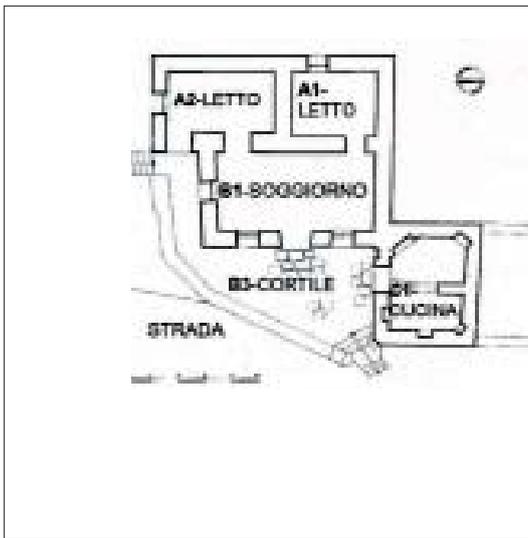
Insediamenti a carattere rurale nella pianura.

Perimetro esterno: variabile

Struttura planimetrica: a grappolo, vagamente centralizzata.

Sistema viario: a maglia irregolare, con percorsi che si dipanano a partire da uno o più slarghi principali

Fulcro dell'insediamento: è rappresentato dallo slargo o dagli slarghi principali da cui si dipanano i vari percorsi



54



55

Tipologia edilizia: ad unità singola pluricellulare disposte lungo i percorsi, che definiscono gruppi di abitazioni disposti a corte intorno a terreni coltivati.

Indesimenti a struttura discreta con abitazioni sparse su pendio

Perimetro esterno: indefinito

Struttura planimetrica: a grappolo, con unità singole sparse, poste su vari livelli di quota che seguono l'orografia del terreno, e separate da terreni coltivati.

Sistema viario: a maglia irregolare

Fulcro dell'insediamenti inesistente: assente

Tipologia edilizia: ad unità singole unicellulari o pluricellulari generalmente ad unico piano, con copertura a terrazzo o a volta.

Insediamenti in costa su declivi, come Corricella a Procida.

Perimetro esterno: indefinito

Struttura planimetrica: a grappolo, con unità singole giustapposte in modo serrato, posti su vari livelli di quota che seguono l'orografia del terreno.

Sistema viario: percorso principale costruito dal lungomare, dal quale si diparte la maglia irregolare di percorsi stretti che si inerpicano tra le unità edilizie, e che assumono frequentemente la forma di gradonate.

Fulcro dell'insediamento: non presente

Tipologia edilizia: ad unità singole di due o più piani prevalentemente a terrazzo.

Gli elementi di configurazione ricorrenti dell'architettura sono:

- corpi parallelepipedi compatti che si compongono sul terreno in modo più o meno fitto con variazione d'orientamento che seguono l'orografia del terreno;
- la muratura di massa in pietra o terra, dalla grande inerzia termica;
- le aperture orientate in direzione sud, di dimensioni ridotte, posizionate in alto, per facilitare la ventilazione e la protezione dell'irraggiamento solare, opportunamente schermate;

54 Casa Zambelis, Kato Petali.

55 Casa Karyotis, Kata-vati.



56

56 Hassan Fathy, Mercato di New Baris. Tratto da A. Picone, *La casa araba d'egitto*, Jaka Book, 2009.

2.3 ARCHITETTURA ARABA

E' interessante comprendere quelli che sono i caratteri tipologici e le strategie di controllo climatico che caratterizzano insediamenti in climi caldo-secchi, passando dalla tipologia di abitazione del Cairo, ai modelli oasiani fino ad esempi d'architettura contemporanea.

Abitare il Cairo medioevale: Un modello di casa per climi aridi

Le abitazioni che ritroviamo nella città medievale del Cairo rappresentano i modelli di case per climi caldo aridi. Si può osservare che alcuni palazzi sono dotati di un sistema di condizionamento naturale frutto di una serie di accorgimenti e dispositivi spaziali in grado di creare un microclima interno confortevole.

A questo si è giunti attraverso un percorso passato nella realizzazione di un prototipo e che è partito dall'epoca faraonica. Se gli edifici erano nati da esigenze sociali e religiose la qualità degli spazi al loro interno, così come forme misure e proporzioni, sono orientate ad esigenze di controllo ambientale.

Si riscontrano quindi una serie di elementi architettonici base le cui caratteristiche sono da ricondurre all'esigenza di modulare e sfruttare i caratteri del clima esterno.

Gli elementi architettonici che contribuiscono alla climatizzazione naturale possono essere di due tipi: sistemi spaziali-ambienti, che corrispondono a determinate funzioni all'interno

della casa, e dispositivi ambientali.

I sistemi spaziali sono: *El-Magaz* il vestibolo d'ingresso, *El-Qa'a* il sistema degli ambienti di rappresentanza, *El-Sahn* la corte interna, *El-Takhtabush* la loggia a pian terreno, *El-Maqa'ad* la loggia al primo piano.

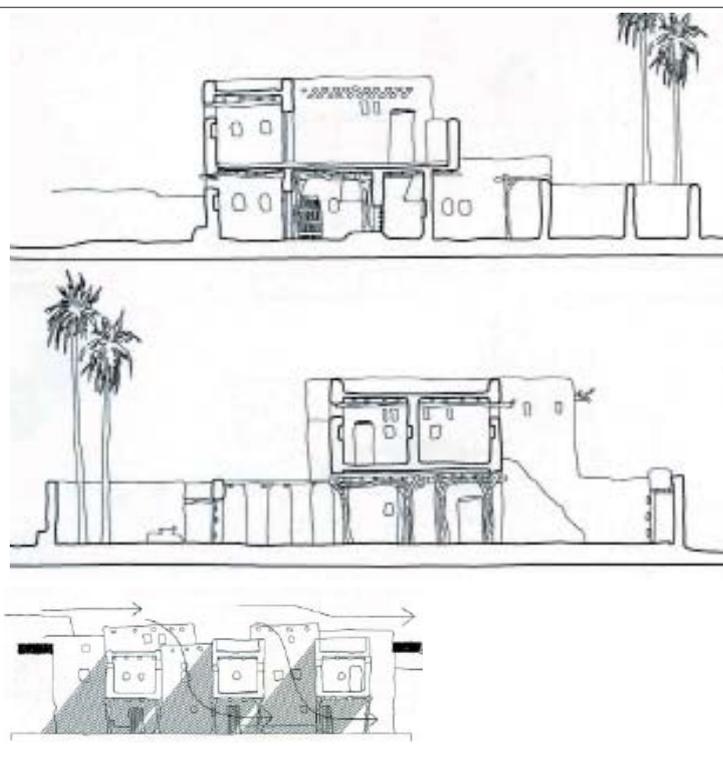
I dispositivi ambientali sono: *El-Malqaf* dispositivo per catturare il vento, *El-Salsabil* fontana a parete, *El Fiskia* fontana a pavimento, *El-Masharabiya* diaframma composto da una grata di legno.

El-Magaz, o vestibolo d'ingresso, o spazio di attraversamento che nella casa araba è uno spazio interno coperto per passare dallo scoperto urbano allo scoperto domestico cioè la corte. Mentre nella tradizione egiziano-arabo assume comunque l'aspetto di sequenza di spazi coperti di differenti altezze e modi.

El-Qa'a è un sistema spaziale complesso progettato secondo la regola della centralità, ovvero secondo il concetto che ogni singolo spazio può divenire un nuovo centro

Essendo la *qa'a* destinata agli ospiti di riguardo nasce l'esigenza di collocarla in prossimità della corte con un accesso indipendente. *Qa'a* è come dispositivo climatico rappresentato una sorta d'anello del sistema di climatizzazione naturale e dimostra come ogni singolo elemento nell'architettura della casa sia correlato al funzionamento del sistema. Ogni componente è un elemento determinante del sistema, interrotto

51



57

con l'avvento di Muhammad'Ali e l'adozione dei sistemi occidentali di costruzione.

La qa'a è destinata ad essere occupata da molte persone contemporaneamente che staranno sedute come in un anfiteatro, deve quindi essere posta in una zona centrale per evitare che le pareti siano esposte all'irraggiamento diretto del sole.

L'altezza della copertura della *durqa'a*, corte coperta che consente l'accesso alla *qa'a*, deve essere maggiore degli altri ambienti, inoltre ad una zona inferiore chiusa con mura spesse deve contrapporsi una zona superiore aperta e leggera che consenta l'ingresso della luce.

“Lo stesso principio del doppio, messo in atto attraverso l'accostamento degli attributi di pesantezza/leggerezza, viene applicato anche nella scelta dei materiali e delle decorazioni, instaurando in tal modo una rispondenza tettonica tra parti strutturali, esigenze climatiche ed elementi decorativi”.

Gli spazi intorno alla *durqa'a*, *kunjas* e *iwanat* hanno invece una altezza ridotta prevedendo la fruizione da seduti e sono coperti a volte per favorire il raccoglimento.

Altro elemento di rilievo nella “qa'a” è l'accostamento della grande scala alla piccola scala.

Questa duplicità di aspetti della “qa'a” è resa

armoniosa dagli elementi decorativi.

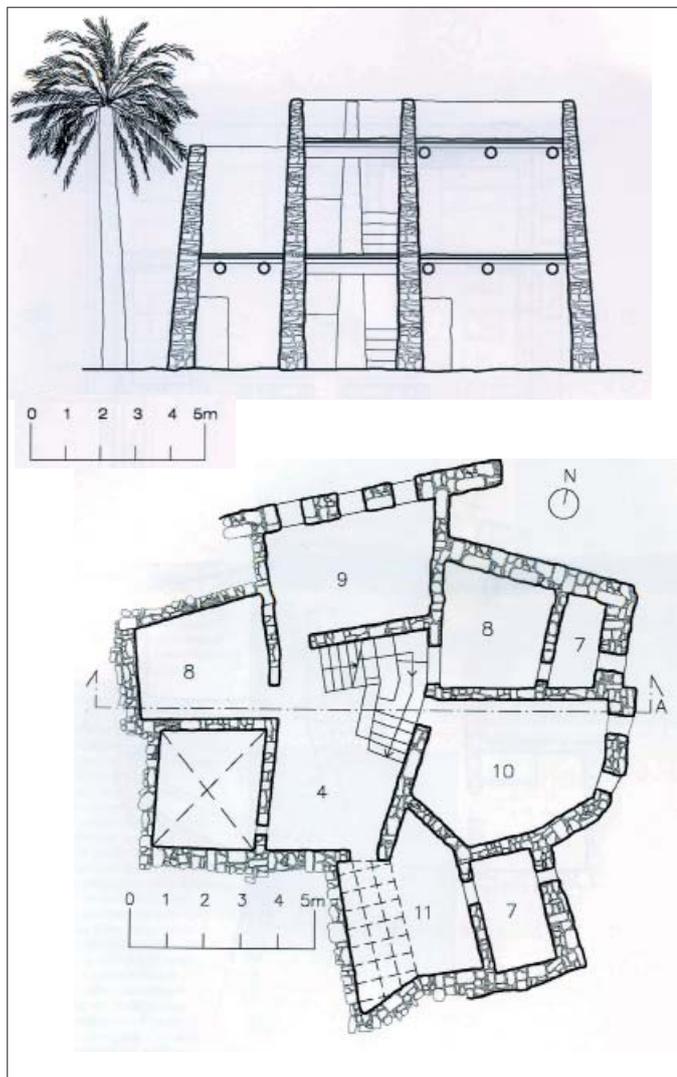
Ma anche il legame con la natura è evidenziato nella “qa'a” dall'infinito con cui si identifica il deserto nella geometria delle decorazioni. Infatti i pavimenti sono rivestiti di mosaici con motivi geometrici con cui l'Arabo diffuse il concetto di “immensità-estensione”.

Esempi si trovano in alcune case come quella di Gammal Al Din El Dahaby, che conserva tutti i caratteri della tipica casa egiziana, e quella di As-Suhaymi.

Analizzando l'impostazione planimetrica della casa di As-Suhaymi si possono ricavare delle riflessioni che possono essere ricondotte a tutte le altre abitazioni “sul rapporto esistente tra la direzione-orientamento e giacitura della corte e la disposizione della *qa'a*. Siccome in queste zone il vento soffia da nord la corte della casa egiziana è quasi sempre orientata in direzione nord-sud. Inoltre la *qa'a* deve avere uno degli *iwanat* orientato verso nord, quello in cui è collocato il *malqaf*.

Il sistema della *qa'a*, tipico delle dimore nobiliari, ha trovato una sua evoluzione nel “rab'a”, tipico del periodo ottomano del Cairo, che è una specie di albergo multipiano ammobiliato senza collegamento tra i vari piani dove trovano alloggio stabile nuclei familiari di mercanti

57 Oasi di Kharga, sezioni AA' e BB'. Tratto da A. Picone, *La casa araba d'egitto*, Jaka Book, 2009.



58

58 Casa a Shali. Pianta e sezione. Tratto da A. Picone, *La casa araba d'egitto*, Jaka Book, 2009.

59-60 Villaggio Adrère Amellal. Tratto da A. Picone, *La casa araba d'egitto*, Jaka Book, 2009.



59



60

e artigiani.

Altra struttura multipiano simile al *rab'a*, ma destinato ad essere occupato da persone di passaggio, è il *wakala*.

La struttura della *rab'a* è simile a quella della "qa'a" ma riconducendo tutto all'essenziale. Nella "rab'a" si trovano tre ambienti distinti: "iwanat", "durqa'a" e "riwaq". Con le sue doppie altezze la "riwaq", la stanza principale destinata al ricevimento, permette di ricreare le condizioni climatiche che consentono il funzionamento della "qa'a".

Fathy spiega come l'articolazione volumetrica coniugata con la modernità diano nella "qa'a" una chiara risposta alle esigenze di natura climatica. Le esigenze di ventilazione naturale appaiono ben rispettate grazie anche ad una suddivisione su più livelli.

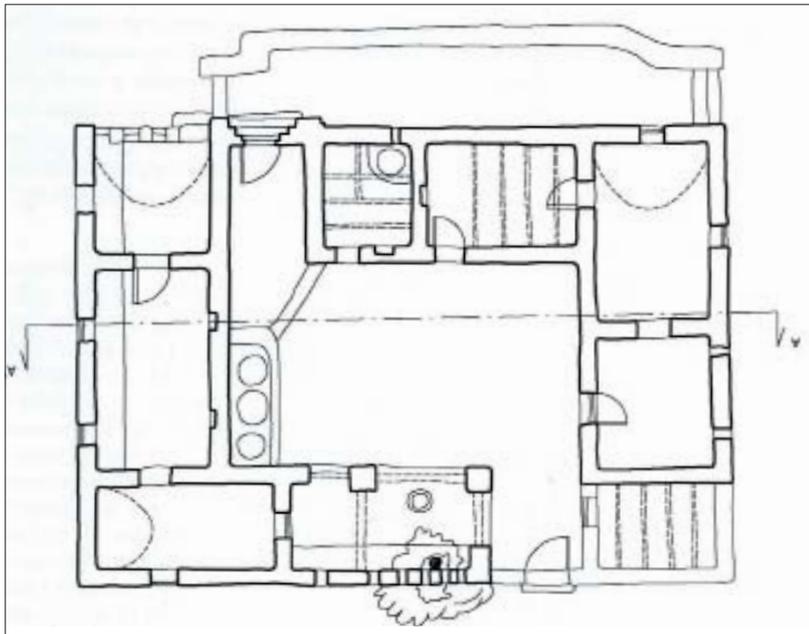
"El-Sahn", ovvero la corte interna. L'impianto di una casa a uno o più patii è tipico di tutte le cul-

ture del Mediterraneo. Prima tra tutte la Domus Romana di Pompei e la casa araba, soprattutto quella urbana, ne riprende i caratteri principali come la presenza di patii interni e le variazioni volumetriche degli ambienti.

Nella casa araba questa introspezione ha radici negli aspetti sociali e religiosi ma risponde anche ad una esigenza di rinfrescamento della casa.

La corte, o cortile in Italia, è utile per rinfrescare ma assume anche un altro valore "l'arabo vuol proteggere la propria casa dall'esterno contro il deserto, aprendo invece al cielo le parti interne, come i cortili che danno sollievo alle stanze". Nelle case nobiliari del Cairo medievale la posizione della corte assume un ruolo determinante nella composizione planimetrica della casa.

Tuttavia non tutte le abitazioni del Cairo potevano vantare la corte infatti possiamo trovare tre tipologie:



61



62



63

- case tradizionali con corti centrali;
- case in cui la corte non assume una posizione centrale;
- case con corte esterna.

Le case con corte centrale appartenevano al ceto alto della città.

Uno degli aspetti fondamentali della casa a corte dei contesti urbani è di essere una casa multipiano fino ad arrivare agli estremi della *ra-ba'a*.

La pianta della corte è quadrata o rettangolare mentre la parte della casa rivolta sulla corte è la facciata principale, ricca di elementi decorativi nelle parti di cui il progetto si compone come finestre, loggiati e grate, mentre non lo è quella rivolta verso la strada.

La disposizione e le forme delle bucaie nella parete dipendono esclusivamente da esigenze climatiche per facilitare il flusso dell'aria e per schermare i raggi solari.

"El-Takhtabush" è una loggia a pian terreno aperta verso la corte interna ed è posta in un gradino più alta rispetto ad essa.

Si trova tra la corte e il giardino, offre una sosta al visitatore prima di essere ricevuto nella casa.

Secondo Fathy, essendo posto tra due luoghi aperti di diverse dimensioni, svolge un importante ruolo climatico creando delle correnti di aria fresca dovute alle differenze di pressione.

"El-Maq'ad" è una loggia collocata al primo pia-

no aperto verso la corte. E' un luogo destinato a ricevere gli ospiti di riguardo di sesso maschile. Vi si accede tramite una scala. Questa loggia non è attraversata da flussi d'aria ma è orientata a nord perché cattura le brezze fresche e non è riscaldata dai raggi diretti del sole.

"El-Malqaf" è un dispositivo che appartiene al sistema della "qa'a". Si tratta di un torrino orientato di solito al Cairo a nord. Ha origini antichissime e caratterizza il paesaggio del Cairo medievale.

Si tratta di una struttura per la ventilazione che cattura le brezze ed è collocato nel punto più alto dell'edificio.

Osservando una "qa'a" ci si accorge che il meccanismo di climatizzazione naturale funziona solo se esiste il "malqaf" che capta le brezze e le direziona negli ambienti interni.

Nella casa cairota il "malqaf" è unidirezionale infatti è orientato sempre verso il nord perché è da qui che soffia il vento al Cairo ed è collocato nell'"iwan" rivolto a nord e negli esempi più antichi ha al suo interno un canale di legno.

"El-Salsabil", "El-Fiskia", sono due dispositivi che introducono l'acqua all'interno della casa.

Il "salsabil" è una fontana verticale posta nella parete di fondo di un "iwan". Un canale scavato nel pavimento portava poi l'acqua dal "salsabil" al bacino posto al centro della corte.

Durante il percorso l'acqua entrava in contatto con l'aria calda e secca ed iniziava il suo pro-

61 Casa di Ibraim. Tratto da A. Picone, *La casa araba d'egitto*, Jaka Book, 2009.

62-63 Volte nubiane in costruzione. Tratto da A. Picone, *La casa araba d'egitto*, Jaka Book, 2009.

64 Sezioni casa di Ibraim. Tratto da A. Picone, *La casa araba d'egitto*, Jaka Book, 2009.



64

cesso di evaporazione aumentando l'umidità dell'aria e fornendo refrigerio.

Il percorso dell'acqua conduce alla centralità della casa come se allo stesso fosse affidato il compito di svelarlo riaffermando l'intensità del legame tra elementi naturali e progetto d'architettura egiziana tradizionale.

"El-Masharabiya" è una sorta di diaframma del legno spesso delle dimensioni di una parete e formato da colonne che formano disegni dalle geometrie complesse.

Attraverso esso filtra la luce che penetra affievolita dagli elementi circolari che la compongono. In un unico elemento vengono convogliate diverse aspettative: bisogno di privacy, illuminare senza abbagliare, incrementare la ventilazione naturale, esigenze estetiche come aspetto decorativo del muro.

Secondo Fathy è un simbolo ed emblema della tradizione e dell'identità culturale ma è anche un elemento di "apertura, di vuoto nella facciata" e quindi ha importanti funzioni climatiche come elemento schermante e di ventilazione naturale.

Un allievo di Fathy ha sostenuto che ha anche delle proprietà igroscopiche, infatti le colonnine trattengono anche l'umidità dell'aria che la attraversa.

Quindi più che ogni altro la "masharabiya" è un dispositivo di controllo ambientale.

Carattere insediativo - Strategie urbane di controllo termico

Nelle oasi egiziane gli aspetti tecnici, strutturali, di materiali impiegati, dispositivi per il controllo climatico e aspetti socio culturali ed estetici sono fortemente correlati.

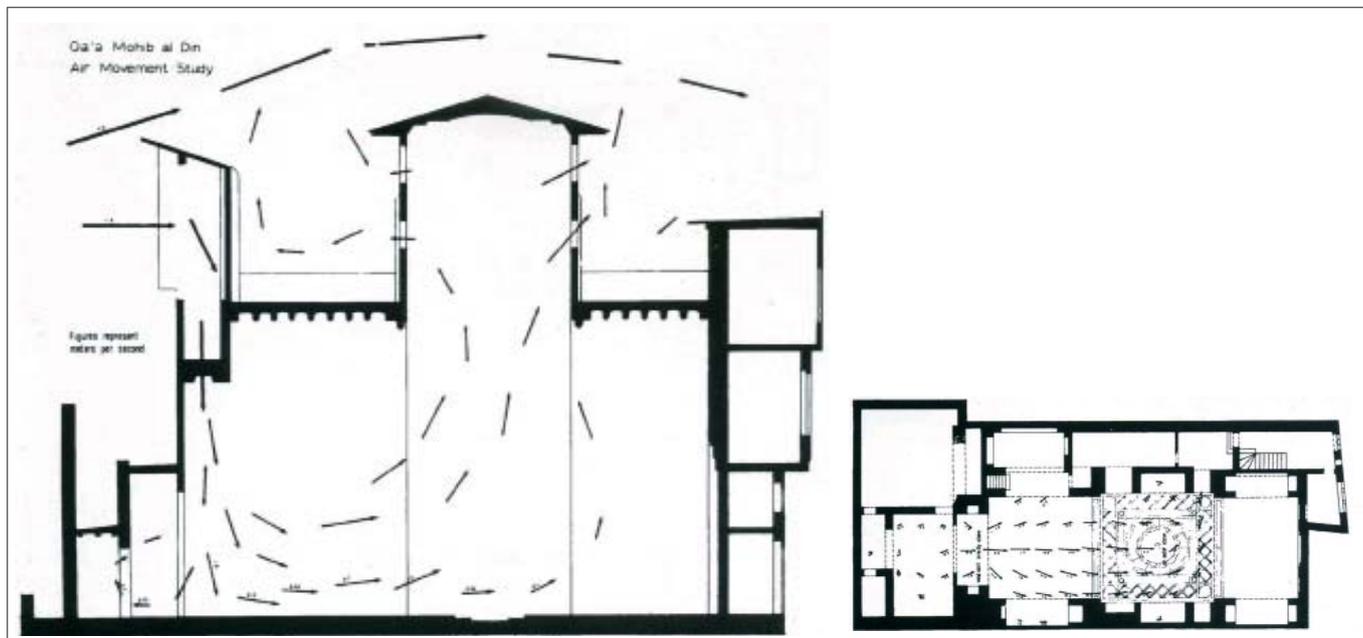
L'oasi racchiude la complessità di un mondo ma è anche un ambiente dove esiste una forte coesione sociale, elevato tradizionalismo ed attitudine alla conservazione.

Le oasi che si trovano nel deserto occidentale sono cinque: Dakhla, Kharga, Farafra, Bahriyah e Siwa. Intorno ad esse si trovano dei villaggi sparsi che fanno capo al centro oasiano più vicino. Le prime quattro hanno caratteristiche simili mentre Siwa è molto diversa soprattutto a causa del suo isolamento geografico.

Una delle caratteristiche comuni degli insediamenti oasiani è l'impianto libero, infatti gli edifici sono aggregati casualmente secondo un andamento curvilineo. Il villaggio principale assume la forma di massa compatta. Come succede anche nelle progettazioni di Hassan Fathy viene seguita un'impronta di natura climatica, orografica e socio-culturale.

A Bahriyah le case si adagiano sulla pendenza della collina e offrono la parte nord, dove ci sono le fessure, all'ingresso dell'aria fresca. Le stesse curvature delle strade permettono di avere più ombre. Generalmente i villaggi hanno posizione elevate per questioni difensive.

55



In tutte le città delle zone a clima caldo-arido troviamo strette stradine tortuose, con la funzione di conservare il fresco. Nelle oasi come nelle grandi città islamiche la strada è spesso coperta e passa anche dentro le abitazioni mediante la costruzione di solai o *sakaef*. Si cerca di evitare l'abbagliamento dal sole e le strade coperte forniscono la creazione di zone di bassa e alta pressione che danno luogo ad un effetto di Bernulli. Le strade hanno dimensioni ridotte perché hanno il ruolo di regolatori della temperatura così come fanno le corti nelle case. Anche se gli insediamenti islamici sembrano concepiti senza ordine in realtà sono il frutto di un consistente ordine sotto le righe di gerarchiche sequenze di aperti e chiusi che corrispondono ai modelli di relazioni sociali.

Carattere tipologico - Strategie tipologiche di controllo termico

Gli edifici sono compatti per ridurre la superficie esposta al sole e formano come un tutt'uno dove le varie altezze creano delle ombre.

I tetti sono pieni e sfruttati come terrazze sia per viverci che per dormire.

In relazione al clima come noto la strategia tipologica della corte è l'elemento principale delle abitazioni nei climi aridi e quindi anche nelle oasi dove vengono a colmare la mancanza di vuoti urbani. Dal punto di vista climatico la corte agisce come regolatore della temperatura e fornisce zone d'ombra.

Come affermato anche da Fathy Hassan nelle zone caldo aride, essendoci una forte escursione termica, la gente ha imparato a chiudere la sera le case verso l'esterno e ad aprirle all'interno verso la corte. Corti aperte verso il cielo che consentono un abbassamento della temperatura di 10° - 20°. Di giorno la corte rimane per lo più ombreggiata e il vento caldo non vi entra. La corte interna è diffusa nell'architettura dei paesi caldo aridi sia nella casa rurale che urbana. Nell'oasi sia la casa come la corte non hanno una geometria prestabilita ma la distribuzione delle stanze è dettata da esigenze funzionali sia di ordine sociale che religioso.

Il soggiorno è anche stanza per gli ospiti ed è più grande delle altre stanze e collocato vicino all'ingresso.

Nella casa delle oasi si assiste a un "nomadismo interno alla casa" a causa della forte escursione termica giornaliera e della differenza climatica nelle stagioni.

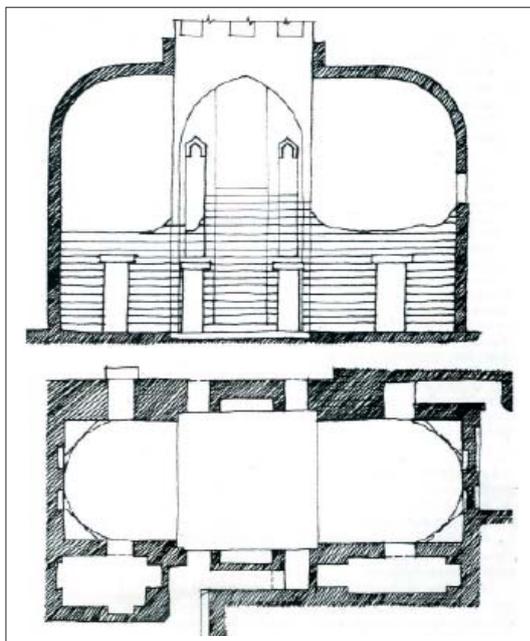
Al fine di proteggersi dal caldo e dal sole sui muri ci sono solo poche fessure mentre le finestre si affacciano sulla corte interna.

Ogni parete ha agli opposti delle forature per favorire la ventilazione.

Vi sono inoltre i *darai*, i parapetti sulle terrazze e sono alti per garantire la privacy di chi vi è all'interno, forniscono ombra e sono dotati di piccoli fori per rinfrescare chi vi dorme.

Caratteristiche dei materiali - Strategie tecno-

65 Disegni che illustra il movimento dell'aria nella Qa'a. Tratto da A. Picone, *La casa araba d'egitto*, Jaka Book, 2009.



66

66 La Qa' a al -Dardiri.
Tratto da A. Picone, *La casa araba d'egitto*, Jaka Book, 2009.

logiche di controllo termico

Come materiali da costruzione vengono impiegati, la terra, la pietra e il legno. Si usa la *tefla*, terra molto fine, impiegata per costruire mattoni crudi, mentre l'uso della pietra è limitato a causa dei costi di trasporto e di taglio ma anche perché a contatto con sabbia e polvere si sfalda facilmente.

Si usa legno, di palma, olivo e albicocco principalmente impiegato nei solai per le sue capacità di isolamento termico. Le piante recise, prima di essere impiegate, si lasciano essiccare per almeno tre anni.

I muri esterni di solito non vengono intonacati. Si usa intonacare con un impasto di *tefla*, sabbia fine e paglia mischiate ad acqua, i muri interni e gli intradossi dei solai.

“L'utilizzo della terra cruda conferisce un senso di radicamento delle architetture alla terra”. L'elevato spessore delle murature attribuisce stabilità ed isolamento termico. L'uso della terra cruda e di elevati spessori murari conferisce elevata massa e quindi inerzia termica all'edificio, che sarà in grado di accumulare il calore del giorno e ritardarne l'emissione interna negli ambienti abitati fino la sera, riscaldandoli quanto le temperature esterne si saranno notevolmente abbassate.

L'uso della terra cruda sembrerebbe limitare la costruzione nella sua altezza ma nell'oasi di Siwa, si trovano case di sei o sette piani o nello

Yemen case-torre. Quindi diventano di primaria importanza le tecniche costruttive che sono tutt'altro che primitive.

Le fondazioni possono essere di due tipi: sabbiosa nella piana, rocciosa nella collina.

Nella roccia il muro viene poggiato direttamente mentre nei terreni sabbiosi viene fatta una fondazione in pietra fino a cinquanta centimetri fuori terra.

All'esterno del muro si costruisce un altro muretto usato come seduta ma con la funzione di rinforzo.

Il muro in terra cruda può essere costruito o a ricorsi orizzontali (classico) o con due filari con il mattone in verticale e uno con il mattone in orizzontale.

Per incatenare le murature si impiegano tronchi di palma, o con leganti o con incavi nelle murature, che sono anche un ottimo appoggio per i solai. Al fine di rendere più resistenti i solai si possono utilizzare anche dei pilastri di olivo che vengono conficcati a terra agli angoli delle stanze. Nasce così un'intelaiatura primitiva che ha lo scopo di sorreggere i solai.

L'architettura delle oasi riesce ad esprimere uno stile proprio frutto di una chiara identità culturale con una semplice composizione di volumi che hanno lo scopo di rispondere alle esigenze della gente utilizzando le risorse locali.

Ne scaturisce una unitarietà in sintonia con l'ambiente in cui nasce. Le facciate delle case



67

con bucaure esterne di varie forme e dimensioni soddisfano le necessità di illuminazione e ventilazione degli ambienti interni. Le case dell'oasi rispecchiano pienamente i caratteri della casa islamica e sono fortemente integrate nell'ambiente in cui nascono. L'architettura della casa è improntata alle esigenze climatiche.

L'oasi di Siwa rappresenta, a causa della sua collocazione geografica, all'estremo limite occidentale del territorio egiziano, sia per la storia che per le condizioni culturali e ambientali, una realtà a sé.

Numerosi sono i visitatori di Siwa che si raggiunge dall'Egitto dalla via carovaniere chiamata "Masrab al Istabl".

L'oasi di Siwa ha subito nel tempo varie trasformazioni a causa anche delle diverse dominazioni di cui sono rimaste varie culture e tradizioni. La lingua parlata è diversa da quella che si parla in Egitto perché conserva lontane radici dei dialetti berberi,

La città è situata diciotto metri sotto il livello del mare ed è costituita da un centro urbano principale circondato da più villaggi.

Nel paesaggio svettano tre cime di tre picchi rocciosi: la roccia di Jabal El Mostashfal, quella che occupa l'insediamento di Shali e la roccia di Aghurmi dove si trovava la città antica e dove troviamo le rovine del tempio di Giove Ammone, sede di uno degli oracoli più famosi del Mediterraneo.



68

Aghurmi venne abbandonata durante il Medioevo, a causa dei ripetuti attacchi dei Berberi e dei Beduini, quando la gente decise di fondare una nuova città sulla collina. Nacque così Shali che è il centro storico dell'attuale Siwa, circondata da una cinta muraria che contiene essa stessa abitazioni: le case torre.

Si entrava in città da un'unica porta e non si poteva costruire fuori le mura.

G. Rohlfs, geografo, definì Siwa "un'unica casa" tale era la sua compattezza e chiusura del nucleo urbano, creando un vero e proprio edificio-città.

L'esigenza climatica imponeva di evitare ogni vuoto urbano come le piazze.

Nel 1926 una grande pioggia distrusse in parte Shali.

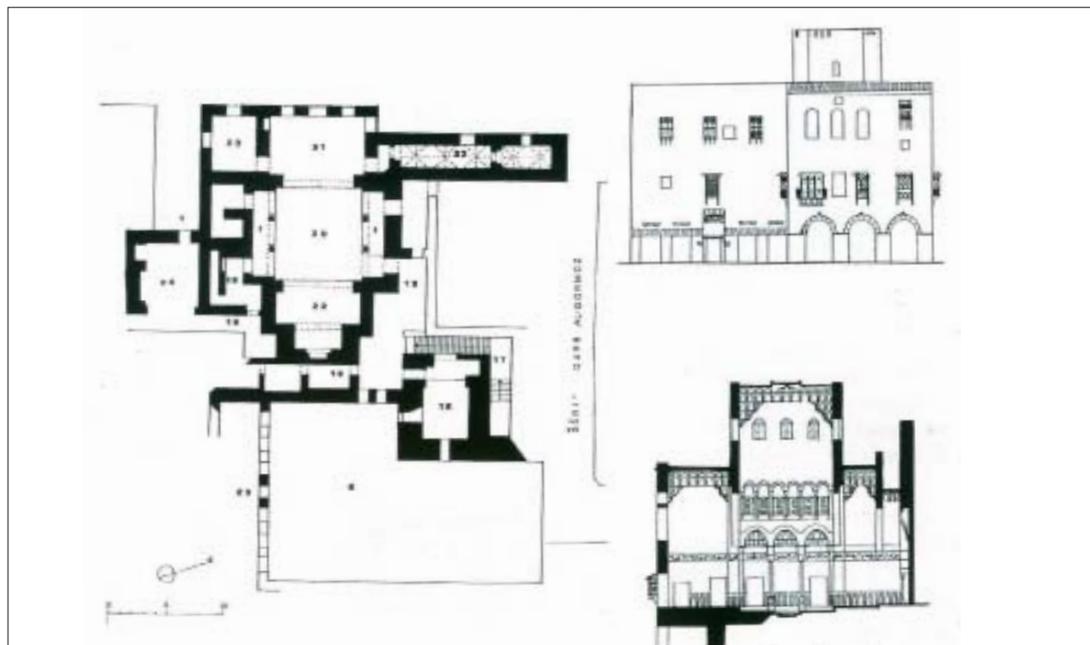
Oggi Shali è un'abbandonata città fantasma che rischia di essere inghiottita dalla sabbia da cui proviene.

I materiali da costruzione e le tecniche costruttive differenziano ulteriormente l'architettura delle case di Siwa da quella del Deserto Occidentale.

I materiali sono reperibili in loco infatti si utilizzano la sabbia del deserto, la pietra, le formazioni saline dei laghi, il legno di palma (usato per i solai) e il legno di olivo che, essendo più resistente della palma, sopperisce alle funzioni strutturali, si usa per realizzare i cordoli delle murature e delle travi nelle pareti perimetrali o

67 Qa'a. Tratto da A. Picone, *La casa araba d'egitto*, Jaka Book, 2009.

68 Durqa'a. Tratto da A. Picone, *La casa araba d'egitto*, Jaka Book, 2009.



69 Disegni di palazzo Bestak, Cairo. Tratto da A. Picone, *La casa araba d'egitto*, Jaka Book, 2009.

negli incroci dei muri o con funzione di catena per irrigidire alcuni punti della costruzione.

Le murature sono denominate “kershef” e sono fatte di massi di pietra regolare che vengono usati così come sono estratti e sono tenuti insieme da un impasto di argilla. Alla sua costruzione devono lavorare contemporaneamente due manovali e un maestro muratore che si posiziona accovacciato sulla testa del muro e lo plasma con le mani unendo pietra e argilla. A mano a mano che il lavoro procede lui indietreggia sul muro.

Il muro così costruito, e una volta solidificato, avrà il beneficio di resistere alle avverse condizioni climatiche ma nello stesso tempo manterrà bassa la temperatura al suo interno.

Si viene così a formare un meccanismo di stretta correlazione fra l'ambiente, il clima, i materiali, le tecniche e le forme un po' come succede nell'architettura vernacolare.

Se tuttavia la casa di Siwa può essere accomunata alle case egiziane per molti aspetti non lo è nella divisione degli ambienti interni infatti le case torre di Shali avevano molti aspetti in comune con l'architettura yemenita.

Nella case di Shali riscontriamo l'assenza della corte interna e a differenza della case delle altre oasi si è di fronte a un disegno in sé concluso e che non fa pensare ad un'estensione infinita.

C'erano due soggiorni, uno al pian terreno e

uno a quello superiore, l'espansione della casa avveniva in verticale e ad ogni piano era attribuito un ruolo preciso.

I servizi, il bagno e la cucina erano collocati in un patio scoperto addossato alla parete esterna e i terrazzi si affacciavano al patio della cucina. Le terrazze erano collocate di solito in basso perché si potesse vedere fuori mentre nella parete sono disposte diverse bucaure in relazione alle esigenze degli ambienti interni.

La composizione di pieni e vuoti si relaziona fortemente con l'ambiente circostante.

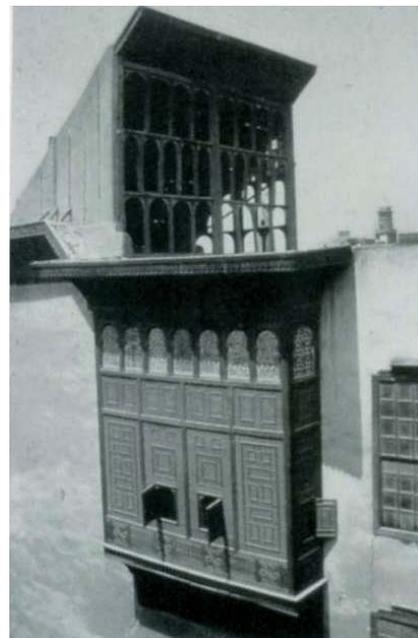
Gli abitanti dell'oasi hanno edificato una casa museo come modello dell'abitazione tradizionale che è poi divenuto il “Museo della casa di Siwa”.

La sua realizzazione è stata fatta dalle maestranze locali senza un progetto ma con lo scopo di trasmettere alle nuove generazioni una serie di conoscenze patrimonio di anziani maestri costruttori.

In essa si nota l'assenza della corte, che è stata sostituita da terrazze, a cui si accede attraverso una scala interna. A piano terra si trova una loggia con pareti rivestite di foglie di palma che permette di arrivare al ricovero degli animali. L'ingresso non è come nelle case islamiche deviato ma si accede direttamente al soggiorno attraversando il quale si giunge alla stanza dove si trova la scala che conduce al primo piano dove si svolgono le funzioni più importanti. Qui



70



71

nelle tecniche costruttive di scala e solai sono evidenti i due tipi di legno impiegati e il modo in cui è realizzata la struttura degli orizzontamenti, con i rami di olivo che sono cordoni e nuclei irrigidenti della muratura. Tutti gli altri aspetti funzionali e volumetrici rispecchiano le case di Shali. I più recenti restauri di queste abitazioni, viene svolto nel rispetto dell'origine e identità di queste architettura divenendo musei all'aperto.

La casa nubiana

Nella regione di Nubia a sud dell'Egitto si trovano villaggi in prevalenza rurali. Negli anni '30, con la costruzione della diga di Assuan, si distrussero i villaggi e gli abitanti li dovettero ricostruire in un anno. Qui le case sono disposte lungo il corso del Nilo con l'ingresso che guarda al fiume.

Diversamente dalle tipologie abitative delle oasi qui la casa a corte chiamata *haush* è più di una normale corte perché è divisa in due parti: una per il lavoro agricolo e una per la famiglia.

Le case nubiane si compongono da forme regolari anche nell'interno dove gli ambienti sono disposti intorno alla corte. La ventilazione è fornita dalla corte e per quanto riguarda l'orientamento seguono sempre il fiume.

Nella descrizione della ricostruzione dei villaggi nubiani Fathy osserva che le persone lavorano senza sosta facendo esclusivo affidamento sulle proprie risorse per costruire le loro case, essendo i villaggi isolati e remoti.

L'interesse maggiore sta nella volta parabolica realizzata con mattoni in fango e volte e cupole ereditate dagli antichi Egizi, tecniche queste che gli egiziani avevano dimenticato e solo i nubiani hanno conservato.

Il mattone usato per le volte conteneva più paglia del normale per essere al tempo stesso più leggero e più resistente. Il muratore abbozzava con il fango la forma parabolica della volta sulla parete di fondo della camera da coprire e poi vi deponeva mattoni contro il muro e così veniva a formarsi un arco supportato dalle due pareti laterali. Così si coprivano le stanze che erano fresche grazie alle alte pareti e con apertura in alto.

A volte si costruiva anche una cupola ad esempio negli edifici religiosi. La sua realizzazione, essendo chiusa, richiedeva una particolare maestria del muratore che lavorava interamente a mano e ad occhio.

Hassan Fathy definì questo procedimento "architettura a tre dimensioni".

Grazie alla loro maestria i nubiani riuscirono ad esprimere anche le loro capacità artistiche e architettoniche.

L'uso della luce naturale nell'opera di Ramses Wissa Wassef

Nel periodo 1940 - 1960 il Cairo medievale era il centro culturale di tutto l'Egitto. Nomi importanti come Hassan Fathy, Ramses Wissa Wassef, Nagib Mafouz, Hamed Said credevano

70 Iran , wind tower. Tratto da A. Picone, *La casa araba d'egitto*, Jaka Book, 2009.

71 Maiqaf. Tratto da A. Picone, *La casa araba d'egitto*, Jaka Book, 2009.



72

72 Interno di una Maqa'ad. Tratto da A. Picone, *La casa araba d'egitto*, Jaka Book, 2009.

73 Cortile interno di casa al Cairo. Tratto da A. Picone, *La casa araba d'egitto*, Jaka Book, 2009.



73

negli stessi ideali all'avanguardia e Hamed Said fondò un circolo i cui membri erano convinti del ruolo fondamentale della natura nel processo di riscoperta di alcune parti della società egiziana. Costoro erano uniti dall'idea nazionalista secondo cui andavano recuperati i legami con le tradizioni e le identità dei luoghi.

Ramses Wissa Wassef si dedicò alla fondazione del villaggio di Harraneya dedito alla produzione di tappeti. Questo villaggio ha molto in comune con la Nuova Gournà che Fathy stava realizzando in quegli anni senza però conseguirne il successo.

Questo progetto era stato concepito cercando di coniugare le istanze architettoniche con quelle sociali ed economiche e nasce dai suoi ideali di difesa delle classi deboli, rispetto dell'identità culturale dell'Egitto, ma anche di amante di arte e cultura.

Prima di questo progetto aveva realizzato una scuola di ceramica nel quartiere copto del Cairo dove i bambini, dopo la scuola, imparavano a tessere i tappeti.

Vede quindi l'importanza del ruolo dell'artigiano contrapposto con il prodotto industriale.

La materia rappresenta per Wassef il legame dell'uomo con il suo ambiente naturale, infatti la può plasmare come fa con i mattoni di terra cruda.

In Nubia legame tra forma e materia era evidente perché i maestri nubiani coniugavano l'uso

del materiale con il rispetto della tradizione.

Ecco perché sia per Hassan Fathy che per Ramses Wissa Wassef il ritorno dal viaggio nell'Alto Egitto significava l'assunzione della vera architettura nubiana come incarnazione della reale tradizione architettonica egiziana. Quindi quando inizia la realizzazione di Harraneya, Wissa Wassef porta con sé i muratori nubiani e ragazzi in grado di insegnare l'arte tessile.

Questo villaggio si trova nei pressi della piramide di Giza ed ancora oggi viene ampliato.

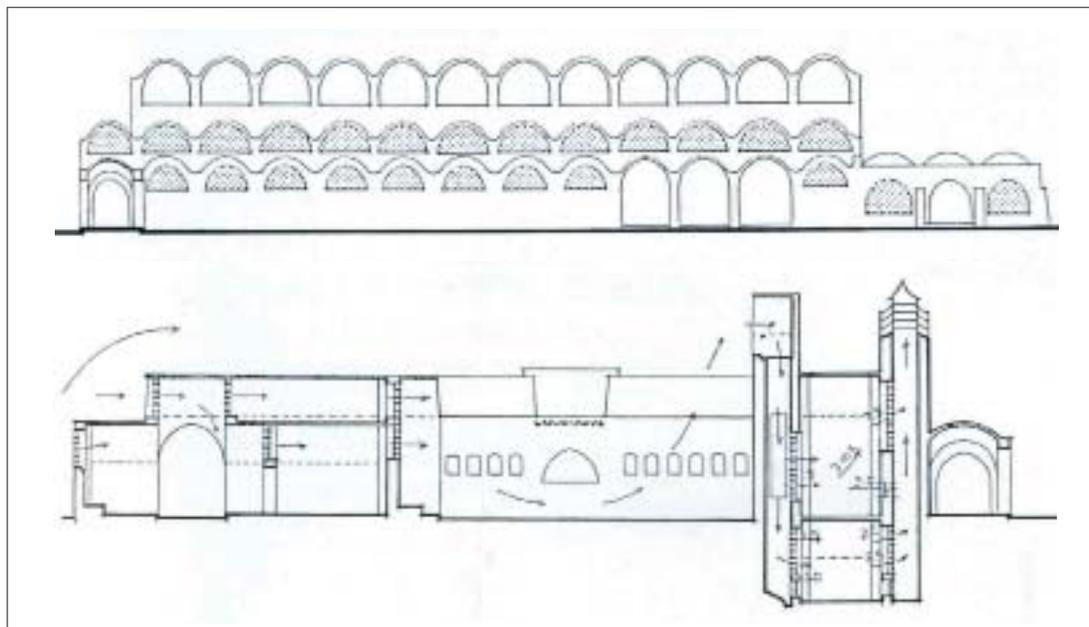
Il museo di Habin Gorgy fu realizzato da Ramses Wissa Wassef in omaggio ad Habib Gorgy ed è l'opera più importante della sua produzione architettonica.

E' la testimonianza della sua costante ricerca di un rapporto armonioso con gli elementi naturali e con la luce in modo particolare. Il museo è composto da più volumi ciascuno destinato ad ospitare un particolare tipo di scultura.

I suoi ambienti sono un chiaro riferimento alla casa tradizionale egiziana con i suoi elementi tipici: *iwana*, *magaz*, *qa'a*, *iwana*, corte.

Quasi sempre le statue sono contenute nella struttura stessa della compagine muraria.

L'intero edificio scaturisce dalla considerazione della luce come un materiale del progetto infatti il museo è costruito per vivere in armonia con il percorso solare. Infatti non vi è prevista alcuna forma di illuminazione artificiale. Ramses Wissa Wassef aveva studiato attentamente l'utiliz-



74

zo della luce da parte degli antichi Egizi come nel tempio di Abu Simbel.

Khaled Asfour in un suo saggio, "Crisi culturale", definisce il periodo architettonico del XX secolo nel mondo arabo come "taglia e incolla" ovvero un processo che porta a tagliare un'idea estrapolandola dal suo contesto, quello europeo, ed incollarla in un altro contesto culturale cioè quello arabo.

Con l'avvento di Mubarak si guarda con attenzione all'architettura europea.

Nel periodo del Modernismo il mondo arabo è stato sommerso da una grossolana immagine di modernismo associata ad una semplicistica nozione di funzionalismo in cui gli spazi venivano sistemati come un puzzle. L'idea che si diffondeva in Egitto era modernità così come in Europa.

Negli anni '50 si fa strada una tendenza al rafforzamento dell'identità nazionale che coincide con la rivalutazione dell'architettura tradizionale e con l'attenzione ad esperienze vernacolari. Dieci anni dopo si diffuse l'utilizzo del passato delle architetture tradizionali nel progetto moderno.

Da ricordare le ricerche di Fathy Hassan e di Wissa Wassef sull'argomento.

Infatti al centro della filosofia di Fathy "...c'è una supplica morale in favore della conservazione degli antichi valori della cultura rurale". Inoltre per Hassan Fathy la sapienza vernacolare ser-

viva per risolvere i problemi dell'abitazione a basso costo nelle aree rurali.

James Steel traccia un bilancio dell'eredità lasciata da Fathy rilevando che i temi da lui trattati sono ancora di grande attualità.

Il suo linguaggio architettonico era basato sulle fonti del luogo tuttavia lo stesso Fathy si era mostrato dubbioso nel trasferire ad esempio una cupola in un edificio residenziale o la qa'a nello stile di vita contemporaneo.

Basti pensare che le volte, concepite per aereare, vengono oggi chiuse da vetri vanificando il ruolo per cui si costruiscono.

Comunque il progettare alla maniera di Fathy è diventato di grande attualità anche se questi progetti si indirizzano ora ai ricchi e non ai poveri come nel loro originario concepimento. Basti pensare che l'ultimo progetto realizzato da Fathy era per il palazzo di uno sceicco.

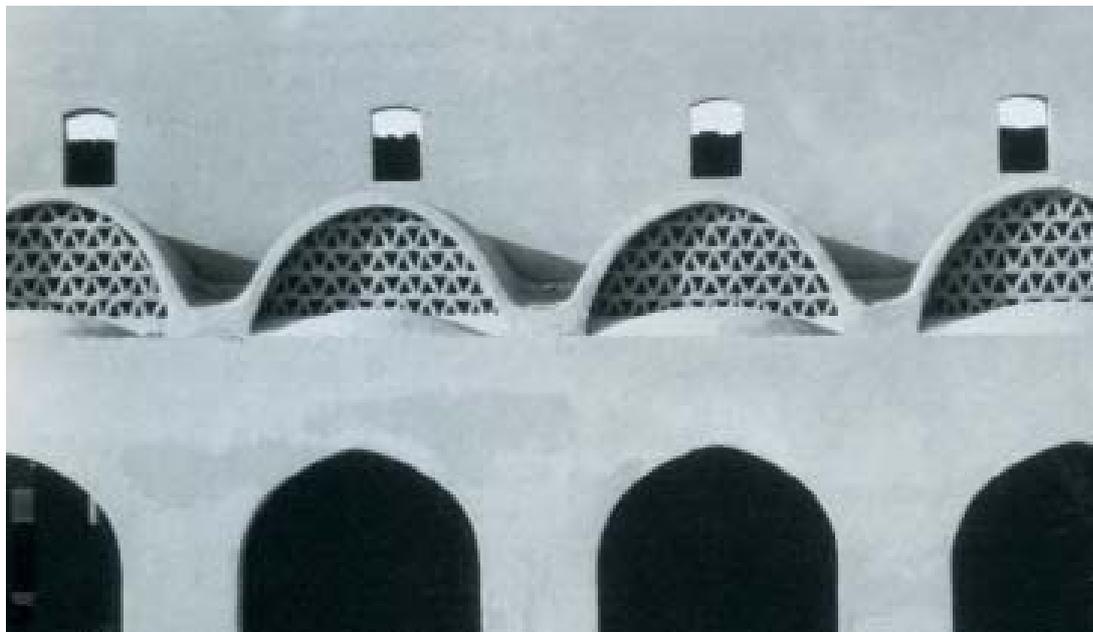
Molti architetti fanno un eccessivo uso della storia antica estrapolando elementi dai progetti di Fathy il quale non considerava i tipi storici come prodotto ma ne evidenziava una tipologia che contemplava innovazioni tecnologiche.

Le forme dell'abitare nell'Egitto contemporaneo

Abdel Wahed El Wakil rappresenta la personalità più complessa del panorama architettonico egiziano contemporaneo.

Collaborò con Fathy alla realizzazione del libro Gournà e i suoi studi si basano sulle relazio-

74 Villaggio di New Baris. Dettaglio sistema di ventilazione dei magazzini. Tratto da A. Picone, *La casa araba d'egitto*, Jaka Book, 2009.



75

75 Immagine dei malqaf. Tratto da A. Picone, *La casa araba d'egitto*, Jaka Book, 2009.

ni esistenti tra aspetti simbolici e geometrici dell'architettura tradizionale.

Nel suo lavoro la riproposizione di elementi di architettura del passato è coniugata con l'uso di tecnologie informatiche.

Cerca un legame tra passato e presente riscoprendo un patrimonio che investe le abilità artigiane.

Progettò la piccola casa di Hamdy costruita lungo la strada delle Piramidi nella cui ideazione ha dimostrato come sia possibile fare architettura anche con mezzi molto ridotti.

Il suo scopo era di consolidare la tradizione costruttiva locale con un progetto che reintegrasse le esistenti tradizionali imprese di costruzione e l'artigianato in Arabia Saudita.

La ricerca di un costante equilibrio tra tradizione e innovazione rappresenta una costante del suo lavoro.

E' questo il tema in base a cui realizzò il progetto della casa Halawa ad Agamy, una località balneare, dove ha potuto mettere in pratica gli studi sull'architettura vernacolare.

La casa ricorda molto l'abitazione di Stopplaer realizzata da Fathy. La novità è che non utilizza mattoni di terra cruda bensì una spoglia pietra calcarea locale, mattoni rossi cotti e malta di fango. Il muratore incaricato è il mastro nubiano che aveva lavorato con Fathy a Gourna.

Oltre la paradigma della casa per climi aridi sono rispettati sia i requisiti dell'orientamento

sia quelli della direzione dei venti.

Gli anni '90 hanno rappresentato per la società egiziana la ricerca di una identità culturale. Il diffondersi del capitalismo e l'avvento del turismo hanno determinato conseguenze nella ricerca architettonica.

Se l'apertura all'Occidente ha promosso frequenti scambi tra architetti, le istituzioni governative si occupano sempre più della realizzazione di nuovi insediamenti nel deserto.

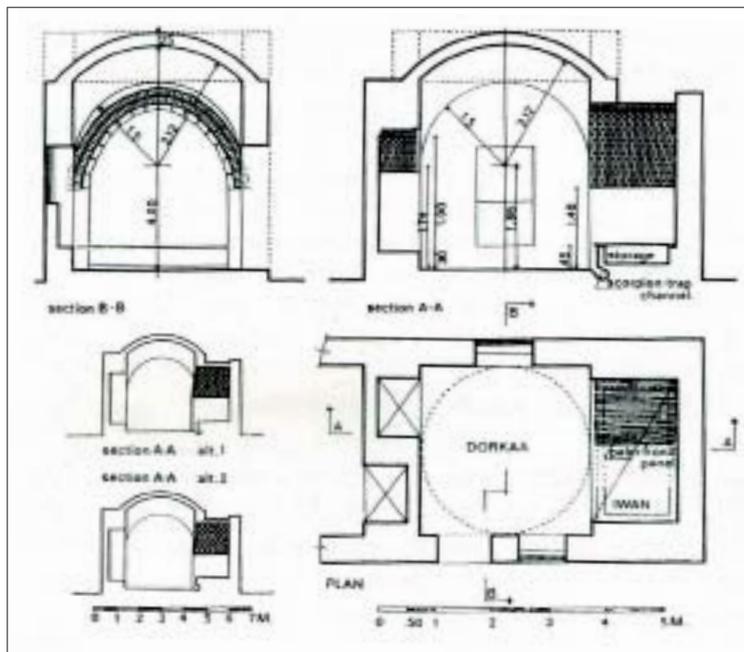
Come il concorso di idee per realizzare la città di Toshka al fine di tracciare "il profilo della casa di abitazione contemporanea per climi aridi". Questi progetti rappresentano più una serie di norme per realizzare una casa nel deserto che un vero e proprio progetto.

Negli anni '90 si assiste inoltre al fiorire della cultura architettonica post-moderna in cui si è semplicemente incollata una tendenza culturale con origini altrove.

Tuttavia si assiste alla tendenza ad instaurare progetti e costruzioni che prevedano la partecipazione sociale come quella di Hager Al Dabiah.

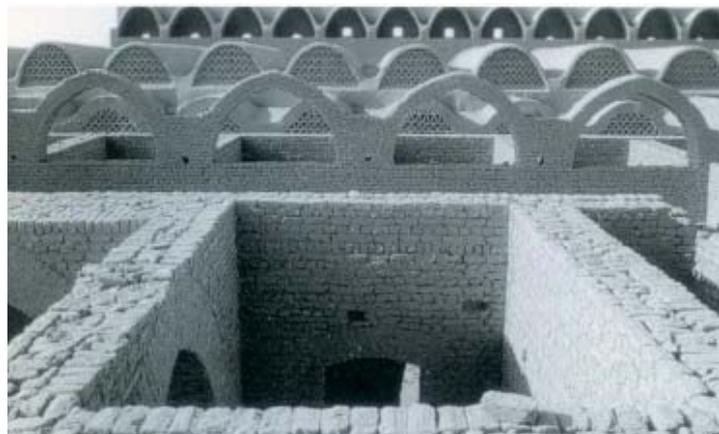
Nel 1993 una disastrosa alluvione distrusse molti villaggi rurali dell'Alto Egitto e il Governo fu costretto ad intraprendere un piano di ricostruzione nelle regioni di Assuan e Quena.

Fra questi villaggi ci fu la previsione di realizzarne uno nella regione di Hager El-Dabiah con lo scopo di essere un progetto pilota per l'intera



75

76



ricostruzione.

Si tratta di un progetto che si riallaccia alla tradizione e in linea con le sperimentazioni di Hassan Fathy e di Ramses Wissa Wassef.

In questo insediamento si afferma il principio della fondazione urbana ma si vuol individuare anche un modello di intervento economico e sociale con il coinvolgimento delle stesse vittime del disastro, sia nella progettazione che nella realizzazione. A distanza di trenta anni si trattava di un nuovo tentativo di “costruire con la gente”.

Il villaggio si configura come un insediamento rurale autosufficiente a cui si accede tramite un edificio-porta. L'impianto urbano è impostato sulla traccia di un asse principale che divide il villaggio in due parti: gli edifici pubblici da un lato e gli edifici residenziali dall'altro. I blocchi edilizi sono sfalsati tra di loro in modo da alternare anche gli spazi aperti. La tipologia scelta è quella a patio sia per motivi climatici che per la tradizione.

“Il rapporto con il paesaggio naturale desertico – in quanto clima e suolo – e con il contesto ambientale è alla base della scelta dei materiali e delle tecniche costruttive”.

Principi come la conservazione energetica, lavorare con il clima, rispetto del luogo, dialogo con l'ambiente naturale indirizzano tutte le scelte progettuali. La ricerca dei materiali è stata effettuata con l'esigenza di facile reperibilità

e posa in opera: infatti la costruzione è esclusivamente in muratura portante e le murature sono di una pietra calcarea estratta nelle zone limitrofe.

Viene riproposta la volta nubiana come sistema di copertura degli ambienti e ciò vuol ribadire l'appartenenza dei luoghi ad una precisa identità. La scelta di sistemi di costruzione tradizionale, vuol riaffermare una precisa identità culturale di cui l'Egitto vuole sempre più riappropriarsi. Tutto l'argomentare nell'architettura greca si incentra principalmente sul rapporto: progetto-clima-tradizione.

L'impostazione di Fathy si basa su una operazione di riduzione di complessità per cui la sua città araba coincide con una dimensione urbana non complessa situata in un'utopica armonia con la natura.

Il modello tradizionale a cui Hassan Fathy si rapporta appartiene al mondo arabo e contiene elementi tratti dalla cultura arabo-egiziana.

Fathy trasforma gli elementi storici quali la “qa'a”, la corte, il “malqaf” in elementi tipologici dandone una lettura climatica.

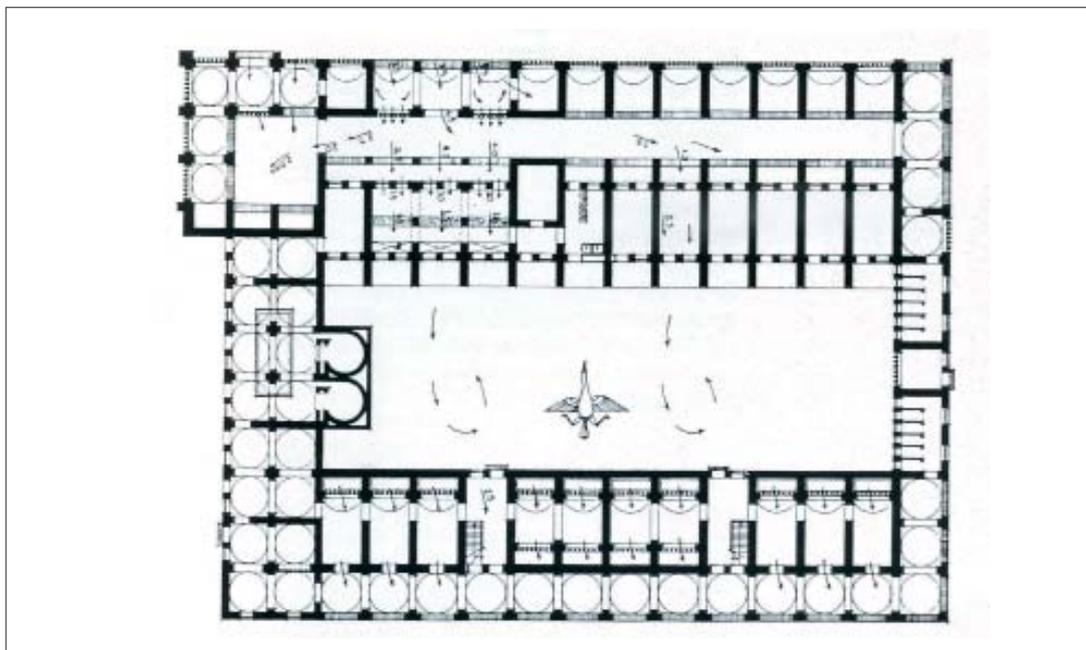
Il rapporto con l'ambiente naturale, nonché i rapporti dimensionali tra le unità elementari, sono dettati da regole geometriche che richiamano gli antichi Egizi.

E' chiara un'influenza reciproca tra Fathy e Ramses Wissa Wassef.

La metodologia di Fathy ha avuto un seguito nel-

75 Disegni di Hassan Fathy. Tipologia residenziale per contadini con l'uso del Qa'a. Tratto da A. Picone, *La casa araba d'egitto*, Jaka Book, 2009.

76 Costruzione mercato New Baris. Tratto da A. Picone, *La casa araba d'egitto*, Jaka Book, 2009.



77

77 Pianta del mercato di New Baris. Tratto da A. Picone, *La casa araba d'egitto*, Jaka Book, 2009.

la produzione architettonica contemporanea.

Tuttavia, nell'Egitto contemporaneo, non c'è un substrato culturale in grado di raccogliere l'eredità dei due maestri.

Gli architetti contemporanei sono catturati da un'architettura sostenibile bioclimatica eco-compatibile e non hanno compreso che l'attuale crisi della forma non è risolvibile in quanto è ancora una volta un problema interno alla disciplina della progettazione architettonica.

2.4 CONCLUSIONI

Analizzando le diverse tipologie prese in esame, collocate nelle differenti località geografiche e climatiche emergono strategie per il controllo bioclimatico per il progetto di edificio autosufficiente in termini energetici quali:

- orientamento
- rapporto di forma
- inerzia termica delle pareti
- protezioni solari
- ventilazione naturale
- Spazi a differente temperatura
- Sistemi di protezione solare
- Colore

Sistema tessuto

Tipologia insediativa, tessuto edilizio - Si utilizza un tessuto disperso, libero, con poca vegetazione un tessuto compatto per diminuire la superficie esposta al sole estivo ed ai venti freddi forte presenza di spazi esterni o esterni-interni,

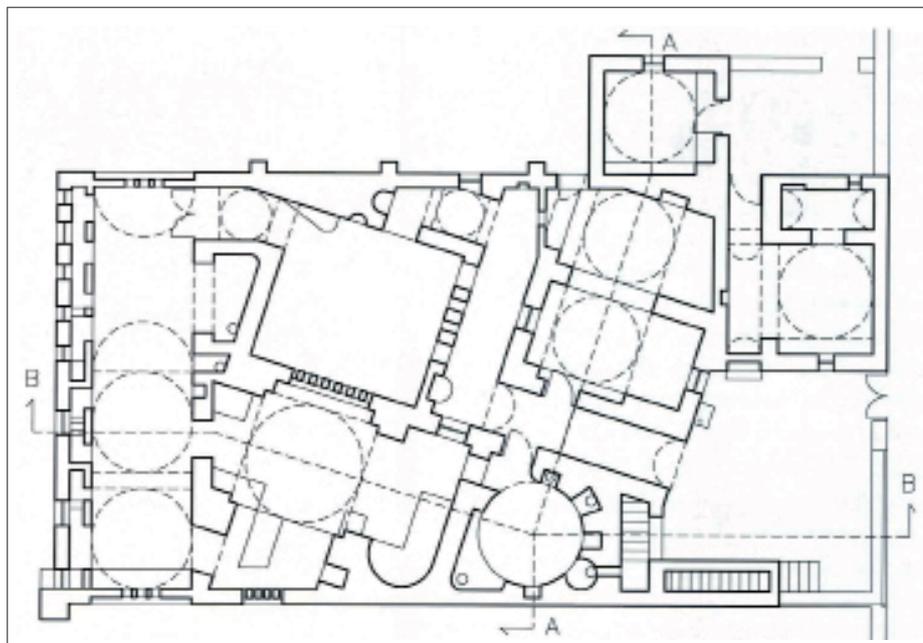
pubblici e privati, in stretto rapporto osmotico; proliferazione degli spazi verdi; percorsi riparati dal sole estivo e dalle precipitazioni (portici, tendaggi, alberi).

Nella definizione dei caratteri del tessuto urbano idoneo alle aree oggetto di studio, per una progettazione energeticamente efficiente appare opportuno considerare, che storicamente gli insediamenti nelle regioni mediterranee si differenziano in relazione a tre tipi di aree, all'interno delle quali ricorrono tipologie abitative.

- Le alture, in cui si inseriscono generalmente i paesi di origine medievale, in cui gli insediamenti sono arroccati su di un nucleo centrale.
- I pendii, in cui vengono realizzate prevalentemente case a terrazza;
- La pianura in cui ricorrono abitazioni con cortili interni;
- Il mare, con tipologie da due o più piani in prevalenza a terrazzo

I differenti paesaggi sono ancora oggi oggetto di studio, nella definizione dei caratteri delle nuove tipologie architettoniche passive che si caratterizzano e differenziano proprio in stretta relazione con le configurazioni orografiche alle quali corrisponderanno differenti tipi di tessuti urbani e diversi gradi di isolamento dell'abitato dall'esterno.

Rispetto ogni sito si dovranno considerare le caratteristiche climatiche del luogo, e la progettazione dovrà innanzi tutto controllare l'or-



78

79

ganizzazione del sistema viario, se si tratta di un insediamento complesso o il rapporto con gli elementi del contesto se si tratta di un singolo edificio.

La verifica dell'efficacia di questi rapporti si ha alle ore 12 del 21 dicembre quando è maggiore il livello di soleggiamento raggiunto dalla facciata durante la stagione invernale e alle ore 12 del 12 Luglio quanto è maggiore il livello di soleggiamento raggiunto dalla facciata durante la stagione estiva. (l'altezza dell'edificio di fronte deve essere pari alla larghezza della strada moltiplicata per la tangente dell'angolo adiacente).

Si può affermare che le strade lungo la direzione est-ovest, così nelle ore più calde della stagione invernale:

- Privilegiano la facciata degli edifici rivolti a sud;
- Penalizzano la facciata degli edifici rivolti a nord;
- Lasciano in ombra il piano stradale e quindi riducono – se non eliminano – i fenomeni di riflessione e/o di restituzione dell'energia termica;

Si può concludere, rilevando, che le strade lungo la direzione est-ovest nelle ore più calde della stagione estiva:

- Privilegiano la facciata degli edifici rivolti a sud che dovrà per questo essere opportunamente protetta;

- Le porzioni di facciata a sud con portico risulteranno protette in virtù dell'elevata incidenza dei gradi solari producendo ombra negli spazi di loggia che garantiscono raffrescamento;

- La facciata degli edifici rivolti a nord rimane sempre protetta, ed essendo in ombra conserva un certo grado di raffrescamento;

- Risulta soleggiato il piano stradale con un aumento dei fenomeni di riflessione e/o di restituzione dell'energia termica;

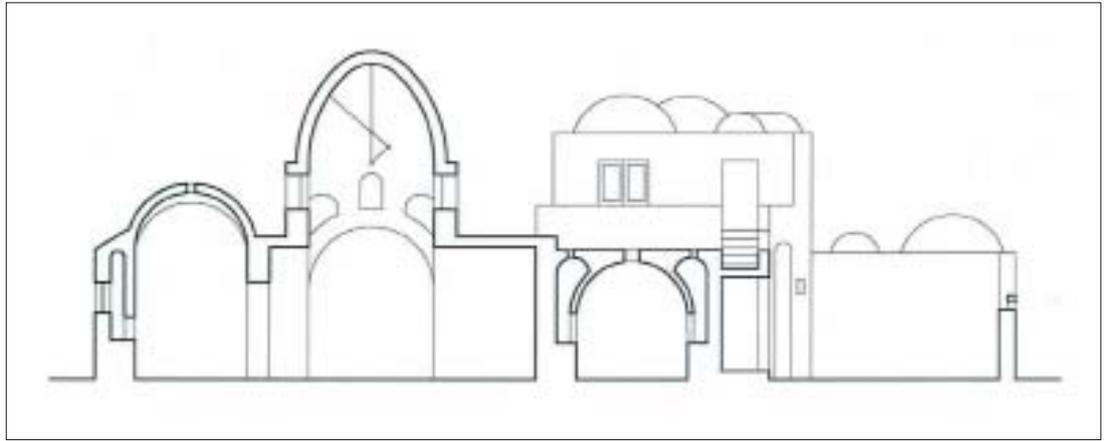
Rispetto la direzione dei venti dominanti l'aria dovrà essere sempre meno canalizzata all'interno del percorso stradale, affinché non si provochino disagi per i pedoni ed aumentino le dispersioni termiche dell'involucro degli edifici stessi. Fenomeno che include in se varianti derivate da caratteristiche configurazionali sui fronti come sporgenze rientranze, in pianta e sezione nonché interruzioni e soluzioni di continuità.

Per tali ragioni risulta fondamentale lavorare sulla configurazione della stradale, questa non deve mantenere un andamento planimetrico e altimetrico perfettamente regolare, né in larghezza né in altezza;

- Il suo orientamento non deve necessariamente mantenere un andamento regolare nord-sud o est-ovest anzi si privilegiano percorsi anche irregolari e/o curvi rispetto le direzioni degli assi cardinali.

- Percorsi brevi per un maggiore controllo ma-

78-79 Museo di Habibi Gorgy, di Ramses Wassef. Tratto da A. Picone, *La casa araba d'egitto*, Jaka Book, 2009.



80

80 Sezione di museo Habibi Gorgy, di Ram-
ses Wassef. Tratto da
A. Picone, *La casa ara-
ba d'egitto*, Jaka Book,
2009.

croclimatico, così da controllare il soleggiamento. Il percorso interno all'insediamento, di tipo pedonale o carrabile dovrà essere a unico senso di marcia. Data un'altezza di tre piani dell'edificio, il percorso deve avere una sezione pari ad un terzo (come documentabile dalle sezioni che caratterizzano gli edifici e i percorsi pedonali della città di Molfetta o dell'isola di naxos nelle cicliadi in Grecia), affinché in estate la via si comporti da patio esterno in ombra diventando canale di raffrescamento. Tali percorsi saranno interni tra due isolati compatti di sezione circa 3 ml, percorsi il cui andamento non è rettilineo e non orientato perfettamente secondo gli assi cardinali, questo proprio per ridurre l'incidenza dei raggi solare sui fronti degli edifici nel periodo estivo.

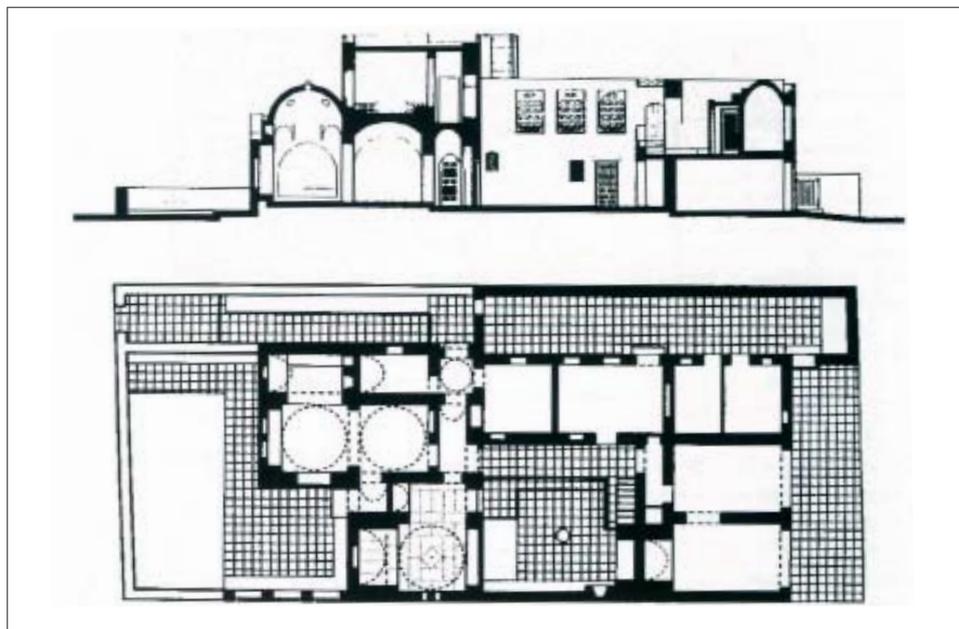
Configurazione orografica - La morfologia degli elementi naturali e in particolare la presenza di rilievi altimetrici, variamente orientati, determina una riduzione delle ore di insolazione che può incidere anche sensibilmente sulle condizioni climatiche locali. La particolare configurazione orografica dell'Appennino meridionale, che si protende sovente fino al mare con estese penisole, ripidi pendii e profonde gole scavate nei suoi rilievi, ha determinato la formazione di coste molto frastagliate, costellate di piccole insenature chiuse lateralmente da alte pareti rocciose. In questi luoghi, di preferenza, si sono insediate le piccole comunità disseminate lungo

la costa dove al riparo di uno sperone roccioso, l'abitato ha potuto avvantaggiarsi della vasta zona d'ombra, fornita dalla particolare configurazione orografica.

Orientamento - Negli insediamenti costieri dell'Italia Meridionale molti abitati marini si sono sviluppati in fasce strette disposte lungo l'asse est-ovest, ottimizzate per ricevere la minore quantità possibile di irraggiamento estivo. Egualmente, nelle strutture a corte di origine agricola, la disposizione dei diversi locali sui quattro lati è tale da assegnare agli ambienti destinati all'alloggio la disposizione di minore irraggiamento per i mesi estivi.

Rapporto di forma - Nel periodo invernale la compattezza degli isolati permette la riduzione delle dispersioni di calore. E' possibile ipotizzare che questi esternamente si aprono in sezioni di percorsi o spazi comuni (o semi comuni) per cui le caratteristiche dell'altezza dei fronti e la larghezza degli spazi esterni garantiscono l'incidenza e la captazione dei raggi solari nei periodi più freddi.

La forma degli edifici prospicienti i percorsi, nella dimensione verticale si privilegia l'utilizzo di logge arretrate lungo uno stesso profilo nella direzione verticale. Su uno stesso profilo stradale i corpi di fabbrica si devono differenziare per le altezze sia sul lato nord sia sul lato sud. Mentre nella direzione orizzontale le case dalle differenti altezze alte e snelle, saranno strette



81

le une contro le altre.

Inerzia termica delle pareti - Nell'architettura del Mezzogiorno la coincidenza tra involucro esterno e struttura portante continua comporta proprietà termiche essenziali per la climatizzazione della casa. L'involucro murario, inteso come frontiera climatica tra spazio interno ed esterno, assolve alla funzione essenziale di ridurre al minimo, nei periodi più caldi, la quantità di calore che penetra nelle ore diurne all'interno dell'abitazione. In relazione alle specifiche proprietà dei materiali più diffusi nel Mezzogiorno (tufi, pietre calcaree, ecc.) l'azione di frontiera dell'involucro murario si esplica soprattutto operando sulle superfici esterne in modo da conferire loro un notevole potere riflettente, avvalendosi dell'inerzia.

Nel Mezzogiorno, la costruzione in pietra, che richiede sempre spessori notevoli, consente di utilizzare la capacità termica dei materiali in relazione alla variazione delle temperature tra il giorno e la notte, usufruendo efficacemente del raffreddamento notturno.

Lo spessore delle pareti verticali (dell'ordine dei 50 cm), il notevole peso delle coperture, comunque esse siano realizzate (volte in tufo, ricoperte con lastrico, volte in pietra, solai piani con massetti molto spessi, ecc.), la presenza quasi costante di corpi aggiunti (scale, ballatoi, loggiati che aumentano lo spessore delle pareti specialmente nelle facciate esposte a sud) sono

tutti elementi che contribuiscono a rendere pesante l'insieme dell'involucro murario.

Unici elementi che interrompono questo effetto di barriera dell'involucro sono

- le aperture,
- porte e finestre, che di conseguenza vengono realizzate in modo tale da ridurre al minimo il loro effetto di ponte termico.

Spazi a differenti temperature - Le forme più rudimentali di abitazioni ricavate utilizzando e adattando gli anfratti rispondono molto bene, sul piano climatico, nelle zone caldo-seche. Infatti, essendo ricavate lungo scoscesi pendii rocciosi, gole, valloni, canjoni, si trovano incassate nella roccia ad una profondità tale da non risentire minimamente delle escursioni termiche esterne.

In questo tipo di ambienti, per la differenza di temperatura tra la parete esterna riscaldata dai raggi solari e quelle interne più fredde, si generano dei moti convettivi che contribuiscono a mantenere fresco lo spazio interno.

Nelle configurazioni a terrazza e dei nuclei abitati sorti lungo i crinali delle colline si favorisce lo sfruttamento dell'effetto refrigerante della parete rocciosa utilizzata come supporto, integrandola intimamente alla struttura dell'abitato. Nelle case a terrazza, ricavate nei fianchi di formazioni rocciose, di gradini orografici naturali o sui terrazzamenti realizzati artificialmente tagliando il fianco della collina, si opera in modo

81. Villa Halawa, di Abdel El Wakil. Tratto da A. Picone, *La casa araba d'egitto*, Jaka Book, 2009.



82

82 Villa Halawa, di Abdel El Wakil. Tratto da A. Picone, *La casa araba d'egitto*, Jaka Book, 2009.

da utilizzare la parete verticale del gradino come parete stessa della casa, che presenta in questo modo due o tre pareti a temperatura costantemente più fredda, oltre il piano di appoggio. Dal pavimento verso il soffitto e dalle pareti a contatto della roccia verso le pareti esterne si generano di conseguenza moti convettivi, agevolati dalla disposizione delle aperture verso l'alto che favoriscono la fuoriuscita dell'aria più calda.

In tutta la tradizione mediterranea il sistema a corte, con soluzioni più o meno raffinate in relazione alle particolari condizioni climatiche e allo sviluppo di culture più o meno evolute, è stato elaborato, oltre che come forma di abitazione comunitaria, come un complesso organismo termoregolatore.

- presenza di doppi patii comunicanti;
- presenza sul patio di una torre del vento;

La casa a corte, infatti, oltre a sfruttare, come già visto,

- l'inerzia termica delle murature,
- sfrutta l'effetto camino di aperture nella copertura per attivare una ventilazione notturna quando l'abbassamento della temperatura esterna consente una refrigerazione dell'edificio.

Nell'Italia meridionale

- la compattezza dell'abitato favorisce in generale la creazione di ampie zone d'ombra;
- in particolare la dimensione sempre molto

ridotta delle strade, difficilmente superiore a 3 m, fa sì che, ad eccezione delle ore centrali della giornata, esse siano in ombra per buona parte del giorno.

- La strada e le rare piazzette che si aprono in questi tessuti edificati compatti, diventano l'ideale completamento della casa, luoghi di incontro e di attività all'aperto.

- Le coperture a cupola prevalentemente estradossate, caratteristiche delle zone costiere campane, e quelle coniche o troncoconiche, che si riscontrano in Puglia, per la loro forma godono in modo continuo dell'effetto raffreddante dell'ombra in movimento.

- La geometria elementare del quadrato e del rettangolo si arricchisce di elementi accessori, logge, porticati, scale esterne che migliorano il funzionamento climatico della casa.

L'uso di elementi vegetali viene impiegato per ottenere, zone d'ombra mutevoli al variare delle stagioni. Strategia ampiamente utilizzata dalle comunità del Mezzogiorno a vocazione prevalentemente agricola.

Colore

La giacitura delle superfici rispetto ai raggi solari, il loro colore e il grado di opacità, sono tutti elementi che, saggiamente adoperati possono costituire un ulteriore valido schermo all'ingresso del calore nella casa. E' questa consapevolezza che ha determinato la diffusione, nell'architettura costiera e in quella dei paesi interni



83

più caldi, dell'uso del bianco come colore dominante, sia esso ottenuto mediante imbiancatura a calce o con l'adozione di pietra calcarea chiara lasciata a vista.

Schermatura solare - In un'architettura che deve difendersi dal sole lo spazio d'ombra è, infatti, in primo luogo assenza di sole e sensazione di fresco⁹; in secondo luogo si configura come una zona intermedia tra spazio indefinito e spazio racchiuso, tra esterno ed interno. I meccanismi, la geometria degli spazi d'ombra sono quelli del sole e perciò legati alla variabilità nel tempo e nello spazio del suo corso.

Dall'alba al tramonto, dall'inverno all'estate, l'arco del sole e la sua altezza sull'orizzonte cambiano gli spazi d'ombra e ne suggeriscono una utilizzazione variabile temporale, prevalentemente estiva. Le comunità dell'Italia meridionale, come del resto tutti i paesi che si affacciano sul Mediterraneo, hanno fatto largo uso di questa possibilità di difesa dal caldo e dalla luce eccessiva, dapprima utilizzando la natura, poi costruendo spazi d'ombra sempre più complessi e assoggettando la natura stessa, con l'uso appropriato di vegetazione a foglia caduca, alla variabilità dell'esigenza di ombra e di sole.

Ventilazione naturale - Utilizzando sapientemente la configurazione geometrica e l'alternanza di pieni e vuoti, consente di regolare, oltre l'irraggiamento, anche, la ventilazione e

l'umidificazione, allo scopo di climatizzare sia lo spazio vuoto della corte (che è uno spazio collettivo destinato a svolgere specialmente in estate la maggior parte delle attività diurne) sia gli ambienti che su di essi si affacciano.

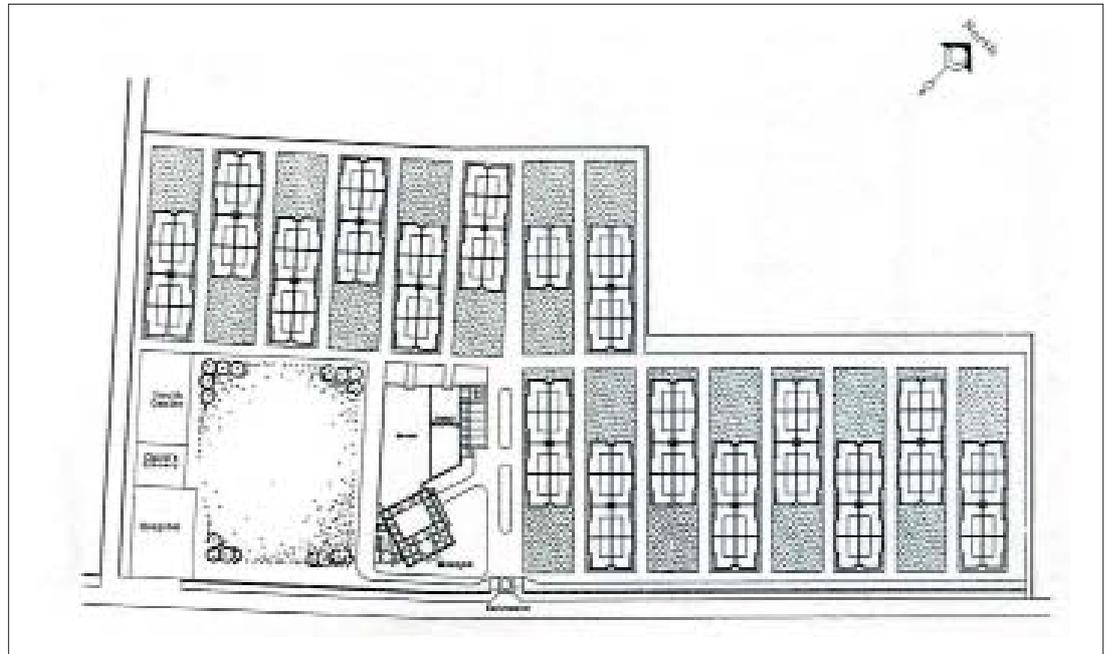
I meccanismi termici principali sono essenzialmente di due tipi:

- la ventilazione per effetto camino, dipendente dalla configurazione geometrica del cortile, e la permanenza di una sensibile differenza di temperatura tra parti alte e basse del cortile,
- accentuata dall'irraggiamento notturno verso il cielo chiaro del suolo e di tutte le superfici orizzontali riscaldate dal sole durante il giorno.

Climatologia dell'ambiente costruito

Agrumeti e vigneti, elementi costitutivi tipici del giardino mediterraneo, che hanno caratterizzato le sistemazioni agricole a terrazza di tanta parte delle coste tirreniche, soprattutto in Campania hanno contraddistinto anche l'immagine della casa. La configurazione di queste colture, basata su un reticolo spaziale a maglia quadrata o rettangolare costituito da sostegni lignei orizzontali e verticali, si trasforma, nella casa rurale, nel pergolato che delimita spesso lo spazio aperto della corte agricola. Il pergolato, spoglio d'inverno e coperto d'estate dal fogliame delle viti o di rampicanti, viene costruito dagli stessi contadini con elementi molto semplici ed economici realizzando, con una minima spesa, un comodo spazio di penombra. Il pergolato

⁸³ Abdou Ahmed, villaggio di Suzanne Mubarak. Tratto da A. Picone, *La casa araba d'egitto*, Jaka Book, 2009.



84

84 Abdou Ahmed, villaggio di Suzanne Mubarak. Tratto da A. Picone, *La casa araba d'egitto*, Jaka Book, 2009.

è stato presto trasferito anche nelle strutture più tipicamente urbane e caratterizza molti dei piccoli centri delle coste campane, impiantato non solo nei cortili ma anche sui terrazzi, che diventano, in questo modo, abitabili durante i mesi estivi.

3 Architettura Mediterranea E QUESTIONE ENERGETICA

INDICE PARZIALE

3.1 Considerazioni preliminari	74
3.2 La questione energetica nell'Architettura del XX secolo	76
3.2.1 Gropius e i suoi ideali	79
3.2.2 Le Corbusier e il suo rapporto con l'Architettura del mediterraneo	81
3.2.3 Il pensiero e l'esperienza di Fathy Hassan	88
3.2.4 Il pensiero e l'esperienza di Dimitris Pikionis	102
3.2.5 Il razionalismo italiano	111
3.2.6 Conclusioni	116
3.3. L'identità mediterranea. Tra natura e ambiente costruito	117
3.3.1 Introspezione e chiusura	118
3.3.2 Pesantezza e leggerezza	125
3.3.3 Colore	126
3.3.4 Luce	136
3.3.5 Acqua	137
3.4 Conclusioni	139

In questo spazio si definiscono come i linguaggi che delineano l'identità dell'architettura mediterranea, hanno da sempre caratterizzato una progettazione che si concretizza in un'architettura espressione di equilibrio tra uomo, ambiente costruito e ambiente naturale.

Si impronta un confronto tra i principi architettonici, l'Architettura del 900 e quella dei paesi del mediterraneo, per cogliere in che misura rispetto i diversi contesti storico-culturali ci sia stata sinergia tra la progettazione dell'*Architettura* e l'ambiente naturale attraverso con un confronto trasversale nel quale si delinea in quale misura si può parlare di quella che oggi viene chiamata *efficienza energetica*. Presentando cosa si è inteso per Architettura dagli inizi del XX secolo e in quale modo si inserisce il concetto di efficienza energetica, di edilizia passiva e controllo climatico. Nonché l'importanza che hanno i principi architettonici, nei differenti contesti storico-culturali e il loro ruolo sociale.

L'assunto del confronto tra le esperienze sopra delineate e il loro grado di affinità a questo tema, diventa la base di riferimento per delineare le radici del problema scientifico. Quest'ultimo infatti non è legato unicamente ai punti di criticità normativi o manualistici, ma ha le sue origini nell'approccio progettuale che da secoli si basa sui linguaggi le tipologie architettoniche e costruttive antiche delle regioni dell'Italia centro meridionale, dei paesi arabi e della Grecia, e delle strategie progettuali analizzate al capitolo 2.

3.1 CONSIDERAZIONI PRELIMINARI

Le radici del tema dell'architettura efficiente si collocano dal più antico prototipo abitativo che l'individuo umano abbia scelto, o costruito in un continuo intreccio con le vicende evolutive della cultura del progetto. Partendo dalla definizione di "edificio passivo" per il quale si intende un edificio in cui le condizioni di comfort vengono raggiunte grazie alle caratteristiche dell'involucro edilizio e a sistemi di trasporto di calore da o verso l'ambiente circostante, che non richiedono l'utilizzo di energia fossile, si può affermare che già nelle caratteristiche dell'edilizia e i tessuti urbani più antichi questo è un principio che possiamo ampiamente ritrovare. Sia nell'architettura rurale, collinare e montana sia in quella costiera dei paesi mediterranei.

Da qui la prima sinergia con il contesto, un problema legato al nostro secolo.

La cultura del mondo mediterraneo trova le sue radici nella storia dell'architettura, dalla cultura egiziana, passando attraverso la greca, la micena, la romana, l'araba ecc.

Nacque nel seno della cultura europea più recente l'idea di un'architettura specificatamente mediterranea come qualcosa da porre come manifesto. L'idea di cultura mediterranea è il risultato delle contraddizioni e delle esigenze di culture che il XX secolo ha imposto in parte del mondo.

Tra la prima e la seconda guerra mondiale si co-

mincia a parlare di architettura mediterranea, quando all'idea di considerare la storia in forma lineare e cronologica è fine del XIX secolo, la filosofia di Nietzsche produce un modo di pensare non più cronologico ma bi polarizzati in cui si parla di cultura del nord quella del sud e rispetto a quella in oggetto si fa riferimento alla cultura dei paesi mediterranei contrapposto al nord Europa (della Germania del movimento moderno). Intesa come una situazione localizzata di cui non si considera la storia come un susseguirsi di trasformazioni ma come situazioni polarizzate ognuna delle quali rappresenta un sistema completo di archetipi, di modi di pensare diversi. A tal proposito Pedrag Matvejevic scrive:

"Il mediterraneo al di là delle sue attuali divisioni politiche, [...] con tre comunità culturali [...] rappresenta i soli destini di lungo respiro che si possono seguire ininterrottamente attraverso le peripezie e i casi della storia mediterranea. Tre civiltà: innanzi tutto l'Occidentale, o forse sarebbe meglio dire la cristianità [...]. Il secondo universo è l'Islam [...], che costituisce da solo l'altro mediterraneo, il contro-mediterraneo prolungato dal deserto. Oggi il terzo personaggio non palesa immediatamente il proprio volto. Si tratta dell'universo greco, dell'universo ortodosso [...]."⁵ Queste civiltà, dalle quali le nostre attuali società derivano, hanno generato tre modelli insediativi che prevalgono su tutti: quello islamico, quello del levante e quello

Abdel Wahed El Wakil, villaHalawa, Agamy, 1975. Tratto da "La casa araba d'Egitto. Costruire con il clima dal vernacolo ai maestri contemporanei", Milano, Editoriale Jaca, 2009. Tratto da A. Picone, La casa araba d'Egitto, Jaka Book, 2009.



europeo”⁶.

“Non esiste una sola cultura mediterranea: ce ne sono molte in seno a un unico Mediterraneo. Sono caratterizzati da tratti per certi versi simili e per altri differenti, raramente uniti e mai identici. Le somiglianze sono dovute ad un mare comune e all’incontro sulle sue sponde di nazioni e forme di espressioni vicine. Le differenze sono segnate da origini e storia, credenze e costumi, talvolta inconciliabili. Né le somiglianze né le differenze sono assolute o costanti: talvolta sono le prime a prevalere, talvolta le ultime. [...]”⁷.

Quindi la mediterraneità nel progetto d’architettura si ritrova nell’appartenenza alla specificità dei luoghi a cui essa appartiene.

3.2 LA QUESTIONE ENERGETICA NELL’ARCHITETTURA DEL XX SECOLO

Tra architettura ed energia è sempre esistita una sinergia completa. Il rapporto tra progetto di architettura e caratteri microclimatici di un luogo, è stato sempre al centro dei risultati costruttivi rappresentati dall’architettura di ogni civiltà. Rapporti affrontati e discussi anche nei tratti di architettura a cominciare da Vitruvio, il quale afferma, con il principio *salubritas*, la necessità che la casa non fosse mai fredda e umida durante l’inverno e calda d’estate, predisponendo le buone norme per raggiungere questo risultato, basandosi sull’esperienza fino

a quel momento raccolta⁸.

“Saranno gli edifici privati ben disposti, se dal bel principio si rifletterà agli aspetti e ai climi, nei quali si fabbrica; imperciocchè è fuori di dubbio che abbiano ad essere diverse le fabbriche che si fanno nell’Egitto da quelle che si fanno nella Spagna, diverse quelle di Ponto da quelle di Roma, e così anche negli altri paesi.

Giacché una parte della terra è sottoposta al corso del sole, un’altra ne resta lontana; e l’altra che è nel mezzo rimane temperata. Laonde siccome la costruzione del cielo, riguardo alla Terra, per la inclinazione dello zodiaco e per il corso del sole, è naturalmente dotata di diverse qualità, con questa regola conviene formare gli edifici secondo il temperamento dei luoghi e i vari aspetti del cielo.

Sotto il settentrione si hanno fare le abitazioni a volta, il più che si può riparate, anzi rivolte agli aspetti caldi: nei luoghi meridionali all’incontro sottoposti alla veemenza del sole, perché vi si muore dal caldo, si debbono fare delle aperture e rivolte a Tramontana o a Greca. Così con l’arte si ripara al danno che farebbe da sé la natura. Si prenderà negli altri paesi della stessa maniera un temperamento corrispondente al loro clima”.

Delinea l’importanza di distinguere gli approcci progettuali e costruttivi in regioni con caratteristiche climatiche molto differenti tra loro; in cui le architetture realizzate saranno molto diversi

in funzione delle esigenze richiamate dei rispettivi climi. Quindi l'edificio dovrà essere ben disposto al fine di usufruire al meglio di quelle che sono i caratteri del sole e delle temperature di un dato sito. Descrive alcune strategie morfologiche in grado di ovviare a problematiche dirompenti in clima caldo.

Parla inoltre di regione temperatura, riferendosi all'area climatica mediterranea, in relazione all'incidenza del fattore solare sulla terra.

“Trattamento che debbono avere tutte le specie di edifici sì per l'uso, sì ancora perché siamo rivolte al giusto aspetto del cielo. I triclini dunque d'inverno e i bagni riguardano verso ponente. Ciò perché vi bisogna lume la sera, e oltracciò il sole che va a tramontare, manda giusto dirimpetto i suoi raggi, e col suo calore rende più tiepido l'aspetto delle ore vespertine. Le stanze da dormire le librerie devono guardare il levante; poiché l'uso delle medesime richiede lume di mattina: oltreché in si fatte librerie non si guastano i libri e in quelle che riguardano mezzogiorno o ponente, patiscono per le tignuole e per l'umido, perché i venti umidi, corrompono con la muffa i libri.

I triclini di primavera e di autunno riguardano il levante: perché tenendosi chiuse le finestre, finché la forza del sole trapassi per ponente, restano temperati per le ore nelle quali se ne vuole far uso. Gli estivi poi verso il settentrione perché questo aspetto (non come gli altri, i qua-

li per lo caldo s'infocano nel solstizio) essendo opposto al corso del sole, riesce sempre fresco, e di uso salubre e piacevole”.

Affronta inoltre il tema del confort interno dell'ambiente, legato al rapporto con l'umidità, l'esigenza di illuminazione naturale, e consiglia la disposizione degli ambienti, relazione alle caratteristiche del sole e del vento.

Il modello di edificio “passivo” come noi oggi lo intendiamo, in passato era l'unico modello edilizio presente, quello che ottimizza le risorse energetiche rinnovabili. In termini di impianti si utilizzavano sistemi per il riscaldamento invernale. Dall'antica Mesopotamia si ritrova l'uso dei bracieri per gli inverni più freddi, per proseguire ai camini, alle stufe, tutti azionati con fonti energetiche tratte da materiali naturali.

La necessità progettuale di porre in relazione spazio costruito e clima nel movimento moderno verrà surclassato da problematiche linguistiche e formali di un'architettura prettamente funzionalista, specchio di una modernità meccanicistica attenta a rompere i rapporti linguistici con il passato preindustriale classicista. Quindi nel primo decennio del movimento si porrà meno attenzione a questi basilari aspetti della progettazione. Ma parallelamente il movimento razionalista italiano, ritrova come riferimenti della produzione architettonica i criteri d'igiene ambientale e prestazione climatica, che sono diventati il riferimento per la produzione di ma-

nuali di progettazione che ancora oggi contengono le principali regole di buona programmazione progettuale, nelle quali si sono delineati i caratteri delle tipologie edilizie, il controllo della luce naturale in termini d'illuminazione, il fattore di riscaldamento, ecc. partendo dall'assetto urbano dei sistemi edilizi.

Tanto questo principio era radicato nell'assetto della cultura razionalista, che mentre lo sviluppo industriale portava al consumo spropositato di fonti energetiche non rinnovabili con l'indiscriminata diffusione dell'International Style, in cui la questione ambientale era ancora molto lontana, due architetti ungheresi i fratelli Olgay, di formazione prettamente razionalista emigrano in America e appoggiandosi all'Università di Princeton sviluppano uno studio sistematico del rapporto tra condizioni ambientali e edificazione, basta sia sulla vasta e complessa rilevazione di dati climatici ma anche su modelli e apparati di simulazione.

Dagli studi originali portati dal movimento razionalista i due architetti hanno precorso i tempi introducendo negli anni 50' la questione ambientale, le regole e i principi dell'architettura bioclimatica sulla quale ancor oggi si lavora, analizzando sotto il profilo del comportamento energetico passivo delle costruzioni il loro conseguente assetto edilizio e urbanistico. Questi principi si diffonderanno solo negli anni 70' a seguito della crisi energetica. Derivata da un

esasperato uso delle fonti di energia fossile che nei differenti settori della produzione a determinato pesanti bilanci di produzione di sostanze nocive e conseguenti squilibri ambientali che oggi si cerca di attenuare.

Il settore dell'architettura è uno dei settori che ha inciso particolarmente in questo bilancio, perché l'introduzione di nuovi sistemi tecnologici nell'abitazione, che sfruttano l'utilizzo di energie non rinnovabili, una minore attenzione alla qualità delle caratteristiche prestazionali dell'involucro edilizio, stanno producendo uno dei più elevati tassi di sostanze nocive. Questo significa che lavorare al miglioramento della qualità dell'architettura in termini prestazionali significa ottimizzare l'utilizzo delle principali fonti di consumo fossili.

In questo contesto la ricerca energetica non sarà la soluzione risolutiva del problema energia nel lungo periodo, ma aprirà le porte all'insieme di risorse necessario al superamento del monopolio delle fonti fossili con un nuovo modo di intendere l'energia. Si può tornare oggi all'idea di energia come motore di vita e benessere.

Se consideriamo questa come una tecnologia da sfruttare in qualità di risorsa data all'uomo dalla natura e per suo essere inesauribile e parallelamente consideriamo l'architettura la tecnologia in grado di porsi in relazione con essa al fine di soddisfare le esigenze di benessere dell'individuo, scopriamo la complementarità

dei due fattori, in cui l'architettura si pone come strumento in grado di controllare strettamente l'energia. Riscoprendo così il valore che l'energia aveva nei tempi passati per sviluppare il progetto tecnologico, prima di quelle conoscenze scientifiche che hanno radicalmente modificato il rapporto con la progettazione edilizia.

In un pianeta sempre più fragile l'architettura non può prescindere dalle proprie responsabilità di migliorare la qualità di vita dell'uomo, e riscoprire l'*identità* del *luogo* e dello *spazio*.

E proprio in questi principi che la tradizione architettonico-costruttiva *mediterranea* più antica ha basato il suo sviluppo e per questo si pone oggi come principale riferimento progettuale per la definizione dei nuovi modelli dell'abitare, con particolare riferimento a quelle regioni in cui le caratteristiche climatiche sono similabili, dove cioè insiste maggiormente il fattore di regime estivo.

3.2.1 WALTER GROPIUS

Walter Gropius è la figura principale in cui si identifica la nascita e la crescita dello stile internazionale e modernista sviluppatosi dagli anni 20' nel nord Europa e che ha sottratto attenzione alle esigenze energetiche dell'architettura, rivolgendo maggiore attenzione alle problematiche linguistiche come specchio d'essenzialità funzionalista, avvertendo sin da giovane la caotica disarmonia dell'ambiente umano che

l'età moderna dominata dall'industrializzazione, aveva generato, in confronto all'armonia e alla bellezza delle città antiche.

A questo proposito è interessante considerare la figura dell'architetto Gropius nella sua maturità professionale, al termine del dibattito modernista, quando si trova in America in qualità di preside della facoltà di architettura di Harvard dal 1937 al 1952.

L'architetto afferma che contrariamente a quanto si diceva delle realtà del nord Europa, si può considerare infelice il termine attribuito alla nuova corrente ossia "Stile internazionale" perché risulta una terminologia superficiale.

"...Un'espressione regionale, indigena, derivata dall'ambiente, dal clima, dal paesaggio, dalle abitudini della popolazione." W. Gropius

Gli obiettivi prefissati dalla ricerca indotta dal movimento erano due, la liberazione dell'architettura da un eccesso di ornamento, e di enfaticizzazione delle sue funzioni strutturali, focalizzandosi su soluzioni semplici ed economiche, come aspetto puramente materiale di quel processo di formalizzazione da cui dipende il valore *pratico* della Nuova Architettura. L'altro obiettivo era l'appagamento estetico dell'animo umano, non di minor valore di quello materiale.

Quel che riveste un'importanza ben superiore all'economia strutturale e alla sua enfasi funzionale, è la conquista intellettuale che ha reso possibile una nuova visione dello spazio. Infatti,



1

1-2 Casa del direttore del Bauhaus.

mentre il lavoro del costruttore implicava esclusivamente metodi e materiali, quello dell'architetto richiede la profonda conoscenza e la padronanza dello spazio. Ora una nuova concezione del costruire, si relaziona a una nuova concezione dello spazio. Queste trasformazioni sono rese possibili dal nuovo contributo della tecnica, che hanno accelerato la disintegrazione delle solide masse costruite in muratura e la loro trasformazione in sottili pilastri in cemento armato o acciaio, i muri divisorii vengono realizzati con cemento leggero di pomice, in calcestruzzo di scorie o altri materiali sintetici sottoforma di blocchi cavi e lastre sottili. Le sostanze sintetiche introdotte sono quindi acciaio cemento e vetro e stanno sostituendo l'uso e i sistemi costruttivi utilizzati con i materiali della tradizione, ma la cosa più eclatante è la perdita di massività del muro e della sua funzione portante.

Da qui si può pienamente comprendere che il tema dell'edificio che si relazionato ai fattori energetici, non era al centro delle discussioni e dei problemi della ricerca modernista, ma è chiaro come il tema della costruzione in relazione alle caratteristiche del luogo sia un fattore assodato e integrato al pensiero. Infatti lo stesso Gropius afferma che se si considera la differenza delle condizioni climatiche della California rispetto al Massachusetts, ci si renderà conto che l'architettura si esprimerà con rile-

vanti diversità. In una visione molto più orientata verso l'aspetto della composizione spaziale attraverso cui si esprime la differenza che potrà risultare da questo solo fatto, in cui l'architetto porrà le relazioni tra esterno e interno in modo profondamente diverso nelle due regioni. Si afferma un'idea di regionalismo in cui si mantengono saldi i principi basilari della progettazione legata all'efficacia delle qualità dello spazio dell'abitare, dove si pensa di trovare una risposta attraverso i caratteri compositivi dell'edificio e le nuove tecnologie nate per mezzo dell'industrializzazione.

Da qui ripercorrendo i temi trattati dal CIAN si può affermare che con l'idea di creare un linguaggio unico, vi è l'intento di creare uno "spazio" in cui condividere i quesiti formulati da architetti dei differenti paesi europei industrializzati. Quesiti riferiti ai temi dell'abitare a cui questo fenomeno conduce, per avere risposte condivisibili che possano assimilare le problematiche dell'"abitare" nei nuovi quartieri che nasceranno durante e per mezzo del fenomeno dell'industrializzazione senza però ricadere su questioni progettuali puntuali che necessariamente avranno un'interpretazione regionale con riferimento preciso al contesto d'azione.

Il modernismo come afferma Gropius non si vuole definire uno stile, ma una nuova impostazione d'azione come carattere essenziale del nuovo lavoro compositivo, flusso di un continuo



2

sviluppo, il trasformarsi dell'espressione secondo i mutamenti vitali.

In riferimento a questo ideale e al contesto sociale ed industriale in cui ci si inserisce si genera la nuova visione dell'architettura contrapposta al linguaggio classista, ricco di eccessi. Diventa un atteggiamento sostenibile nel nuovo rapporto con l'industrializzazione e la costruzione, in cui si fa del fenomeno locale una risorsa per l'architettura. Mentre oggi l'eccesso di questi fenomeni industriali produttivi conduce a nuove problematiche che sotto il tema della sostenibilità hanno nuovi obiettivi.

La cultura dei paesi mediterranei veniva ammirata per il forte regionalismo in quanto forte espressione dell'identità dei luoghi, dalla quale si riflettono chiaramente i colori, l'essenzialità compositiva e linguistica del linguaggio moderno, ma nel contempo veniva criticata perché non era stata in grado di evolversi.

Il modernismo nega ciò che è eccessivo nel progetto che non ha valore ma includono a sé tutti quei fattori che ne determinano un'efficienza funzionale ed estetica in termini di funzionalità e vivibilità.

Queste sono delle considerazioni specchio di una individualità matura, che si è generata durante il più intenso periodo meccanicistico all'interno del quale non è stata mai rinnegata la conoscenza delle tecniche antiche compreso l'artigianato, anche sotto il profilo didattico, in

qualità di conoscenze preliminari ai successivi approfondimenti legati all'innovazione tecnologica, in cui la figura dell'uomo è al centro di questo momento storico di modernizzazione sociale ed economica.

Di fondo emerge un'ideale di sostenibilità nel processo produttivo dell'architettura anche se più rivolto ad un rapporto con il fenomeno industriale, visto come risorsa e matrice di rinnovamento e non ai fattori energetico ambientali.

3.2.2 LE CORBUSIER E IL SUO RAPPORTO CON L'ARCHITETTURA DEL MEDITERRANEO

All'interno nel panorama europeo Le Corbusier si pone come una figura cruciale, infatti in lui si rivedono concettualmente e progettualmente i primi effetti del meccanicismo edilizio specchio dell'evoluzione industriale nell'edilizia.

Nel suo "Verso un'Architettura" descrive gli effetti della rivoluzione industriale che hanno come tappa primordiale la sostituzione dei materiali naturali con i materiali artificiali, dei materiali eterogenei e discutibili con i materiali artificiali omogenei e controllati con verifiche di laboratorio e realizzati con elementi stabiliti. Il materiale artificiale sostituirà il materiale naturale, variabile all'infinito.

Condizione che definisce un nuovo mercato economico, nel quale l'uso dei nuovi materiali è proporzionale alle reali necessità strutturali perché preventivamente calcolati con strumenti



3



4

esatti che ne definiscono le caratteristiche dimensionali. Come nel caso delle travi in acciaio e le opere in cemento armato la cui qualità si può controllare in laboratorio. Tali condizioni hanno fatto in modo che il legno e la pietra venissero meno utilizzati, perché se si considera il primo caso la lavorazione di una sola trave con la presenza di imperfezioni genera un notevole scarto di materiale e nel secondo caso deve essere troppo il materiale impiegato per la realizzazione di muri eccessivamente spessi.

A questi si vanno ad unire i servizi sviluppati dai nuovi tecnici come, l'acqua e l'illuminazione che sono in rapida evoluzione, mentre il riscaldamento centrale ha preso in considerazione la struttura dei muri e delle finestre – superfici raffreddanti – e di conseguenza la pietra utilizzata in sezioni murali da un metro è stata soppiantata da leggere putrelle doppie e scorie di ferro. Così queste nuove possibilità lasciano cadere dei riferimenti storici per l'architettura, infatti non vi è più bisogno di fare un tetto a falde per sgombrare l'acqua, le finestre non hanno più dimensioni limitate al sistema costruttivo utilizzato, quindi si potrà avere più luce all'interno dell'abitazione, non si adopereranno più le travi in legno massicce ed eterne perché si spezzano in presenza di un radiatore, mentre il metallo rimane saldo.

Ora bastano sottili muri per proteggere e controllare le differenze di temperatura e putrelle

di unici centimetri per reggere enormi pesi.

L'industrializzazione ha generato un rapido evolversi delle qualità degli impianti di riscaldamento e di illuminazione, nonché della razionalizzazione delle strutture, a tal punto da portare Le Corbusier a concepire la casa in serie, accessibile a tutti.

Non una casa che nasce per durare come espressione del culto della famiglia, della razza, ma un'abitazione prodotta dall'industria ed espressione delle recenti esigenze della modernità e del nuovo sistema di relazioni sociali.

Questo è quanto afferma fino ai primi anni 20', ma a partire dal 1928, fino i primi anni 60' Le Corbusier contrappone alla dimensione esclusivamente meccanicistica della produzione edilizia, l'uomo come identità reale, cioè l'uomo che vive sulla terra che ha una identità fisica, l'uomo che è toccato dalla luce dal sole dall'aria, dalle condizioni del mondo esterno, che non hanno nulla a che vedere con la meccanizzazione. Tale confronto definisce un cambiamento, il momento di separazione tra l'ideologia modernista di quel momento e le revisioni che di seguito sono succedute.

Tale passaggio è segnato da un acceso dibattito che intercorre tra lui e lo svizzero Sigfried Giedion in cui Giedion esalta la meccanizzazione della nuova architettura, nel quale Le Corbusier polemizza contrapponendo le esigenze dell'uomo reale. Questo avviene durante un congresso

3-4 Unità d'abitazione a Marsiglia 1945-53.

5 Primo progetto per Marsiglia 1945.



5

del CIAN che si svolge su di una nave verso Atene, in cui si produrrà un documento denominato “Carta di Atene” all’interno della quale si delineano i principi di sanità, della creazione di nuovi quartieri residenziali e si richiama per la prima volta a quello che nel Mediterraneo costituisce una ricchezza fondamentale, l’uomo. E da qui si genera la teoria del Modulor, come tentativo di rappresentare la vecchia tradizione mediterranea, teorizzazione della scala umana.

In quanto l’architettura non è un oggetto insensibile, ma è un luogo le cui dimensioni i cui spazi, si relazionano con il corpo umano. In questo si rapporta all’architettura Greca, a quelle delle isole Cicladi alla cultura Etrusca, delle quali esalta e indaga il momento della nascita per comprendere su quali base e principi esse si sono formate ed evolute, anche nell’ambito architettonico.

Questo è un interesse che viene da lui condiviso con molti architetti italiani ed europei negli anni trenta, alla riscoperta dei caratteri dell’architettura anonima compresa quella dell’Italia meridionale, dell’Algeria, del nord Africa e del medio oriente.

Attraverso questa ricerca ha potuto constatare che non era generalizzabile l’uso dei grandi muri-cortina di vetro, ed è corretto in queste regioni utilizzare muri dall’elevato spessore perché questi sono in grado di filtrare la quantità della luce dall’esterno all’interno, elementi che mo-

dellano le caratteristiche dell’architettura.

Non introduce nella sua ricerca i problemi dell’architettura in termini di risparmio energetico, ma riconosce alla cultura mediterranea di essere lo specchio concreto di una cultura popolare che è arrivata a ottimizzare le qualità architettoniche e costruttive dell’edificio compatibilmente con la realtà paesaggistica e climatica dei luoghi in particolare con il sole. Qualità che si esplicano nelle semplici forme prismatiche e la scelta essenziale delle cromie in cui prevale il colore bianco. Infatti le caratteristiche morfologiche di questi insediamenti gli permettono di proteggersi dal sole, sia nell’illuminazione sia per il problema del calore.

Afferma che l’Architettura moderna aveva esaltato i materiali nuovi, mentre l’architettura mediterranea, quella “anonima”, aveva insegnato che i materiali quali pietra, ceramica, calce e legno sono alla base dell’edificazione e nella definizione dei colori che nascono dalla terra. I colori delle superfici si scelgono in relazione alle caratteristiche della luce locale, che relazionandosi alla forma dell’architettura progettata coerentemente, crea zone d’ombra, zone soleggiate e di penombra. Ciò che dimostra e apprezza è che è così che si produce la qualità di un’architettura più umana, che corregge il carattere inumano dell’architettura moderna.

Questi nuovi ideali che si fondono sugli interessi dell’architettura mediterranea si concretizzano



6



7

nell'opera dell'architetto, attraverso esperienze progettuali, che cominciano dagli anni trenta, come Unitè d'Habitation a Marsiglia, dove dedica enorme attenzione al sistema di produzione della casa con idee meccanicistiche e parallelamente si sofferma allo studio della trama e del colore dei materiali e soprattutto al colore e alla profondità che la luce del sole è capace di dare.

Da quest'opera si evince come l'architetto tende a fondere i due principi della ricerca, ed è per questo che non si può parlare di architettura tradizionale, perché lo sforzo sta nell'eliminare i canoni popolari dell'architettura storica in una traduzione alle esigenze del tempo, per la creazione di un'architettura che vuole essere innovazione. Infatti in uno scritto del 1935 Sert afferma:

"Noi quando ci avviciniamo all'architettura tradizionale, non lo facciamo per ritornare a un'architettura pseudofolklorica, un'architettura d'imitazione più o meno folklorica delle tradizioni locali: quello che vogliamo è apprendere alcuni dei suoi principi." Josep-Lluís Sert

Un altro esempio è la cappella di Ronchamp qui i due elementi che compongono l'edificio dichiarano una piena influenza mediterranea, innanzi tutto le murature bianche, il loro elevato spessore e massa tipico della trazione mediterranea e le piccole aperture. Le bucatore sono un controllo dell'incontro del sole con le superfici al

fine di regolare l'acquisizione della luce interna. Mentre la copertura sembra l'interpretazione formale di conchiglie di mare mediterraneo.

Ideologie condivise con il suo allievo Josep-Lluís Sert il quale conosciuto ad Harvard negli Stati Uniti è riuscito a portare nella sua produzione elementi e linguaggi dell'architettura mediterranea spagnola così come aveva fatto in progetti realizzati a Barcellona e a Ibiza. Risulta interessante vedere come negli edifici realizzati tra Cambridge e Boston si possa riconoscere un'identità in parte americana e in parte mediterranea.

Altro personaggio che produsse un'architettura, sintesi dei linguaggi e delle esigenze della modernità e le caratteristiche della cultura locale ricca di tradizione mediterranea è l'opera di Josè Antonio Coderch.

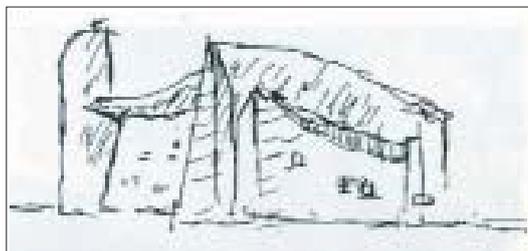
Le Corbusier definirà tre aree di cultura architettonica l'area latina, l'area germanica e l'area slava. La cultura latina si estende geograficamente da Marsiglia ad Algeri e a levante da Roma e a ponente Barcellona. Un'area geografica che definiscono le regioni del mediterraneo occidentale aree in cui si agisce attenti alla vita collettiva e alle condizioni locali.

Questa viene detta "fascia climatica Le Corbusiana" dove l'architetto definisce dei territori il cui clima è caratterizzato da estati asciutte escursioni termiche giornaliere, che in termini generali portata a un modello bioclimatico do-

7 Chandigar India. Le Corbusier. Tratto da Gallo Cettina, Architettura bioclimatica, Roma, Syntesis, 1998, p.157

8 Chandigar India, dettaglio sistema schermante esterno. Le Corbusier. Tratto da Gallo Cettina, Architettura bioclimatica, Roma, Syntesis, 1998, p.157

8-9 Cappella di Ronchamp 1960-55. Le Corbusier. Tratto da Gallo Cettina, Architettura bioclimatica, Roma, Syntesis, 1998, p.157



8



9

minato da una necessità di raffrescamento sia degli spazi aperti che di quelli chiusi, a cui corrisponde una risposta morfologica che varia con i fattori culturali e climatici.

“In Algeria, nel Nord d’Africa, Medio Oriente, nel sud Europa vicino al mediterraneo, ritroviamo la lezione di queste architetture. La lezione di un’architettura fatta a partire da una razionalità che è andata migliorando lungo il tempo, che è andata trovando il linguaggio esatto dei materiali disponibili, che è andata accumulando esperienze (...). Mentre l’architettura moderna contrappone il mondo artificiale della città al mondo naturale, l’architettura del Mediterraneo ci dà una lezione completamente diversa: quella di un dialogo, di una relazione intelligente, non sempre mimetica. Non è che l’architettura imiti sempre la natura, ma l’architettura popolare a trovato il modo di interpretare le condizioni della topografia, dei materiali locali, della luce, della vegetazione, in un modo molto più saggio che l’astrazione dell’architettura moderna.” Ignasi de Solà-Morales

Le Corbusier, come illustrato in *Oeuvre complète*⁹ risente di quelli che sono i fattori energetici di controllo climatico come il sole definendolo uno strumento di controllo dell’Architettura. A tale proposito introduce l’uso della *griglia climatica* un mezzo materiale di visualizzazione che permette di enumerare, coordinare ed analizzare i dati climatici di un luogo definito (dalla sua

latitudine) al fine di orientare la ricerca architettonica verso soluzioni in accordo con la biologia umana. Si tratta di regolarizzare e di rettificare in modo utile gli eccessi di climi “estremi” e di realizzare con accorgimenti architettonici le condizioni capaci di assicurare il benessere e il comfort.

Lo strumento che introduce è la *Grille Climatique*, questa è una matrice formata da quattro bande orizzontali che forniscono le condizioni dell’ambiente. Le bande sono tagliate da verticali che scandiscono i tempi. Nel senso della lunghezza, la griglia è costituita da tre settori successivi che riproducono i medesimi comparti. Questi settori assicurano le dimostrazioni seguenti su: a) condizioni d’ambiente; b) correzioni in vista del comfort e del benessere; c) soluzioni architettoniche.

a) *Condizioni d’ambiente*. Rappresentazione del clima considerato. Ogni clima può essere utilmente espresso da quattro elementi essenziali: - temperatura, - umidità dell’aria, - movimenti dell’aria (venti e correnti), irraggiamento termico degli oggetti considerati.

La Griglia comporterà dunque 4 bande orizzontali che permettono di visualizzare le variazioni di ciascuno dei quattro fattori summenzionati, nel corso di un arco di tempo preso in considerazione (giorno o anno ecc.). Il tempo sarà espresso dalle verticali che scompongono opportunamente le durate considerate: momenti,

TITRE A												TITRE B												TITRE C											
CORRECTIONS CLIMATIQUES												CORRECTIONS A APPORTER												PROCESSUS ARCHITECTURAUX											
VALIE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
TEMP DE L'AIR	JAN	FEB	MAR	AVR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	JAN	FEB	MAR	AVR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	JAN	FEB	MAR	AVR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	
TEMP DE L'AIR																																			
PLUVIOSITE RELATIVE																																			
WIND DIRECTION																																			
WIND VELOCITY																																			
IRRADIATION																																			

10

giorni anni, ecc. Così la prima banda orizzontale darà, per esempio, le variazioni di temperatura nel corso di mesi, stagioni, anni, nei punti caratteristici dei solstizi, degli equinozi, dei monsoni, ecc. un colore rosso disegnerà la curva annuale delle temperature. Una tinta blu sulla seconda banda disegnerà la curva igrometrica dell'aria; la terza banda mostrerà le direzioni e le intensità diverse dei venti, sempre nel corso dell'anno. Infine la quarta banda fornirà l'irraggiamento dei muri, dei tetti, ecc...presi in considerazione nel progetto architettonico. Così si troveranno visualizzate le condizioni d'ambiente. Le prime informazioni che la griglia fornisce sono le caratteristiche climatiche.

b) *Correzioni in funzione del comfort e del benessere.* Sono enunciate le correzioni e rettifiche di natura biologica necessarie per assicurare benessere e comfort. La lettura del primo settore aveva rivelato i punti critici, le condizioni in cui l'uomo soffre. Il settore della Griglia è contiguo al primo e comporta le medesime caselle determinate dalle orizzontali e verticali. In alcune di esse il fisico-biologo inserirà le correzioni o rettifiche giudicate indispensabili. Così la lettura del secondo pannello della Griglia costituisce essa stessa il programma alla base dell'intervento architettonico.

c) *Soluzione architettonica.* Il terzo settore della griglia è contiguo al secondo, con le stesse ripartizioni dei precedenti due. In ogni casella

corrisponde quelle del pannello 2, nelle quali erano state apposte le rettifiche e correzioni di ordine biologico, il timbro segnala che esiste un grafico, di formato 21-27 (+6) = 21-33, che propone la soluzione architettonica adeguata. Il timbro porta una "D" che segnala, a questo punto della Griglia, l'esistenza di un disegno. Sotto la D, in due spazi bianchi, sono scritti i riferimenti che permettono di rapportare il documento alla sua collocazione esatta nel settore 3 della griglia e la data della sua realizzazione.

I documenti grafici costituiscono la risposta dell'architetto. Opportunamente ordinati essi formano il "Quaderno allegato alla Griglia". Un'operazione manuale relativamente facile può dotare di molta efficacia il settore 3 della griglia. Ecco l'operazione: si designerà nelle caselle "incrementate", nello spazio lasciato libero dal timbro D, lo schema del disegno che costituisce il documento corrispondente.

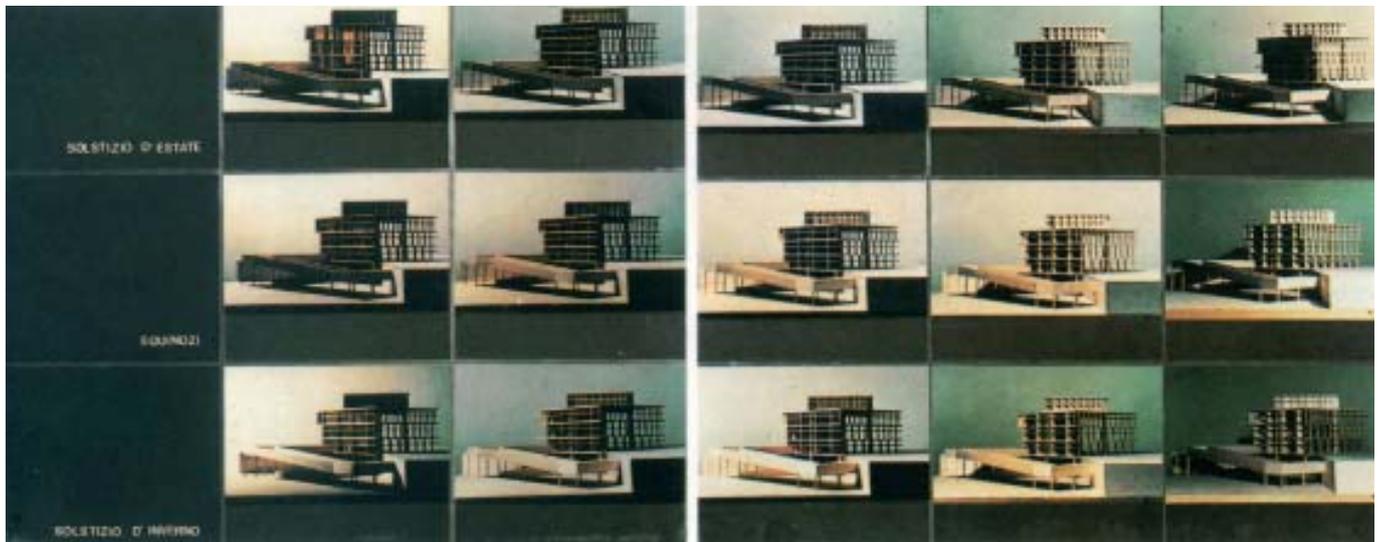
Si farà così, grazie a una sufficiente visualizzazione, facilitato l'uso della griglia.

Nella carta d'Atene redatta nel 1933, in riferimento al controllo climatico nella progettazione si afferma che:

" Per ogni alloggio dovrà essere stabilito un numero minimo di ore di insolazione...Il sole deve penetrare in ogni alloggio per alcune ore del giorno, anche nella stagione meno favorita...Si dovrà rifiutare severamente qualsiasi progetto di abitazione nel quale anche un solo alloggio

10 Le Corbusier: La griglia climatica. Tratto da Gallo Cettina, Architettura bioclimatica, Roma, Syntesis, 1998, p.157

11 La torre delle ombre; Chandigar. Le Corbusier. Tratto da Gallo Cettina, Architettura bioclimatica, Roma, Syntesis, 1998, p.157



11

sia orientato esclusivamente a nord, o venga privato del sole a causa da ombre portate.

Bisogna eseguire da ogni costruttore un diagramma che dimostri come nel solstizio invernale il sole entri in ogni alloggio almeno due ore al giorno. Ove ciò non avvenga, si deve rifiutare l'autorizzazione a costruire. Far entrare il sole: questo è il nuovo è più imperioso dovere dell'architetto"¹⁰.

L'architettura di Le Corbusier dalla prima metà degli anni 30' sarà caratterizzata dal rispetto e lo studio di quelli che sono i fattori ambientali che incidono nel progetto d'architettura. Questa attenzione ai fattori climatici si lega sia all'esperienza architettonica antica che Le Corbusier comprende nel suo percorso di conoscenza come matrice e riferimento per una atteggiamento coerente di progettazione nel rapporto tra spazio costruito e ambiente naturale e quelle che sono le esigenze nate dall'introduzione dei nuovi materiali, descritti nel paragrafo precedente, i quali più leggeri e trasparenti determinano nuovi problemi per il riscaldamento dei locali, la ventilazione e in particolare le condizioni di soleggiamento. Basti pensare all'uso preponderante delle superfici vetrate che permette negli ambienti l'ingresso dell'apporto energetico solare più copioso all'interno dello spazio abitato, favorendo altresì quell'effetto di continuità visiva e percettiva dell'ambiente esterno fino ad ora non possibile. Quindi si pone l'esigenza di

controllare il fattore di soleggiamento per l'entrata benefica del calore solare in inverno e il controllo dell'acquisizione dannosa in estate, questo in virtù della svariata gamma di condizioni di soleggiamento che si hanno durante l'intero anno solare.

Le Corbusier introduce l'utilizzo di sistemi di protezione solari esterni per le grandi finestre vetrate. L'uso d'imposte scorrevoli installate sul fronte dei parapetti del balcone, i quali diventano elementi che fungono anche da sistemi di ombreggiamento interpretati dal progettista come prolungamenti esterni del pavimento disegnato internamente e che va oltre il pannello vetrato per una lunghezza di un metro o un metro e mezzo. Si sviluppano strategie progettuali nate da modellazioni architettoniche che hanno permesso di realizzare architetture nelle quali è già integrato per morfologia il sistema di controllo solare. Seguono esperienze progettuali per le quali sono state documentati interessanti studi solari come la torre delle ombre a Chandigar in India (1957-58). L'edificio che si colloca ai bordi della piazza del Campidoglio tra il Palazzo della Giustizia e il Parlamento è orientato perfettamente Nord-Sud. Questo è una grande hall aperta, molto alta e ombreggiata, il lato nord è molto aperto mentre le altre facciate hanno il brise-soleil. Per progettare accuratamente l'utilizzo di questi sistemi di protezione solari l'architetto analizza minuziosamente il movimento del

sole, sia realizzando un modello in cui esegue simulazioni di soleggiamento sia sviluppando studi grafici e considerazioni geometriche, attraverso all'uso di diagrammi. Gli studi dimostrano come la facciata a sud sia sempre in ombra nei periodi più caldi, mentre il sole la colpisce e penetra negli ambienti in inverno.

L'esperienza lecorbuseiana mostra l'evoluzione del movimento moderno alla fine degli anni 50', e di come il fattore energia diventa rilevante ai fini progettuali, attraverso ricerche applicative che nella produzione edilizia di questi tempi e dei successivi decenni verrà trascurata per lasciare spazio ad un'edilizia energivora¹¹ in cui l'evoluzione della tecnica permette che il progetto d'architettura si sleghi dalle naturali esigenze di relazione con il contesto climatico d'inserimento.

3.2.3 IL PENSIERO E L'ESPERIENZA DI FATHY HASSAN

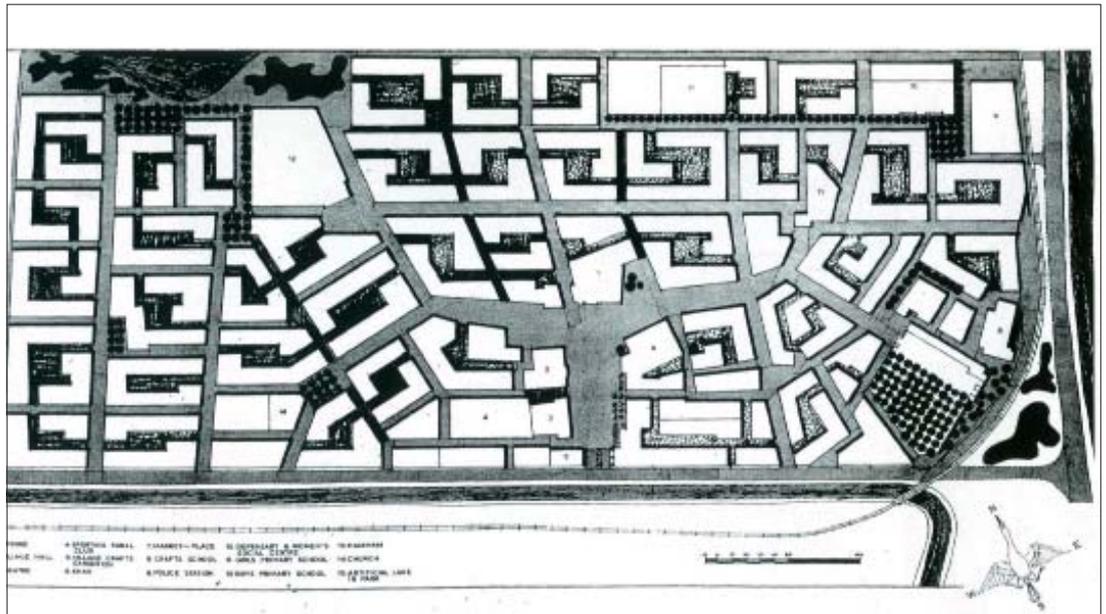
La figura dell'architetto Hassan Fathy nato e vissuto al Cairo (1900-1989), diventa emblematica in contrapposizione al movimento moderno che si sviluppa nel nord Europa. La sua ricerca infatti si articola nella definizione e raccolta dei caratteri dell'architettura vernacolare come fattori di sviluppo della modernità dell'architettura. Un'architettura fatta dal popolo per il popolo, in cui l'innovazione tipologica e morfologica della stessa è radicata nell'evoluzione di una

esperienza culturale, in cui l'architettura deve essere espressione della perfetta coniugazione tra energia naturale, identità del luogo ed esigenze umane. Secondo lo stesso Hassan quindi l'architetto deve conoscere tanto le scienze meccaniche quanto la sociologia, l'economia, la climatologia, la teoria dell'architettura estetica e lo studio delle culture in generale perché scienze che riguardano direttamente l'uomo e a lui servono per la gestione della complessità della progettazione architettonica.

E per questo che diventa imprescindibile il racconto della sua esperienza nel progetto della città di Gournah, come espressione completa del suo approccio progettuale all'architettura secondo i differenti aspetti correlati alla cultura e all'esigenza umana.

Il legame al mondo contadino di Hassan Fathy deriva dalle sue origini, in quanto suo padre era un proprietario terriero e la madre aveva vissuto per parecchi anni in campagna. E' per questo che inizialmente provò ad entrare alla facoltà di Agraria ma non riuscendovi si iscrisse ad Architettura.

Fino ad adulto non aveva mai visto la campagna dal vero ma, visitando una fattoria di famiglia constatò l'enorme povertà e squallore in cui vivevano i contadini che vi lavoravano. Era evidente che nulla si faceva per gli esseri umani che vi abitavano e su sue pressioni i genitori ristrutturarono la fattoria.



Si rese quindi conto che i contadini avevano usato per costruire le loro case un materiale così semplice e facile da reperire: il fango. Infatti i mattoni erano realizzati con il fango ma si chiese perché solo le case dei contadini dovevano esserlo e non anche quelle dei proprietari.

Tuttavia i costi non erano poi più contenuti di quelle in mattoni perché l'armatura in legno del tetto era molto costosa. Infatti il problema era rappresentato dal tetto ma, senza centine, questi sarebbero crollati.

Venne a sapere da suo fratello che i nubiani coprivano le loro volte e le moschee senza poggiare su alcuna armatura. Quindi si recò ad Assuan e dalla visita del villaggio di Gharb Assuan trovò le sue risposte. Il villaggio lo stupì per la loro bellezza, non aveva nulla a che fare con l'ammasso di case tipico dei villaggi egiziani, si trattava infatti di una architettura con legami autentici con la natura. Nello stesso monastero di S. Simeone ad Assuan volte e cappelle erano state realizzate con mattoni crudi.

Si stava maturando in lui la convinzione che: *“i materiali e i metodi tradizionali dei contadini egiziani si adattavano perfettamente agli architetture moderni e che la soluzione del problema degli alloggi in Egitto si trovava nella sua storia passata”*.

Si mise così alla ricerca di qualcuno che fosse in grado di insegnargli come fabbricare quelle volte. Da Assuan si spostò a Luxor dove c'erano

granai con volte costruiti da oltre tremilaquattrocento anni con mattoni di fango. Ciò gli permise di rendersi conto dell'importanza delle volte e delle cupole nella storia egizia mentre i suoi studi di architettura gli avevano insegnato che i primi a realizzarle erano stati i romani. Quindi assunse dei muratori nubiani per costruire il tetto dell'edificio della fattoria della Reale Società di agricoltura. Costruirono i mattoni per le volte con più paglia del solito e facendovi delle scanalature parallele con il dito in diagonale da un angolo all'altro della facciata più grande, i mattoni avrebbero aderito ad una superficie fangosa come una ventosa. Il metodo di costruzione degli archi da parte dei muratori era semplice perché si basava su una differente inclinazione dei mattoni ottenuta con una soletta di fango, era una tecnica economica, infatti si avvaleva solo di una paletta e delle mani per sistemare i mattoni. Metodo che applicò per ricoprire i tetti di una fattoria il cui legno era stato rubato dai contadini. In breve tutti i tetti furono ricoperti con un metodo non solo economico ma anche con risultati estetici apprezzabili. Benché si considerino i limiti della resistenza di questo materiale, il fango,

“(...) l'architetto si trova d'improvviso libero di plasmare con la sua costruzione lo spazio (...)”. Ben presto la sua attenzione fu attratta da un villaggio abitato per lo più da ladri: Ezbet el Basry distrutto da una grossa inondazione. Si



13

aggiudicò l'appalto per costruire almeno una casa di prova ottenendo dal Governo un misero finanziamento ma da lui ritenuto sufficiente per realizzare una casa applicando il suo metodo costruttivo. Tuttavia, nonostante gli ottimi risultati, non gliene furono commissionate altre e si preferì a lui un altro architetto che costruì case in cemento a costi molto più elevati. Comunque l'abitazione che aveva realizzato gli fece acquistare una certa notorietà nell'ambiente.

Nella zona del cimitero di Tebe era nato un villaggio abitato da circa settemila contadini, Gourna. Gli abitanti avevano fondato le loro attività sul saccheggio delle tombe degli antichi egizi e ne vendevano il ricavato a trafficanti senza scrupoli guadagnando molto meno del valore reale. Il governo decise di espropriare loro case e terreni ma occorreva dare a queste persone nuove abitazioni preferibilmente poco costose. L'attenzione della Sovrintendenza archeologica si rivolse ad Hassan Fathy. Ottenne così un mandato di tre anni per costruire il nuovo villaggio di Gourna. Gli fu messo a disposizione un terreno vicino alla strada principale e alla ferrovia.

Per l'architetto fu l'occasione di mettere in pratica il suo approccio progettuale in cui la scelta di forme architettoniche sono espressione del carattere di un popolo e del suo paese, andando contro le tendenze che si stavano diffondendo quelle di trapiantare modelli di edifici e tecniche in un ambiente diverso dal contesto originario.

Nell'Egitto moderno si è perduta ogni tradizione sia nelle abitazioni dei ricchi che in quelle dei poveri. Infatti si rilevava una contrapposizione tra stile copto, considerato discendente dall'antico Egitto, e arabo. Del resto negli studi di architettura spesso si tralasciava l'edilizia civile senza capire che un'architettura autentica non può esistere senza considerare la tradizione. Questo portò alla nascita di "scatole rattrappite di ogni dimensione" che ricalcavano quelle dei quartieri più poveri delle metropoli, costruite con materiali scadenti e già vecchie quando nascevano. I contadini cercavano di adeguarsi anche loro a questi modelli abitativi e i risultati erano ancora peggiori con la conseguenza di intaccare la tradizione più autentica.

Hassan Fathy riteneva che "costruire è un'attività creativa il cui momento decisivo coincide con l'istante del concepimento (...)", così le caratteristiche di una costruzione sono determinate da tutti coloro che partecipano al processo decisionale ed in ciascuna fase di lavoro. Ecco il ruolo determinante del processo creativo dove le decisioni prese dagli uomini richiedono più valutazioni consapevoli. Queste decisioni devono essere prese sia considerando la tradizione, frutto dell'esperienza pratica di più generazioni, sia attraverso l'analisi scientifica, come frutto dell'osservazione sistematica di un problema, entrambi condurranno allo stesso risultato. Molte volte l'abitudine libera l'uomo dal dover

12 Nuova Gourna, Luxor 1950. Vista Moschea. Tratto da A. Picone, *La casa araba d'egitto*, Jaka Book, 2009.

13-14 Vista della moschea e della scala del minareto. Tratto da A. Picone, *La casa araba d'egitto*, Jaka Book, 2009.



14

prendere delle decisioni secondarie e gli permette di concentrarsi su quelle realmente importanti.

La tradizione è secondo l'architetto l'equivalente sul piano sociale dell'abitudine personale e svolge lo stesso ruolo in campo artistico permettendo all'autore di concentrarsi su scelte più importanti. La tradizione è per i contadini l'unico modo per salvaguardare la loro cultura e l'architetto la deve rispettare, rispettando il lavoro di quanti l'anno preceduto.

Fathy rileva che un tempo tutte le decisioni inerenti la costruzione di una casa venivano prese dal proprietario insieme agli artigiani che vi lavoravano ma, i progressi della tecnologia moderna, con nuovi materiali e nuovi metodi di costruzione, richiedevano la presenza di un architetto professionista, e quindi le decisioni venivano prese sulla carta. Nel caso delle costruzioni governative le decisioni venivano prese dall'architetto senza consultare le famiglie che vi avrebbero abitato. Tutte le famiglie vivranno in una serie di case identiche: *“le persone diventeranno tristi e depresse, come le loro case, e la loro fantasia si inaridirà”*. Secondo Fathy il Governo dovrebbe capire che la rinascita dell'edilizia dovrebbe partire dalle famiglie considerando che la casa è simbolo dell'identità familiare.

La Nubia è l'espressione di come i contadini possono fare meglio di qualsiasi politica governativa sulla questione alloggi. Non sempre il

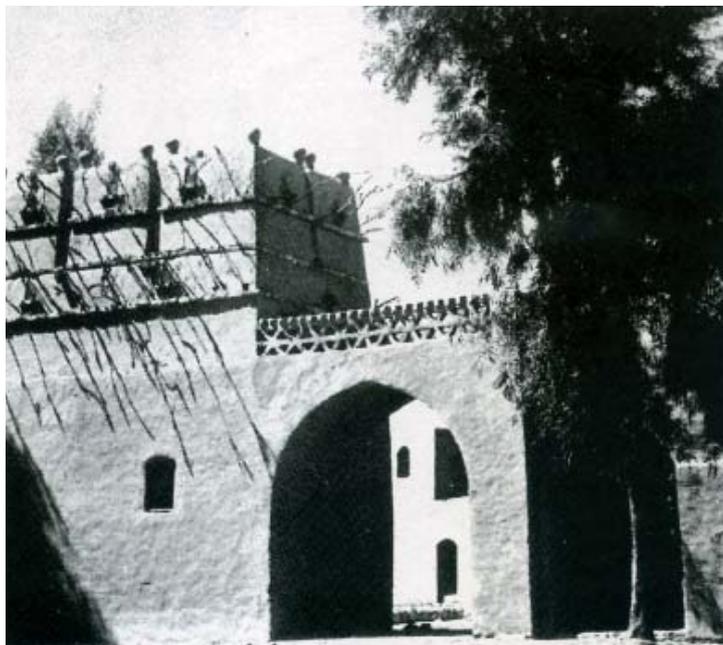


15

contadino, solo perché gli vengono forniti i materiali, è in grado di costruire qualcosa di bello, a volte farà una copia più brutta e meno cara dell'abitazione dei ricchi.

Nella realizzazione di Gournà, Hassan Fathy chiese agli artigiani, come agli operai, di utilizzare tecniche tradizionali. Gli operai che realizzavano il progetto erano esperti quanto l'architetto nelle varie fasi di costruzione. L'artigiano venne inserito a pieno titolo nel gruppo di lavoro, mentre risultò difficile coinvolgere i contadini che erano reticenti all'idea di doversi spostare dal loro villaggio ed avevano difficoltà ad esprimere le loro idee e bisogni.

Risultava quanto mai difficile, senza la loro partecipazione come clienti, costruire una casa che soddisfacesse le loro esigenze. Sarebbe stato utile interpellare le donne ma ciò appariva improponibile. Fathy e i suoi collaboratori erano visti solo come esecutori governativi. Inoltre l'arte di Gournà, villaggio situato tra Nubia e Basso Egitto, non era significativa e non aveva nulla dell'architettura della Nubia. Tuttavia gli abitanti della vecchia Gournà, pur nella loro povertà, si erano inventati angoli della propria abitazione veramente unici e le linee delle loro abitazioni offrivano lezioni di architettura autentica. Si notava in esse la volontà di adattare i materiali alla loro vita con l'attenzione esclusiva alla praticità. *“La casa possiede la stessa tranquilla autonomia dell'opera d'arte di qualsiasi*



15

professionista affermato".

Era evidente che questo tipo di casa doveva essere costruita dal proprietario e non si poteva realizzarla a tavolino. Appariva necessario esprimere l'anima degli abitanti di Gournà nei nuovi progetti.

Lo scopo di Hassan Fathy era di superare le barriere tra l'architettura popolare e quella professionale.

Occorreva tuttavia tenere in considerazione anche l'ambiente naturale, il paesaggio, la flora e la fauna.

Era inoltre convinto che la nuova Gournà non doveva tradire l'antico Egitto.

Un altro aspetto da considerare era la situazione climatica, infatti nell'alto Egitto ci sono forti escursioni termiche. Occorreva quindi realizzare edifici che tenessero conto delle proprietà termiche di muri e tetti, quindi i cattivi conduttori di calore, come il mattone di fango seccato, erano l'ideale.

Tuttavia i mattoni crudi non apparivano la soluzione migliore per conservare il fresco: sarebbe stato opportuno vivere al piano terreno di giorno e salire in terrazza di notte per dormire al fresco sotto una tenda o qualcosa di altrettanto leggero.

Altro elemento per rendere più confortevole l'abitazione era la circolazione dell'aria, appariva quindi necessario mettere delle aperture dove il vento fresco potesse entrare per areare

la casa. Giunse alla conclusione che occorreva praticare dei piccoli fori nella parete rivolta verso il vento e lasciare aperta una loggia sottovento, ciò avrebbe permesso di avere una aerazione costante.

Circolazione dell'aria: $\text{Cubic ft}^\circ/\text{h} = 3150 \times \text{superficie d'entrata in square ft}^\circ \times \text{velocità del vento in migliaia/h}$. Questa formula evidenzia come più il rapporto tra superficie d'uscita e la superficie d'entrata è alto, più il flusso d'aria che circola attraverso la costruzione sarà grande.

Inoltre l'orientamento dell'edificio avrebbe dovuto tenere in considerazione sia il sole che il vento che doveva soffiare in una porzione di muro più grande possibile per rinfrescare la casa.

Se in Europa la finestra assolve a tre ruoli: far entrare l'aria, la luce e fare vedere fuori, così non è in Medio Oriente.

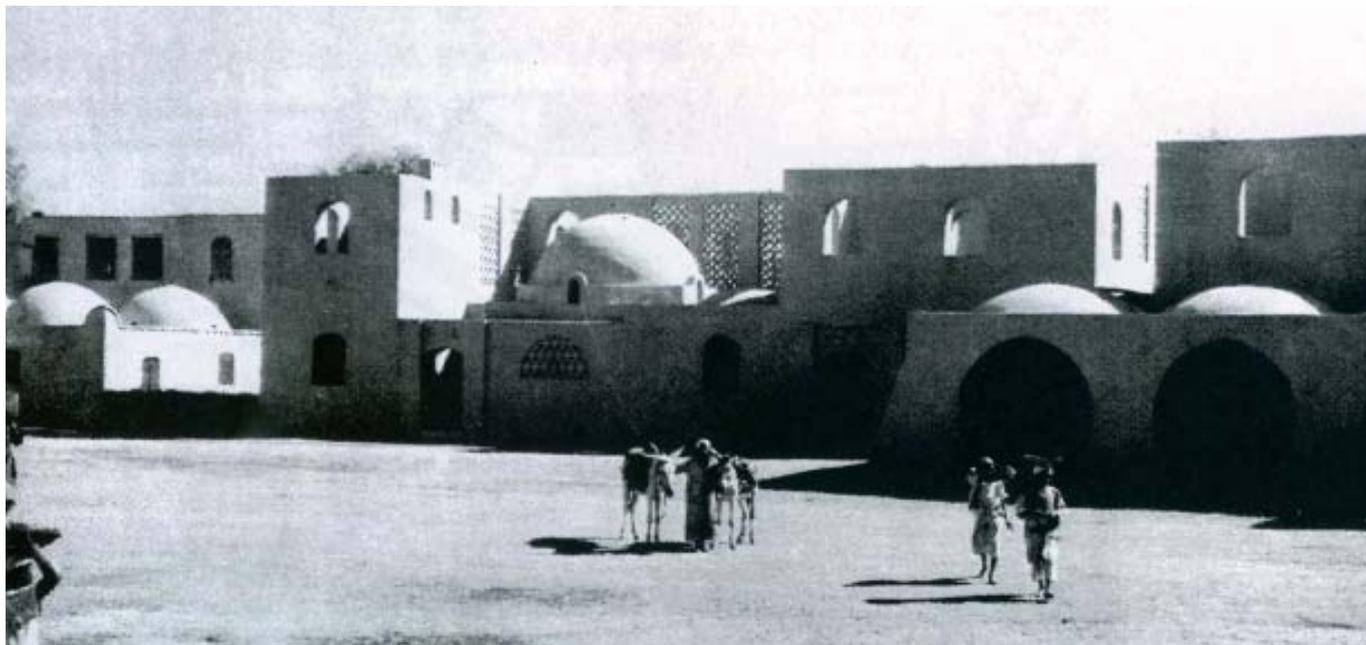
Il *malkaf*, o torre del vento, è un sistema di ventilazione diffuso al Cairo che venne utilizzato nelle scuole di Gournà e che permise di risolvere il problema dell'orientamento dell'edificio rispetto al vento.

Il *mushrabiya* era invece una specie di finestra con applicata una grata in legno per permettere di vedere fuori senza essere visti.

Ma perché il nuovo villaggio svolgesse a pieno la sua funzione era necessario scoprire la vita quotidiana dei suoi abitanti in modo che ne po-

15 Piccionaia di Nuova Gournà. Tratto da A. Picone, *La casa araba d'egitto*, Jaka Book, 2009.

16 Strada di Gournà Nuova. Tratto da A. Picone, *La casa araba d'egitto*, Jaka Book, 2009.



16

tesse esprimere anche il carattere. Infatti l'abitazione riflette in pieno chi la abita, dalla posizione sociale alla sua attività. Era quindi indispensabile consultare ogni famiglia di Gourna. Si cominciano a delineare i caratteri tipologici degli edifici da edificare nella città, in Egitto cortili e piazze sono elementi di assoluta importanza. Ecco perché Fathy pensò di collocare ogni casa intorno ad un cortile interno e ogni gruppo di case doveva comprendere un grande cortile o piazza che serviva un gruppo di famiglie o *badana*.

Il *badana* era un gruppo di più famiglie unito da un forte spirito di gruppo con a capo un patriarca. La piazza in cui convergevano le case era quindi simile ad un cortile interno privato utilizzato per riunirsi in occasione di cerimonie religiose o feste.

Occorreva tenere in considerazione anche le risorse da cui avrebbero potuto attingere gli abitanti della nuova Gourna vista l'esiguità delle terre coltivabili che circondavano il villaggio. Sicuramente potevano sfruttare la sua vicinanza con Luxor, avrebbe potuto ingrandirsi. Una parte del progetto ideato da Hassan Fathy mirava quindi ad incrementare le risorse economiche degli abitanti.

Fathy pensò quindi ad un albergo, "khan", dotato di laboratorio, dove alloggiare gli artigiani con le loro famiglie al fine di insegnare il mestiere a degli apprendisti con lo scopo di riuscire

a rimettere in sesto l'economia. Nel "khan" si sarebbe dovuto insegnare a realizzare: gioielli, oggetti in legno lavorati al tornio, falegnameria, stoffe fantasia, ebanisteria, riproduzione di oggetti antichi ed altre. Per sviluppare l'arte della tessitura e della tintura sarebbe stato necessario organizzare una scuola professionale. Fathy pensava inoltre di realizzare un'esposizione permanente dei prodotti degli artigiani, affinché i turisti potessero vederli, lungo la strada principale che va da Luxor ai Colossi di Memnone. Si pensò anche alla realizzazione di un dispensario e ad una clinica con la presenza di un medico.

La descrizione di tutti gli edifici ed una relazione furono presentate alla Sovrintendenza archeologica dove si spiegavano anche i metodi di lavoro e le modalità di risarcimento delle famiglie che dovevano traslocare. Sarebbero stati in grado di costruire l'intero villaggio da soli fabbricando i mattoni e tutto il resto, impiegando muratori reclutati ad Assuan e gli abitanti della stessa Gourna, ma anche con l'aiuto dei loro artigiani. La libertà totale di azione e l'immediata attribuzione di un'area da parte del Governo su cui edificare non corrisposero ad una uguale generosità per quanto riguardava l'elargizione del denaro necessario.

Inoltre il progetto di realizzare un nuovo villaggio in tre anni era certo ambizioso ma incontrava l'ostilità della gente. Il rapporto partì ma Fathy



17

non ne seppe più nulla e non avendo ottenuto risposta iniziò con la realizzazione.

Nella nuova Gournà la disposizione delle strade principali avrebbe delimitato i quattro quartieri del paese ognuno dei quali ospitava uno dei gruppi tribali che formavano la città. Il mercato stava all'ingresso del villaggio, più avanti si trovava la piazza su cui si doveva affacciare la moschea, il "khan", il municipio, il teatro e il salone di esposizione permanente. Le strade che separavano i quartieri erano piuttosto larghe per facilitare l'aerazione mentre le vie dei *badana* erano più strette per dare intimità.

Tuttavia Fathy era pronto a modificare il progetto di ciascuna abitazione per adattarlo a chi vi avrebbe vissuto, ne scaturiva quindi una suddivisione degli spazi irregolare che ben si allontanava dalle costruzioni monotone di alloggi tutti uguali.

Il progetto prevedeva l'edificazione di vari edifici considerati di pubblica utilità e luoghi di svago. Come la moschea, nella cui realizzazione l'architetto doveva tenere in considerazione che le preghiere andavano orientate verso la Mecca, o come il mercato che svolgeva un ruolo fondamentale nella vita del villaggio sia per gli affari sia perché era un luogo che le donne potevano frequentare liberamente per vendere e acquistare e dove si sentivano finalmente parte di una società e di una comunità e non solo della famiglia. Gli uomini invece avevano il compito di

trattare gli affari relativi a grossi animali.

Diceva Fathy: "Alla piazza del mercato di Gournà volevo conferire un aspetto più ameno".

Poi il teatro, infatti Fathy pensava di realizzarne uno a Gournà dove presentare balli, canti e sport della vita di tutti i giorni, come la lotta, e ne vedeva la necessità tanto quanto il municipio e la scuola.

In quel periodo un progetto governativo prevedeva la costruzione di una scuola in tutti i villaggi. Tuttavia i progetti erano gli stessi sia per costruire una scuola ad Alessandria che in Nubia con clima ed allievi totalmente diversi. Fathy riteneva che nel progettare una scuola l'architetto "*deve vedere il mondo con gli occhi di un bambino, non soltanto per capire le sue esigenze in termini di spazio e dimensioni, ma soprattutto per conoscere che cosa gli infonderà fiducia o lo spaventerà (...). La classe deve essere per i bambini come una casa (...)*".

A Gournà vecchia non c'erano scuole, quindi Fathy anticipò i tempi e ne costruì subito due naturalmente in mattoni di fango che lasciarono il Ministero entusiasta. Realizzò le classi intorno ad un cortile pavimentato risolvendo così il problema della polvere e tranquillità.

Secondo l'autore l'architetto deve trattare con la stessa attenzione delle costruzioni anche le aree esterne in modo che ogni spazio possa essere utilmente sfruttato.

In fondo al grande cortile della scuola collocò la

17-18 Realizzazione di volte in terra. Nuova Gournà. Tratto da A. Picone, *La casa araba d'egitto*, Jaka Book, 2009.



18

moschea dove la luce penetrava da finestrelle poste nella parte più alta della cupola in modo che risultasse soffusa.

Un altro luogo di pubblica utilità, che era passato da un po' di tempo di moda, era l'*hamman* o bagno turco. Un tempo era il luogo prediletto dagli uomini per incontrarsi e chiacchierare e Hassan Fathy sperava di reintrodurre l'usanza al fine di favorire l'integrazione sociale nel villaggio ma anche come occasione di pulizia a fondo.

La nuova Gournà si doveva costruire con mattoni di fango da realizzarsi con terra comune, sabbia del deserto, paglia ed acqua e mescolando terra e sabbia nella proporzione di un volume di sabbia ogni tre volumi di terra. Il procedimento richiedeva una serie di operazioni e il ritmo produttivo della fabbrica doveva essere elevato in quanto occorrevano milioni di mattoni. La fabbrica sarebbe poi potuta diventare fissa, ma questo non fu possibile a Gournà, e sorgere vicino a un canale per avere acqua ma anche in prossimità di una cava di terra.

Fathy rileva che la casa di un contadino è diversa da quella di città e riflette la differenza di vita dei suoi abitanti; il contadino voleva tenere con sé i suoi raccolti e il suo bestiame ecco perché le nuove case dovevano necessariamente essere a due piani.

Fathy aveva intenzione di realizzare un lago artificiale in un angolo dell'area, sia per risanare le

terre arse e infette da malattie per riequilibrare il microclima dell'oasi Gournà.

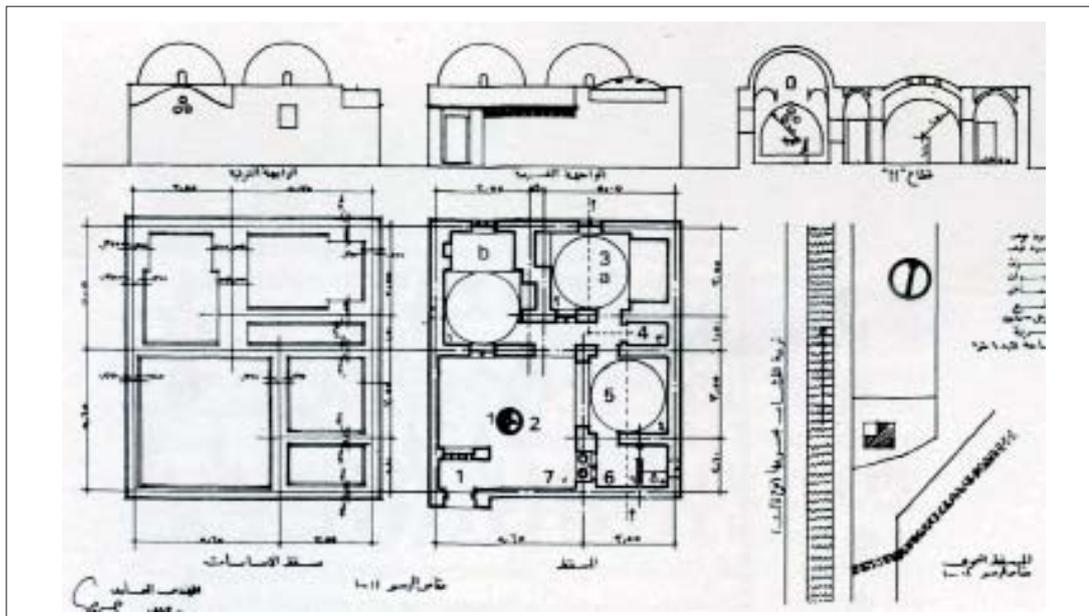
Lo scopo da raggiungere con l'edificazione di Gournà era che rappresentasse un modello del "*fai da te*" da seguire da parte di tutti i contadini, dalla realizzazione dei mattoni all'edificazione.

L'obiettivo di Fathy era di essere di aiuto alle comunità contadine ripristinando anche tecniche di una volta come quella del tetto a volta.

Gournà sarebbe potuta diventare un esempio per una politica nazionale degli alloggi più realista: tante case a un prezzo abbordabile. Del resto gli architetti non lavoravano di solito per i contadini ma per i ricchi in quanto i contadini non potevano permettersi di pagarli. Inoltre i prezzi per edificare una casa lievitavano sia a causa dei materiali, e i mattoni di fango avrebbero rappresentato una valida soluzione, sia a causa dell'esecuzione dei lavori che venivano affidati ad imprenditori privati.

Solo di recente il Governo aveva iniziato a considerare le misere condizioni di vita dei contadini le cui case erano state costruite dagli stessi costruttori senza consultare gli architetti.

Di recente stava prendendo piede un altro metodo costruttivo noto con la definizione di "incentivo alle iniziative locali" nel quale Governo o Nazioni Unite fornivano gratuitamente materiali e attrezzi ai contadini che lavoravano gratuitamente alle loro case. Ma finiti gli incentivi



19

non potevano più acquistare i materiali con la conseguenza che il loro adeguamento ai nuovi metodi di costruzione gli portava a dimenticare i metodi tradizionali lasciandoli così più impoveriti di prima.

Secondo l'autore gli incentivi governativi dovrebbero avere lo scopo di consentire ai contadini di mettere a frutto le loro capacità creative.

Un altro sistema è quella della costruzione da parte del Governo di una piccola parte lasciando il compito di completare l'opera ai contadini ma costoro, non potendosi permettere mattoni e cemento, ultimavano i lavori con il fango. Secondo Fathy per ottenere dei risultati occorre stimolare i contadini a costruire da sé e potenziare l'artigianato locale.

Sia i tecnici che ingegneri e architetti dovevano capire che era impossibile costruire case per le popolazioni dei villaggi senza suscitare l'entusiasmo della gente del luogo.

In un sistema tradizionale quando si realizza una nuova casa tutti danno una mano gratuitamente e quindi lavorano in cooperativa. La motivazione di apportare lavoro volontario e tempo è il desiderio di ricevere un aiuto analogo in futuro, il lavoro è quindi un prestito da ripagarsi con analogo lavoro.

Occorre quindi quantificare l'apporto di lavoro di ciascun individuo (operaio) e quante ore ha richiesto la realizzazione di ogni singolo elemento della stessa. Tutto ciò richiedeva un'attenta

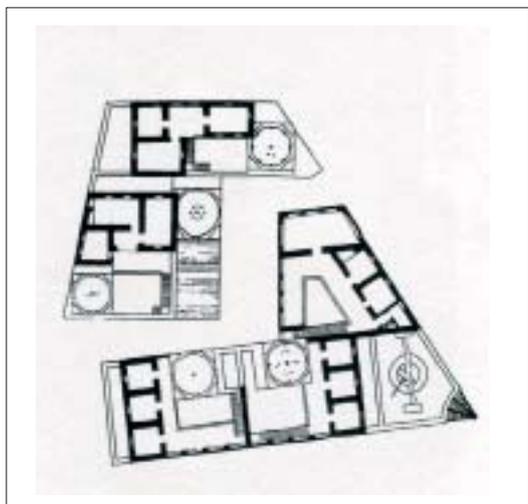
organizzazione e controllo della progressione del lavoro.

Per quanto riguarda gli operai la proposta di Fathy era di formarli sul posto: era necessario che i contadini acquisissero un minimo di abilità pratica perché il fine non era che diventassero degli operai specializzati ma che fossero in grado di costruire e mantenere in buono stato la propria abitazione. La formazione affiancando gli abitanti del villaggio a maestri artigiani e architetti si sarebbe rivelata fondamentale. Formare gli apprendisti per i lavori più complessi, come realizzare una volta o squadrare una stanza, richiedeva un percorso lungo. Tuttavia la realizzazione della nuova Gournà secondo Fathy non doveva essere fine a sé stessa ma lo scopo era quello di migliorare la vita della gente che nella stragrande maggioranza dell'Egitto viveva nei villaggi. Del resto la condizione di un alloggio è uno degli elementi che determina il livello di vita di un popolo così come il cibo.

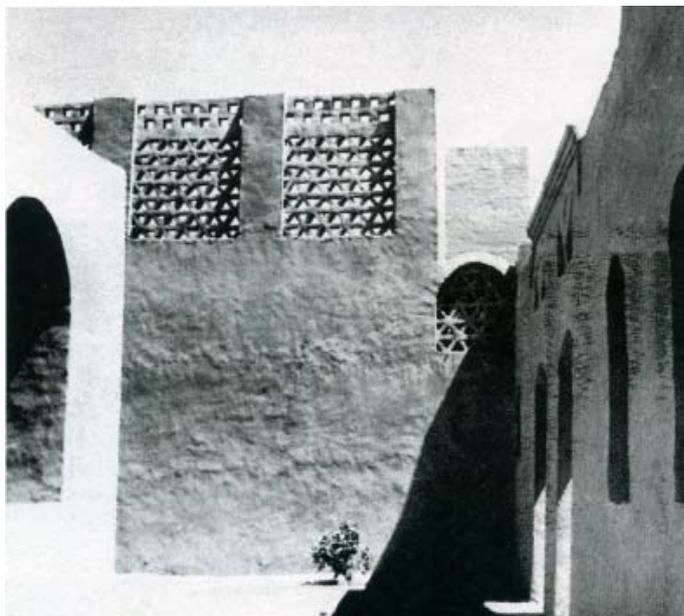
La conclusione dei progettisti era che non era possibile dare ai contadini case di cemento, sia piccole che grandi, perché troppo costose. Non era quindi possibile utilizzare i materiali costruttivi di produzione industriale, bisognava uscire dallo schema del sistema monetario. La risposta si trovava in una casa contadina della Nubia, dove i contadini realizzavano volte di mattoni in fango e quindi senza spese anche per la copertura. Altro aspetto era che poteva-

19 Modello di Casa Ezbet el Basry. Tratto da A. Picone, *La casa araba d'egitto*, Jaka Book, 2009.

20-21 Isolati di nuova Gournà. stradine interne di passaggio. Tratto da A. Picone, *La casa araba d'egitto*, Jaka Book, 2009.



20



21

no contare sulla collaborazione reciproca senza dover pagare gli operai. Gli abitanti della Nubia usavano questo metodo da oltre seimila anni e nessuno se ne era mai interessato.

La realizzazione della nuova Gournà si limitava a suggerire delle possibili soluzioni e la collaborazione degli abitanti sarebbe stata necessaria ma, non volendo loro trasferirsi nel nuovo villaggio, si dovette ricorrere all'assunzione di operai.

Dopo Gournà l'autore sognava di poter realizzare un sistema di cooperazione volontaria in un programma edilizio più ampio.

Nel 1954 un incendio distrusse il villaggio di Mit-el-Nasara e il Governo doveva costruire velocemente nuove abitazioni. La soluzione delle case di fango per la sua economicità era ideale. Furono divise le famiglie in gruppi e si organizzò un viaggio a Gournà per far vedere agli abitanti che abitazioni avrebbero avuto. Si comprese subito che non era possibile tenere il conto del lavoro fornito da ciascuno e fu messo in chiaro che tutti avrebbero avuto delle abitazioni ma chi voleva cose aggiuntive avrebbe dovuto pagarle di tasca propria. Il progetto venne accettato con entusiasmo dalla popolazione.

Purtroppo, a causa di un passaggio di competenze governative, il progetto fu affidato ad altri architetti che applicarono tecniche tradizionali e venne tolto a Fathy.

Da questa esperienza rimase a Fathy una sco-

perta tecnica che permetteva di fabbricare i mattoni rapidamente utilizzando una betoniera meccanica che mescolava gli ingredienti asciutti con una controllata quantità di vapore, dopo questa fase si ottenevano dei mattoni utilizzando una pressa meccanica. Il loro vantaggio era che potevano subito essere utilizzati senza doverli lasciare asciugare.

Fathy aggiunse che l'utilizzo di macchinari era giustificato dalla necessità di realizzare velocemente il villaggio. Secondo Hassan Fathy i villaggi egiziani necessitavano di essere ricostruiti ma ciò doveva essere fatto nell'ambito di un programma nazionale di ricostruzione rurale da attuarsi a tappe prestabilite dopo aver effettuato un'attenta analisi dei vari aspetti interessati. Rileva inoltre che qualsiasi tentativo di migliorare le condizioni di vita di una nazione non può non incidere sulle risorse economiche, l'Egitto era già sovrappopolato e la popolazione continuava ad aumentare mentre le risorse di cui si poteva disporre erano invariate. Investire negli alloggi non poteva che contribuire ad aggravare la già difficile situazione economica.

Tuttavia gli investimenti in campo edilizio avrebbero comportato lo sviluppo dell'industria, la formazione di operai specializzati e, grazie ai nuovi alloggi, reso la popolazione più sana e felice. Ciò avrebbe contribuito ad aumentare la produzione del paese. Il programma di ricostruzione rurale sarebbe dovuto quindi procedere

per fasi: partendo dallo sfruttamento delle risorse naturali, allo sviluppo delle risorse umane con la preparazione a mestieri utili, fino a raggiungere il miglioramento del tenore di vita. Era necessario fare un'analisi reale degli attuali insediamenti umani in Egitto, fare previsioni sul futuro, sempre tenendo come punto di riferimento le esigenze della gente, coinvolgendo quindi sociologi, etnografi sociali, economisti e demografi.

Soltanto con i dati forniti da un'indagine scientifica si può essere sicuri che le mete a cui è indirizzato un programma di ricostruzione siano giuste.

Per avere una distribuzione pianificata della popolazione era necessario prevedere varie attività lavorative per ogni centro abitato.

Ogni villaggio doveva avere un architetto che controllasse i lavori al fine di salvaguardarne il piano generale, ma era necessario anche formare una équipe di architetti che lavorassero insieme offrendosi stimoli reciproci e scambiandosi consigli.

La proposta di Hassan Fathy era di costruire un villaggio, il primo del piano di ricostruzione, che facesse da centro di studi rurali e che operasse a stretto contatto con i vari ministeri e gli altri organi scientifici ed artistici. Vi sarebbero abitati architetti, muratori di Assuan, fabbricanti di vetrate provenienti dal Cairo insieme con le loro famiglie e pronti ad insegnare il mestiere agli

apprendisti.

Terminate le indagini l'avvio dei lavori prevedeva l'assunzione degli operai e la preparazione del materiale. Il sistema usato poteva essere quello della cooperazione volontaria. Le famiglie si sarebbero divise in gruppi o *badana* mentre la terra sarebbe stata ricavata dallo scavo del lago che doveva essere collocato in luogo idoneo e dove la terra sarebbe stata adatta alla realizzazione dei mattoni.

L'esperimento di Gournah tuttavia non riuscì, infatti il progetto originario non è stato terminato e ad oggi il villaggio non è ancora diventato una comunità rurale fiorente, perdendo la speranza di dare ai contadini un tenore di vita decente. Tutta la teoria di Fathy Hassan sull'utilizzo di materiali non industriali e delle arti tradizionali furono considerati complicati. L'edificazione della nuova Gournah non venne completata a causa degli intoppi e delle difficoltà che di volta in volta gli si presentavano. Si sarebbero dovute costruire circa novecento abitazioni in tre anni, i costi dovevano essere contenuti, ma già da subito si rese conto che tra i collaboratori messi a disposizione dal Governo non c'era alcun architetto. Se il pregio di Gournah doveva ricavarli dai bassi costi di realizzazione era necessario impiegare sempre produttivamente gli operai senza che la produzione dovesse fermarsi per mancanza di materiali. La burocrazia richiedeva continuamente degli adempimenti che de-

terminavano un allungamento dei tempi. Nel settembre 1947 venne convocato al Cairo dal Sottosegretariato di Stato e scoprì con sorpresa che il re voleva leggere una relazione sull'andamento dei lavori. La proposta di costruire con mattoni di argilla suscitava per questo curiosità, ma ostilità tra le persone importanti del paese.

Qualcuno giunse persino ad affermare che il mattone crudo non era un buon materiale dal punto di vista tecnico benché ciò fosse in contraddizione con gli esperimenti di laboratorio effettuati.

Gli architetti egiziani negli anni 60' preferivano il cemento come nuovo materiale dell'edilizia, vedendo il mattone crudo come un componente vivo perché impiega circa un anno ad assestarsi del tutto.

La speranza di Hassan Fathy è che un giorno il Governo metta davvero mano alla ricostruzione dell'Egitto rurale. Facendo ritorno a Gournah nel 1961 osservò che tutto era rimasto come l'aveva lasciato senza che nessun nuovo edificio venisse edificato. La piazza, il teatro, la moschea erano deserti, solo qualche abitazione era stata occupata da abusivi.

Conclude auspicando di portare l'esperienza di Gournah a Nabaroh e da qui partire per attuare una rivoluzione in tutto l'Egitto nel campo dell'edilizia degli alloggi.

L'esperienza di Gournah è un importante contri-

buto alla teoria "del risparmio e dello sfruttamento delle risorse locali" introducendo la figura dell'uomo come creatore del proprio alloggio e coordinatore del processo produttivo.

Hassan Fathy ha tradotto nel fare architettonico il rapporto tra gli elementi naturali e la forma portati dalla tradizione. Le architetture sono state progettate a partire dal 1942 mentre i suoi saggi sono successivi al suo progetto. Dopo dieci anni dall'esperienza della Nuova Gournah si è occupato di vari progetti: The City of Future, Il Piano regionale per lo sviluppo della Grande Mussayib, l'ampliamento del villaggio di Harranya, progetti questi nelle cui piante si ritrova una convergenza concettuale.

Fathy fa suo il concetto di progettare con il clima non solo da un punto di vista tecnologico e strumentale.

La sua metodologia scientifica di progetto della città è fondata sulla tradizione e sulle relazioni con il clima. Infatti in "Natural Energy" si legge che lo scopo di un edificio è quello di cambiare il microclima, infatti dentro l'edificio ogni stanza ha un suo microclima che è il risultato della modificazione di uno o più microclimi esterni.

Tutti i modi in cui i popoli hanno scelto di costruire le loro case sono il frutto di infinite sperimentazioni di varie generazioni e sono quindi frutto della tradizione. Se qualcosa della costruzione venisse cambiato comprometterebbe il suo assetto climatico.

E' chiaro che in Fathy si attua spesso una convergenza tra clima e tradizione e la sua metodologia si può dire basata su due punti: "progettare con il clima" e "progettare con la tradizione".

Tuttavia l'elemento di congiunzione tra clima e tradizione è l'ambiente dove Fathy distingue ancora tra ambiente naturale e ambiente costruito.

Infatti l'architetto posiziona l'edificio in due ambienti: uno quello creato da Dio, ovvero il paesaggio, e l'altro quello creato dall'uomo, strade e città. Questo è quanto affermato da Hassan Fathy in "Baris: a case study in rural housing" un progetto questo che prevedeva l'edificazione di un nuovo insediamento nel cuore del deserto egiziano vicino ad un ambiente oasiano. Come esempio di pianta a cui ispirarsi scelse quella di un villaggio del deserto tunisino. Fathy soprappose quindi su essa i vari fattori: climatico, demografico, circolazione viaria e fattore estetico.

Se si esaminano gli studi compiuti su queste piante è chiaro il percorso attuato da Fathy:

1 Individuare i caratteri ambientali del progetto distinguendo tra:

- Ambiente naturale: paesaggio, clima, suolo,
- Ambiente costruito: sistema delle conoscenze tradizionali;

2 Individuazione dei "fattori" rappresentativi di quella specifica condizione ambientale: fattore

climatico, demografico, della circolazione, estetico;

3 ricerca di progetti che in condizioni ambientali analoghe hanno fornito risposte alle esigenze dettate dai caratteri ambientali individuati;

4 verifica della rispondenza dei "fattori" rappresentativi individuati nell'esempio analogo scelto.

Individua gli aspetti da sviluppare insieme con i caratteri architettonici da conferire ad ogni parte al fine di rispettare l'identità dei luoghi.

Nelle zone aride il clima è l'elemento primario da tenere in considerazione.

Quasi in tutte le città tradizionali troviamo strade strette e tortuose, che trattengono l'aria fresca delle ore notturne, e ampie corti scoperte con giardini interni che sono utili riserve di aria fresca.

Questo sembra preferibile all'impianto urbano a scacchiera con ampi boulevards, strade ampie e dritte, dove l'aria calda carica di polvere delle auto tende a raccogliersi.

L'architetto che preferisce un insediamento a scacchiera dovrebbe prevedere almeno delle aree verdi per ridistribuire il calore all'interno della città.

Una volta stabilito il tipo di impianto urbano sarà poi relazionato al sole e al vento cercando di stabilire il miglior orientamento verso il sole e il vento prevalente.

Per un edificio del Cairo il miglior orientamento

rispetto al sole è est-ovest. Il vento fresco al Cairo soffia da nord-ovest quindi la soluzione migliore è che il lato lungo della schiera sia nord-est o sud-est. Quindi l'ideale è orientare la schiera nord-est-est verso sud-ovest-ovest tagliando in due l'angolo degli orientamenti ottimali.

Tuttavia la schiera può essere orientata verso l'orientamento del sole est-ovest perché nei climi aridi c'è il malqaf.

Quindi l'architetto si occuperà solo dell'orientamento del sole. Hassan Fathy, nell'applicare i principi di natura climatica, deve fare anche i conti con l'attuale situazione che prevede anche il traffico automobilistico e che segna la differenza fra città contemporanea e quella tradizionale.

Per non abbandonare l'impianto tradizionale la soluzione è circondare il quartiere residenziale con una strada ad anello.

Caro a Fathy e collegato ad esigenze di natura climatica è il tema della loggia urbana, dove si viene a creare l'effetto Bernoulli ottenuto grazie al fatto che la loggia si apre in una corte nel lato sottovento ed è chiusa al vento tramite una parete traforata. Il flusso d'aria sopra e intorno all'edificio produce bassa pressione nel lato sottovento e quindi dentro la loggia si produce l'effetto Bernoulli, cioè un flusso d'aria costante grazie alle piccole aperture.

Nel progetto di Baris, Hassan Fathy, usa anche il principio del "takhtabush" relazionando tra

loro due piazze, una più grande ed una più piccola, tramite una loggia aperta.

Riconduce anche il *takhtabush* ad un principio climatico collocando la piazza più grande sottovento per rinvigorire le correnti che si creano per differenziale di pressione.

Il progetto della casa di Fathy deriva dall'aggregazione di varie unità-stanza tra di loro all'interno di un definito ordine geometrico tenendo in tal modo insieme, secondo necessità funzionali, climatiche e compositive, spazi coperti e corti interne.

In questo contesto è significativo il ruolo della *qa'a*, che è quanto di più rappresentativo dell'architettura tradizionale egiziana, intorno al cui sviluppo si è evoluta l'architettura.

Secondo Fathy studiando l'evoluzione della concezione spaziale della *qa'a* e in vari edifici con diverse destinazioni funzionali, si comprende che è solo analizzandola attraverso i progetti di case unifamiliari, in quanto con meno vincoli di natura funzionale e compositiva, che si può comprendere a pieno il peso che ha nel processo compositivo.

L'analisi è stata condotta analizzando quindici progetti di case unifamiliari che coprono l'intero arco della sua carriera, analizzando la *qa'a* e il suo rapporto con la corte che a volte viene posizionata sull'asse di simmetria della *qa'a* oppure tangente ad essa.

La geometria della pianta che se ne ricava di-

mostra che il progetto nasce e si compie una volta stabiliti il luogo, la posizione della *qa'a* e la posizione della corte.

La casa Stopplaer fu commissionata a Fathy durante il periodo di costruzione della Nuova Gourna.

Infatti nella valle dei Re sorsero le case degli archeologi che erano occupati negli scavi.

Il Dr Stopplaer, inglese, commissionò la casa negli anni cinquanta in cima ad una collina.

Questa casa, come quelle dei polacchi e di altri inglesi, sono state commissionate e poi abitate da uomini occidentali e l'interazione delle due culture si manifesta soprattutto negli aspetti funzionali.

Solo nella casa dei polacchi l'influenza occidentale entra negli aspetti compositivi.

Sono case costruite di sabbia e quindi con mattoni in terra cruda essiccati al sole, e sottolineano l'uniformità di materiali tra suolo e architettura.

La casa di Carter adotta per il controllo climatico gli elementi delle antiche case del Cairo: corte interna, *malqaf*, *qa'a*.

Il sito della casa di Stopplaer è una collina che domina la Valle dei Re e "rappresenta l'archetipo della forma primordiale dell'ambiente desertico".

La casa è impostata intorno a quattro corti a ognuna delle quali si affaccia un gruppo di ambienti.

I dispositivi adottati per la ventilazione naturale sono concentrati sul funzionamento delle corti interne con una parete esposta a nord-ovest per ricevere frescura, le murature esterne sono molto spesse, le bucatore esterne distinguono le funzioni di illuminazione da quelle di aerazione e veduta.

Se il sistema spaziale della *qa'a* è nel lavoro di Fathy l'elemento base nella costruzione del progetto e nasce come dispositivo climatico per il rinfrescamento degli ambienti, ad ogni *qa'a* corrisponderà un *malqaf*. Si tratta quindi di un percorso in continuità con la tradizione.

Fathy si occuperà anche di studiare il *malqaf* al fine di giungere ad un'evoluzione estetica dello stesso sempre finalizzata alla funzione per cui nasce.

3.2.4 IL PENSIERO E L'ESPERIENZA DI DIMITRIS PIKIONIS

L'architetto Dimitris Pikionis (1887-1968), quelle dei suoi trent'anni di lotte in difesa del paesaggio.

Parole che non si può evitare di sentire. Dopo il secondo conflitto mondiale, quando il problema della difesa del paesaggio si fa impellente, Pikionis diventa membro del Comitato direttivo del Paesaggio nazionale e della città. I suoi discorsi si fanno sempre più drammatici e critici nei confronti delle amministrazioni e della mancanza di interventi nei riguardi di Atene e del

suo territorio. Sono noti la sua ammirazione e il rispetto per il paesaggio attico.

Non negava l'ampliamento della città, esso era una necessità, ma combatteva affinché questo avvenisse senza distruggere il carattere del paesaggio: le case non avrebbero dovuto, secondo Pikionis, superare i tre piani di altezza, non certo per paura dell'altezza in se stessa, ma affinché non si coprissero i punti di vista da una collina all'altra. Se al posto della pianura vuota si formava un "mare" di case, questo era necessario, ma doveva essere eseguito in modo che le colline rimanessero come emergenze predominanti e, soprattutto secondo una logica formale controllata.

L'unità e l'armonia del paesaggio nella sequenza di queste emergenze naturali, che furono protagoniste nell'immaginario religioso dei poeti dell'antichità e che sono vive nella tradizione popolare, devono così essere preservati e valorizzati, ma soprattutto devono essere motivo di attenzione nei progetti contemporanei.

Tra i numerosi scritti riferiti al tema della distruzione del paesaggio uno dei saggi più drammatici è Oltraggio alla terra.

Uno dei primi discorsi di Pikionis sulla questione del paesaggio è del 1928, periodo in cui il dibattito architettonico è rivolto alla città contemporanea: il IV Congresso Internazionale di Architettura moderna si svolgerà ad Atene nel 1933 con il tema della città funzionale. Questo

scritto costituisce una sorta di dichiarazione di intenti e di obiettivi a cui Pikionis si rivolgerà con coerenza in tutta la sua opera, e per il raggiungimento dei quali, anche con ostinazione, a volte arriva a rilevanti cambiamenti nella personale ricerca formale, senza tuttavia mai contraddirsi: *"La forma di un luogo è la scoperta della sua essenza più profonda. Un luogo dà la sua idea, la forma nelle espressioni della cultura, dell'arte, della religione. Le forme più astratte venute fuori dalla mente umana hanno la loro ispirazione nella natura. L'uomo attinge dalla natura come da una fonte inesauribile. Non c'è distruzione maggiore di quella che è irreversibile. E non ne conosco altra irreversibile più grande, più vandalica di quella subita dal paesaggio attico e in particolare della natura ateniese a causa delle cave. Un luogo che è la culla dello stile (del ritmo), un luogo in cui il minimo dettaglio ha un senso plastico incommensurabile, ha subito per secoli e sta subendo ancora una distruzione che non ha eguali e che tende a far sparire il suo carattere più peculiare"*.

L'asse dell'Acropoli, dice Le Corbusier, è l'asse del paesaggio dal Pentelico fino al mare.

Rimane ancora qualcosa d'altro da difendere: *"La nostra Architettura Popolare"*. Significativa è la Relazione Introduttiva della Commissione per la nomina del professore di Arte decorativa del Politecnico di Atene, 1924. "Il candidato sottopone questi studi come prove di una più



22

ampia applicazione pratica della nostra arte popolare, riguardo alla quale propone anche un commentario degno di nota di 32 pagine dattiloscritte. In questo commento, accompagnato anche da tavole che illustrano esempi tratti dall'architettura popolare di Egina e Tinos, il candidato pone il problema della creazione di una moderna architettura greca, attingendo a fonti puramente greche, alla nostra arte popolare. Sottolinea il pericolo che corriamo accettando e applicando in modo sconsiderato gli elementi stranieri e propone di *respingere con coraggio il giogo straniero e di volgere il nostro sguardo, di fare come l'operaio che costruisce avendo un'unica regola il bisogno e la verità. Non più giustapposizione di linee di vana fantasia, ma linee che derivano solo dalla necessità. Solo così nascerà la vera proporzione che, accompagnata dalla natura del materiale ci fornirà la desiderata armonia dei volumi, l'armonia della forma, l'architettura segreta della necessità*". E infine, più sotto: "La Commissione, avendo considerato l'ampia preparazione di Pikionis e la sua pluriennale esperienza e il suo impegno con questioni di arte decorativa e ritenendo questi fatti adeguati per occupare la Cattedra in questione, ha l'onore di proporre all'unanimità il candidato Pikionis come Professore straordinario alla Cattedra di Arte decorativa". Atene, 29 ottobre 1924, La Commissione (A.Orlandos, E. Kriezis, I. Chatzopoulos). L'intere-

resse per la cultura tradizionale greca prende corpo con il movimento del *Filoellenismo*, legato alla guerra di indipendenza. In un primo tempo prevalgono le ricerche svolte da esperti di folklore, prevalentemente insegnanti e filologi e, in alcuni casi, geografi. Nel 1908 viene fondata la Società Greca di Arte Vernacolare con l'obiettivo di promuovere ricerche e studi sul folklore in Grecia. La società pubblica dal 1909 la rivista annuale "Laografia" (folklore). Con Aristoteles Zachos (ingegnere 1879-1939), negli anni Venti l'architettura vernacolare greca diventa oggetto di studio e di analisi sistematica. Zachos concentra la sua ricerca sulle questioni tipologiche dell'architettura popolare, in particolare quella del nord della Grecia. In questi anni pubblica un saggio in lingua tedesca sull'argomento (*Altere Wohnbauren auf griechischen Boden*, 1922-23), anche se gran parte del materiale raccolto sull'architettura vernacolare sono andati perduti. I suoi studi pongono in evidenza la relazione tipologica fra l'architettura macedone e quella bizantina. Gli studi di Zachos sono la premessa per i tre più importanti scritti sull'arte vernacolare, tutti pubblicati nel 1925: Angeliki Hatzimichali, *Arte popolare*, Pyrsos, Atene; Dimitris Pikionis, *La nostra arte popolare e noi*, in "Filikì Eteria", n. 3, 1925; Dimitris Loukopoulos, *Case e utensili in Etolia*, illustrato da Pikionis. Il lavoro di Loukopoulos consiste in uno studio sistematico dell'arte popolare, attraverso il qua-

22 Hotel Xenia 1951-56, Delfi. Tratto da, Dimitris Pikionis 1987-1968, Electa, Milano, 1999.

23 Bozzetti per una scenografia. Tratto da, Dimitris Pikionis 1987-1968, Electa, Milano, 1999.



23

le descrive e classifica secondo i tipi gli edifici della regione; in esso vi include uno studio sulle capanne rurali e sulla tradizione costruttiva.

Il pregio del lavoro sta nella classificazione. A questi tre saggi, negli anni successivi, seguiranno altri importanti scritti: Anastasios C. Orlandos, *Architettura dei Monasteri*, Atene 1927. Questo saggio ha il merito di dimostrare la continuità fra l'arte tardo-bizantina e quella della turcocrazia, mettendo in luce le contaminazioni avvenute tra diversi stili in Grecia e l'origine di matrici tipologiche comuni. Partendo dall'analisi dell'architettura dei monasteri individua i caratteri presenti nelle case e li individua come elementi necessari per costruire un'architettura basata sulla continuità con la tradizione e senza contaminazioni o influenze straniere; Aristoteles Zachos, *Ioannina. Note architettoniche*, 1928. In questo saggio è evidenziato come le antiche forme dell'architettura bizantina (come l'iliakòs, solarium) siano state trasmesse all'architettura dell'Epiro e della Macedonia.

Omada filon - Paesaggio, arte moderna per una "nuova linea greca" e, infine, arte popolare. Tre punti cruciali. Il dibattito su queste questioni, nel periodo compreso tra le due guerre, è molto significativo, eroico, coinvolgente; nuove sperimentazioni formali corrono lungo una linea di confine in equilibrio tra l'arte contemporanea, da una parte, e tradizione popolare dall'altra. Si costituisce un vero e proprio movimento.

Chiamato dagli stessi componenti Omada filon, il gruppo non stabilisce un "decalogo" formale comune (e anche in questo, in architettura per esempio, si differenzia dal Movimento moderno) ma si pone come obiettivo l'elaborazione di nuovi linguaggi poetici fondati sullo studio del luogo e sui caratteri della tradizione greca. Si tratta di un vero e proprio atto di rifondazione culturale, attraverso il quale tradizione e luogo, ricerca di nuove forme, storia e avanguardia, diventano temi dominanti nella sperimentazione di una nuova architettura (e di una nuova arte) in grado di esprimere un'identità nazionale, ma anche radici profonde e universali.

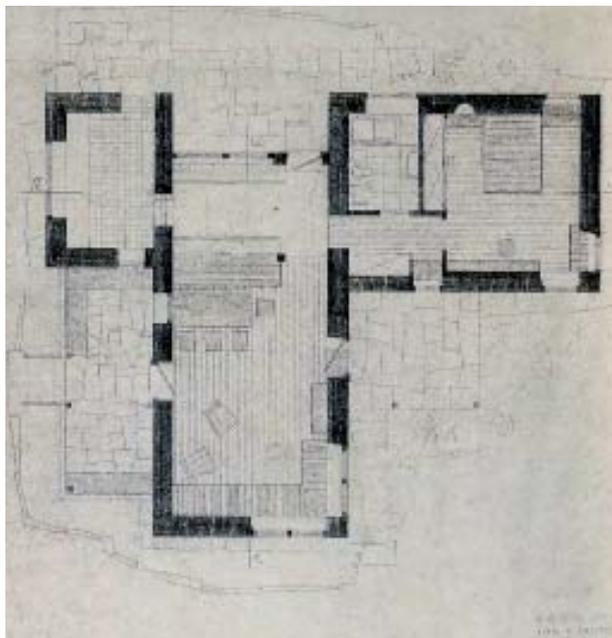
Il gruppo entra nel vivo del dibattito contemporaneo attraverso alcune iniziative, documentazioni di una vera e propria battaglia culturale in contrasto con le politiche dominanti di rottura verso il passato più prossimo e di identificazione con lo Stile internazionale. Gli antecedenti: il gruppo Asilon Techni e l'Omada Techni. Le armi teoriche: un libro, curato da Nikos Velmos, Vecchia Atene, 1931 e tre riviste, "Franghelio", "Filikì Eteria", entrambe attive negli anni 20 e, infine, la più importante "To trito mati", 1935-1937. Riviste costruite con pochi mezzi, perlopiù autofinanziate che trattano di letteratura, pittura, architettura: "teniamo nelle nostre mani un vero tesoro, sconosciuto e originale, scaturito dalla tradizione greca, tesoro degno anche delle più severe riviste d'Europa. Apriamo gli occhi e



24

riconosciamole”, scrive uno dei componenti su una rivista negli anni 2010. Lo scopo principale è «mostrare la relazione di un’opera arcaica con una forma meccanica, di questa con un’opera di Picasso, di un’opera bizantina con un progetto urbanistico di Le Corbusier, di queste con l’arte popolare e in generale l’unità di tutte le forme sincere ed autentiche nella vita e nell’arte». Significativa è la replica al manifesto della rivista “To trito mati”: «Questo ‘nuovo’ abbiamo il dovere di conoscerlo, di giudicarlo, di conquistarlo. La tradizione del nostro ingegno, la nostra esperienza non sono tanto ricche da poter giudicare questa novità al primo sguardo. Per una vita culturale non del tutto sviluppata come è la nostra, ogni elemento nuovo può - nonostante gli eccessi, sostanzialmente anzi grazie ad essi - poiché scoprono un lato nascosto della verità, contribuire come un’ulteriore componente alla ricostruzione del nostro essere ideale. Di conseguenza la questione è questa: con quali criteri, con quale spirito saranno affrontate le novità che la nostra epoca offre, dal nostro punto di vista nazionale, intendo la loro assimilazione e la loro armonizzazione con le leggi incomprensibili ma non meno inoppugnabili che governano la personalità di ogni popolo».

Personaggi ed interpreti di questa “avventura intellettuale” Dimitris Pikionis architetto; Fotis Kondoglu, pittore; Spiros Papalukàs, pittore; Nikos Mitsàkis, architetto; Stratis Doukas, scritto-



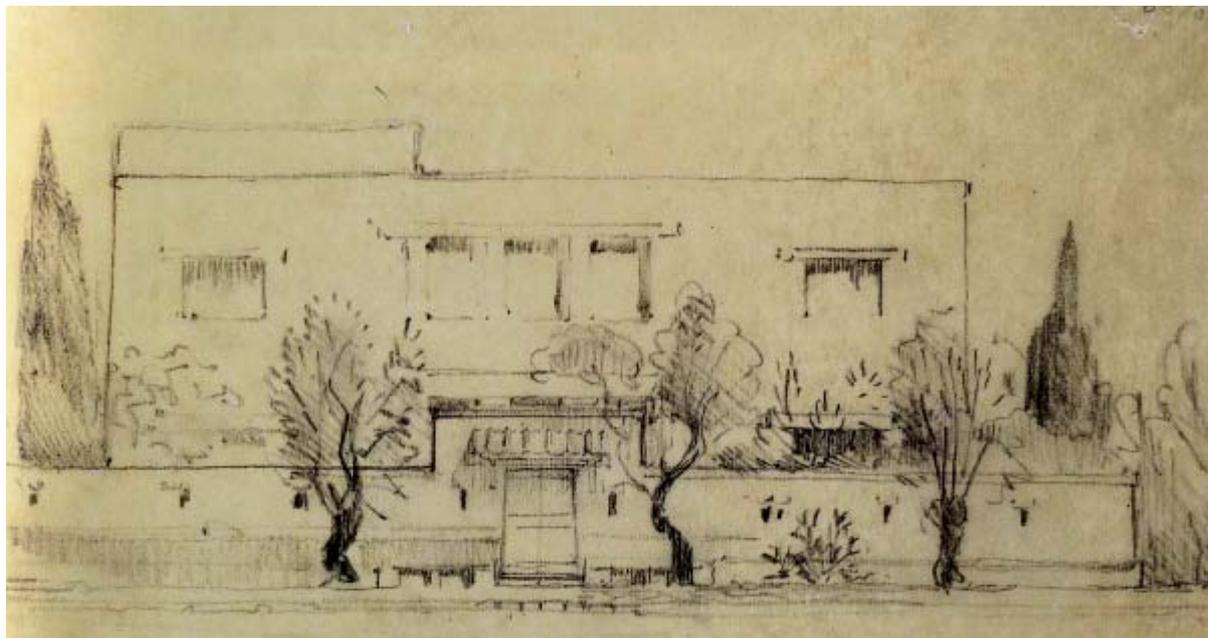
25

re e editore; Nikos Velmos, scrittore e editore; Nikos Hatsikyriakos-Ghikas, pittore; Yannis Tsarouchis, pittore; Nikos Engonopoulos, pittore e poeta; Diamantis Diamantopoulos, pittore. Artisti sopraffini, personalità completamente diverse una dall’altra e con esiti artistici assolutamente autonomi. Il lavoro di ognuno si intreccia con gli altri, alcune opere sono addirittura frutto di una collaborazione reciproca: stessi presupposti estetici, a volte tecnica simile, stesse prove, stessi esercizi, ispirandosi alle stesse fonti, ma con risultati completamente differenti. E se è vero che un grande uomo non ha soltanto il suo intelletto, ma anche quello di tutti i suoi “amici”, è altrettanto indiscutibile che non basta solo un grande uomo per esprimere una grande idea, per supportarla totalmente; occorre che molti vi si applichino, riprendano quell’idea originaria, la ripetano, la rifrangano, facendone risaltare un’ultima bellezza. Il merito di Pikionis è stato quello di raccogliere, attraverso un’abile lavoro di regia, l’opera di ognuno per costruire un’idea comune; di creare i presupposti affinché diverse discipline potessero proiettare le loro teorie (letterarie, matematiche o figurative) una nell’altra, mantenendo come soggetto centrale del pensiero che sta nelle rigorose esigenze dello spirito architettonico. Ispiratore “mitici”: lo scultore Yannoulis Chalepàs, Teofilos, artista del popolo, colui che, senza saperlo, ha traghettato la tradi-

24 Disegni grafici Casa Gorkas. Tratto da, Dimitris Pikionis 1987-1968, Electa, Milano, 1999.

25 Planimetria casa Dorcas. Tratto da, Dimitris Pikionis 1987-1968, Electa, Milano, 1999.

26 Schizzo di villa. Tratto da, Dimitris Pikionis 1987-1968, Electa, Milano, 1999.



26

zione popolare nell'arte contemporanea. Di lui se ne riparlerà in seguito.

Per evitare i comuni fraintendimenti, nel passare in rassegna le opere di questo movimento, è necessario ribadire che non si tratta di esercizi, ma di invenzioni, come scrisse nel 1931 Pikionis, il cui ruolo, insieme a quello di Ghikas, si rivela fondamentale anche nella didattica al Politecnico di Atene fino alla fine degli anni cinquanta. Così, per esempio, le opere di Kòndoglu, ci ricordano che i grandi artisti non hanno mai paura di imitare. La vera originalità non è sempre evidente; all'opposto l'apparenza bizzarra serve soltanto a nascondere una profonda mancanza di emozione e

un temperamento banale e che ciò che fa grande un'epoca è proprio che tutte le menti da cui essa è composta vanno ad abbeverarsi alle stesse acque.

Una mostra - Così, sull'onda degli studi sull'arte popolare in svolgimento, viene elaborato il più grande progetto di paesaggio mai visto, un immenso montaggio: la Mostra di arte popolare del 1938.

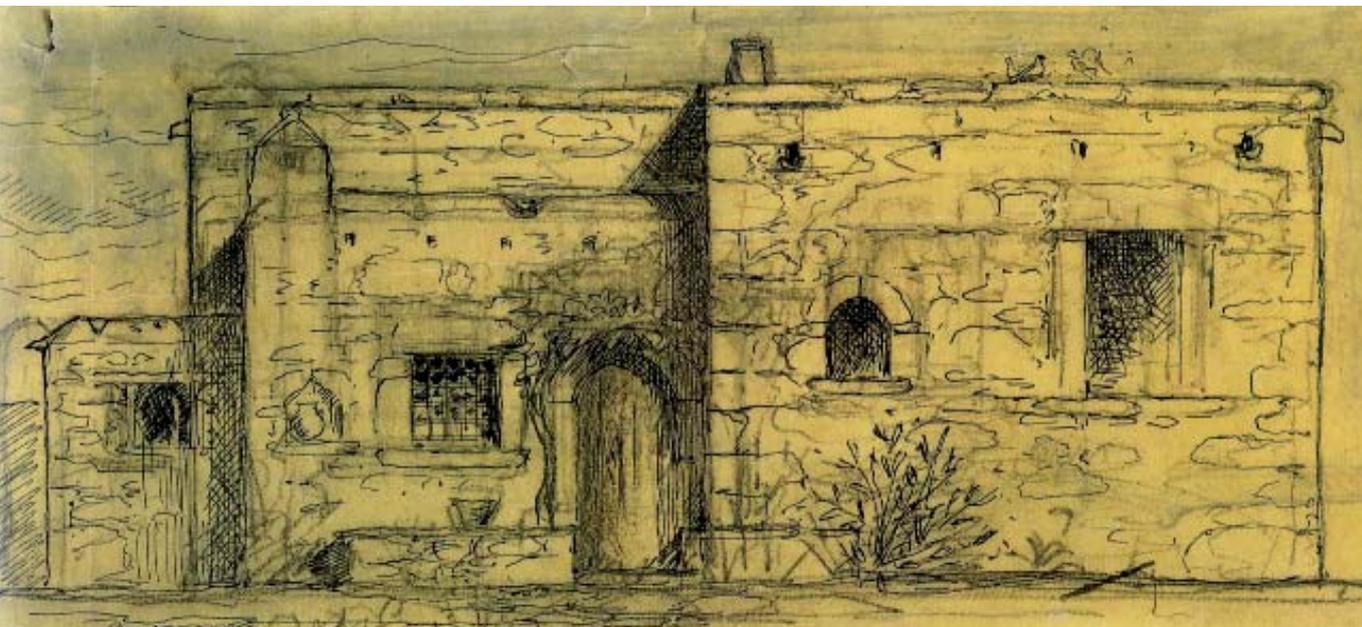
La mostra è un progetto, cioè una rielaborazione moderna di arte popolare; non è un lavoro filologico, tanto meno nostalgico, qui sono esposti disegni, rilievi, dipinti svolti con i mezzi formali dell'arte contemporanea. Accanto i disegnatori dell'arte popolare, oggetti, dipinti e architetture della tradizione tutte forme potenziali per un

progetto.

Il catalogo è curato dal pittore Engonopoulos. «Scopo di questa mostra è conoscere noi stessi. Sarebbe un grande guadagno se facesse in modo che ciascuno di noi confrontasse la propria vita e la propria opera a quella della tradizione». Qui vengono passate in rassegna le tipologie delle costruzioni tradizionali e le figure dell'arte popolare, analizzate dettagliatamente, catalogate in maniera sistematica, riviste con un "occhio nuovo", ridisegnate attraverso pitture astratte, e, infine, rimontate in sequenza come in un film. E in questo paesaggio inaspettato scorrono le figure fantastiche di Teofilos, che sopravviveva dipingendo i muri delle case e dei negozi a Mitilene, nel Pelio e popolando

interi pareti di eroi della storia greca: Alessandro Magno, Kostantinos Paleologo, Kolokotronis, Marcos Botsaris, Erotòkritos e Aretusa rivivono così tutti insieme fuori dal tempo in uno spazio immaginario. In questo montaggio straordinario entrano in scena anche le ironiche figure-caricature del teatro delle ombre Karaghiosis, portavoce di una Grecia umiliata e asservita alla turcocrazia, ma anche di una cultura che cercava di sopravvivere come poteva, nei dialoghi e nelle figure di un teatro itinerante di fortuna.

La tradizione, scriveva Pikionis, "sottintende la continuità"; continuità ininterrotta, una catena di civiltà e lo spirito di questa "rivo-



27

luzione greca” moderna (di cui l’Omada filon è il principale artefice) ha costituito la sintesi di una tradizione millenaria del paese. Continuità nell’arte, di cui l’arte popolare è il fondamentale “cemento”, nella lingua, nella religione, continuità nella sostanza profonda dell’architettura, nella letteratura.

C’è un altro personaggio secondo il quale la memoria del passato e la continuità sono una condizione fondamentale per la modernizzazione della Grecia, Antonis Benakis. Appassionato ed entusiasta assertore degli ideali nazionali del suo tempo, impiega tutte le sue fortune per collezionare testimonianze della tradizione greca, dalla preistoria al Novecento. Sotto consiglio di Pikionis incarica i pittori dell’Omada di ridisegnare opere della tradizione (ora conservate nel suo museo). Così nella sua casa, donata allo Stato Greco nel 1931, ha costruito un itinerario (che va dalla preistoria ai giorni nostri, attraverso l’arte popolare) nel quale è evidente il filo rosso che tiene insieme tutte le cose. È visibile nelle figure, nelle immagini, nei frammenti.

Dalle immagini che animano la mostra del 38 emerge chiaramente l’esistenza, nell’architettura popolare della Grecia, di due tradizioni costruttive, quasi opposte nella loro concezione. La prima si realizza con muri pieni, è geometrica, “razionalista”, dai volumi puri. La seconda è paratattica, “cubista” nella scomposizione

delle parti che, ai piani superiori determinano aggetti. Il primo sistema costruttivo, quello delle isole, manca di “tensioni” verso l’esterno; il secondo, quello delle montagne, rende autonomi i piani anche grazie alla sovrapposizione di diversi sistemi costruttivi e alla distinzione tra il grande basamento solitamente in pietra e le parti ai piani superiori aggettanti in legno. Il secondo indirizzo costruttivo distingue formalmente le diverse funzioni dell’edificio, magazzini e laboratori nel basamento in pietra che adatta la sua forma al terreno su cui poggia, abitazione ai piani superiori. Pikionis sceglie di seguire la logica costruttiva dei tipi tradizionali della Grecia continentale, quella delle montagne di Kastorià, del Pelio. Questo è il risultato di una lunga ricerca formale verso la paratassi, l’autonomia dei volumi, delle parti per poter sfruttare al massimo le potenzialità del cemento armato. Non si tratta quindi di una brusca virata verso il “tradizionalismo”: a quello

ci era già arrivato da tempo; né di un distacco teorico dalla modernità. Semmai il contrario. Aveva intuito la corrispondenza concettuale tra il sistema a telaio del cemento armato e quello in legno degli aggetti. Si trattava quindi di “rubare” procedimenti compositivi e costruttivi da applicare con i nuovi materiali.

La casa di via Heyden - Questo progetto per una casa ad appartamenti, unico edificio dal carattere urbano costruito da Pikionis, offre un

27 Disegni Casa Moraitis. 1921. Tratto da, Dimitris Pikionis 1987-1968, Electa, Milano, 1999.

28 Disegni Casa Moraitis. 1921. Tratto da, Dimitris Pikionis 1987-1968, Electa, Milano, 1999.



28

possibile tipo per la città contemporanea, una costruzione per la vita, la vita quotidiana nella Atene del XX secolo, per soddisfare dei bisogni reali, ma anche delle aspirazioni che appartengono all'essenza dell'abitare.

Questa casa non è un capriccio della fantasia, essa indica un cammino da seguire. Il lotto su cui insiste è stretto e lungo, la casa è in adiacenza con altri palazzi. Questo renderà necessaria una distinzione tra il fronte sulla via, con aggetti e rientranze poco evidenti per rispettare gli allineamenti delle altre case, e quello interno, dove nella pianta si fa ricorso a quelle deviazioni dell'ortogonalità suggerite dal lotto stesso, deviazioni che «smussano la dinamica inflessibile di una composizione basata sull'ortogonalità e concorrono a creare prospettive impreviste, a conferire movimento». Così sul fronte che si affaccia sul piccolo giardino, la parte privata e nascosta del palazzo, gli aggetti si fanno più marcati per captare la luce e per tendersi verso l'esterno e i piani si sovrappongono seguendo molteplici varianti. La casa di via Heyden è cubista nel procedimento: nonostante il rigore della geometria e delle proporzioni, sembra davvero in movimento, le variazioni prospettiche sembrano essere infinite.

L'opera è il risultato di un lavoro di gruppo: con Pikionis lavorano l'architetto Mitsàkis (sono suoi gli studi delle piante e del fronte sulla strada) e il pittore Hatsikyriakos-Ghikas, gli amici di

sempre.

La casa ha successo negli ambienti culturali; le intenzioni vengono capite: «La sua importanza maggiore – scrive un giornale di arte dell'epoca – è che dà una significativa soluzione personale al problema dell'impiego estetico del cemento e scopre in quale modo questo materiale può prendere un suo stile e organizzare la nuova architettura... Il condominio di via Heyden per la prima volta ci ha fatto provare amore per il cemento. Fino ad ora nessuno aveva osato presentare questo materiale in modo puro, chiaro e senza coprirlo con intonaci che spengono l'organicità della costruzione».

Pikionis infatti ha lasciato che il cemento, col suo colore e la sua struttura facesse vedere lo scheletro della costruzione e si è limitato a verniciare i muri intermedi, esattamente come succedeva con l'armatura in legno nelle case greche della Macedonia. Il muro non intonato, scrive Pikionis nel 1946, «sia che venga imbiancato o tinto con un colore, oppure no, restituisce la percezione del tessuto del materiale naturale, l'effetto delle penombre, che compongono un'armonia a contrasto con la geometricità delle nostre forme».

Il rapporto fra progetto e storia è una questione cruciale; su questo tema le opinioni e le posizioni della cultura progettuale moderna sono spesso del tutto contrastanti. Infatti se, da un lato, c'è un rifiuto della storia, legato all'idea



29

che il Movimento moderno si sia identificato nel drammatico distacco per una rifondazione in nome del funzionale; dall'altra c'è, sotterranea e tenace, l'idea della continuità delle tradizioni, delle forme e dei tipi. È un'oscillazione presente anche nel dibattito architettonico della Grecia degli anni 50, ma che ha portato schematiche e fortemente riduttive suddivisioni tra "modernisti" e "tradizionalisti": chi è con Pikionis, chi con Konstantinidis, chi con Zenetos? Niente di più sviante. L'accanimento di Konstantinidis nei confronti di Pikionis, di cui fu assistente al Politecnico nel dopoguerra, è più legata al voler ribadire una propria autonomia, una sorta di preoccupazione del secondo a non rimanere "intrappolato" nella rete ideologica del primo, piuttosto che un contrasto concettuale. Infatti entrambi fondano i propri procedimenti nello studio dell'architettura tradizionale, dei luoghi, del paesaggio. Aris Konstantinidis, oltretutto un raffinato progettista si rivela un fervente sostenitore dell'architettura popolare; nell'intento di diffondere le sue idee e di dimostrare la validità di modelli nazionali, pubblica libri e articoli con schizzi, disegni e fotografie dell'architettura tradizionale della campagna greca. Non deve quindi sembrare provocatorio o azzardato il considerare la casa di via Heyden come primo anello di una "catena" di progetti, sequenza trasversale di opere di architetti appartenenti a generazioni diverse. Per comprendere a fondo

tutti i molteplici aspetti della modernità è necessario tenere le distanze da categorie di generica applicazione, che deformano la realtà e ne danno uno schema semplificato e tenere in conto che il "moderno" in Grecia oltrepassa i limiti evidenti che gli sono stati finora attribuiti per svilupparsi verso molteplici direzioni, temporali e concettuali, ponendosi in relazione con quello internazionale, ma non identificandosi necessariamente con esso.

"...A oltre percepivo che nelle fondamenta che ne penetravano in profondità nella terra, nei volumi delle mura e delle volte, la mia anima era una pietra fra le tante, murata nella massa anonima delle altre pietre."

La sua originalità può essere valutata nella ripresa fotografica d'epoca molto simile nelle componenti ma privo di ogni interesse architettonico. La casa Heyden è il risultato di meccanismi di intreccio molteplici; Dimitris Filippidis ha notato come il tentativo di sintesi messo in atto con questo progetto non abbia solo una finalità estetica ma rifletta piuttosto lo sforzo di trasferire "un sistema in un altro" sfruttando le analogie costruttive esistenti tra le moderne costruzioni in cemento e un certo tipo di edilizia tradizionale. Una sperimentazione resa possibile da una conoscenza profonda dei meccanismi della molte analogie che li muovono, orientata al raggiungimento di un confort che sfrutti al tempo stesso i benefici del progresso e l'espe-

29 Schizzo. Tratto da, Dimitris Pikionis 1987-1968, Electa, Milano, 1999.

30 Centro delfico, 1934. Tratto da, Dimitris Pikionis 1987-1968, Electa, Milano, 1999.



30

rienza della tradizione popolare.

Il pensiero di Pikionis restituisce l'immagine di una tradizione dinamica e necessaria, contenitore di antichi valori e rapporti originari con la natura, in grado di rispondere anche al modificarsi delle funzioni e al mutare delle esigenze umane senza negare l'espressività che ne costituisce parte integrante e distintiva. Con questa idea della tradizione Pikionis osserva, negli edifici del popolo, quei processi di semplificazione che mettono in luce l'essenza e l'autonomia degli elementi architettonici, il comporsi di questi in un numero infinito di possibilità combinatorie per produrre la varietà che convive con un'omogeneità di fondo: legge, in quegli esempi, le proporzioni e le simmetrie in funzione delle necessità, i canoni dimensionali in funzione dei tagli medi della pietra e considera infine lo stile come null'altro che il risultato di tutte le componenti. Immergersi nell'arte del popolo. Pikionis è attratto dalla sua naturale attitudine a includere selettivamente gli apporti di incroci e passaggi, e ancor più dalla sua capacità di preservare, in un insieme di relazioni rispettose, un suolo di cui costituisce il proseguimento e che sente come sacro. Avviene per Pikionis ciò che è frequente nella storia dell'architettura moderna. Di fronte al progressivo allontanarsi delle convenzioni estetiche dalle loro ragioni di fondo e al prevalere delle sovrastrutture stilistiche, l'architettura primitiva o quella vernacola-

re offrono una riserva di ragioni e di equilibri intatti a cui ritornare per depurare se stessi.

Negli edifici del popolo gli elementi costitutivi, le relazioni e i simboli usati con semplicità, esprimono nel loro insieme, una necessità che l'architettura moderna sembra aver ormai perso, specie rispetto alla capacità di abbracciare tutti gli aspetti dell'essere umano e non solo quelli di tipo funzionale. In essi, quei principi immutabili che Pikionis ha costantemente l'impressione di riconquistare ogni volta sembrano più chiari e a portata di mano.

L'architecture de la Grèce contemporaine, in grado di esprimere "già da molti anni ciò che l'arte moderna ricercava, di offrire un "vocabolario nuovo, perfettamente trascrivibile sul piano tecnico come su quello estetico: ci sono al tempo stesso l'ossatura, le grandi vetrate, i riempimenti dei pannelli murati al rustico, le combinazioni tra i portici e gli elementi chiusi che costituiscono un gioco di livelli molto vivo, all'interno come all'esterno".

3.2.5 IL RAZIONALISMO ITALIANO

In queste architetture è dato rintracciare, in varie forme, quei caratteri espressi dalla mediterraneità e che, già codificati in ambito teorico, andranno a costituire un preciso repertorio tipologico, costruttivo e formale. Da questa sorta di catalogo non scritto provengono gli elementi di identificazione più noti dell'architettura medi-



31

terranea, almeno secondo la nozione comune, vale a dire: il legame intimo con la natura e il paesaggio, l'aderenza al sito, l'influsso determinante dei dati climatici nella progettazione, la perfetta coincidenza delle forme di vita con la struttura spaziale, la semplificazione geometrica nella costruzione.

Il razionalismo Italiano risente pienamente del fenomeno di mediterraneità, come sopra descritto e non si può parlare di un reale di battito energetico ma si riconosce nell'architettura spontanea mediterranea, la nuova risorsa

Carlo Bellini afferma: *"Il tema della mediterraneità è cresciuto, al tempo dell'architettura razionale, come nostra stella orientatrice"*.

Si comprese che avvicinarsi al Mediterraneo avrebbe restituito all'architettura quei valori sommersi da sovrapposizioni gotiche e da fantasie accademiche. Esiste uno scambio nutritissimo di lettere tra Bellini, Pollini, Figgini, e Terragni su questo argomento e lo stesso Belli fece una serie di articoli sui giornali nei quale dibatteva contro l'architettura degli architetti quali Piacentini, Calza Bini e Maraini ancora molto legati ad una romanità littoria, ma anche contro Giovannoni il quale come accademico non era ancora riuscito a recepire quell'innovazione che si legava ad una tradizione, seppur vicina, lontana dai banchi dell'insegnamento.

Si cominciò lo studio delle case di Capri, per conoscere il modo in cui erano fatte e comprende



32

il perché di quelle scelte morfologiche-tipologiche e tecnologiche, e scoprirono "la loro tradizionale autenticità", e capirono che la loro perfetta razionalità coincideva con l'optimum dei valori estetici. Si comprese che solo attraverso la geometria si poteva attuare il perfetto *geumtlich* dell'abitare. In un viaggio nel Salento a Santa Maria di Leuca, del 1929, nel quale Belli ebbe occasione di visitare e conoscere quei luoghi collinari composti da architetture bianche spontanee, inglobate in un ordine orizzontale, scoprì la ricchezza di soluzioni lampanti che lo illuminarono. Provò a telegrafare a Terragni e chiedergli di recarsi al sud per vedere insieme queste architetture, ma al tempo non era facile poterlo fare si poteva essere definiti nordici, antifascisti, ecc.

Il dibattito sulla parola "mediterraneità" fu molto acceso, e portò all'attenzione di molti temi quali la *tradizione*, la *linea italiana dell'arte e dell'architettura*, l'*architettura di stato*, perché il linguaggio mediterraneo era un linguaggio in cui non si potevano riconoscere parti politiche, diventando un mondo in cui si univa attraverso l'innovazione architettonica, tradizione e modernità.

Questo dibattito nasce tra il 1930 e 1934 e trova in Edoardo Persico una voce dissenziente e in Pagano quella figura che si contrappone alla scelta di riscoprire la tradizione come strumento di rinascita di una contemporaneità, al fine

31-32 Edificio per appartamenti, Atene 1936. Tratto da, Dimitris Pikiornis 1987-1968, Electa, Milano, 1999.

33 Casa del fascio di Luigi Terragni 1932



33

di riproporre un modernismo Italiano come ricerca di uno stile razionalista unico che risolve problemi sul piano della forma come risposta unitaria a tutte le arti.

Gli stessi italiani arrivarono in ritardo rispetto a intellettuali europei come gli Olandesi, a comprendere le opportunità che erano legate alla conoscenza dell'architettura spontanea del mediterraneo.

Alla presentazione dell'esposizione del MIAR nel 1931 si definì con il termine *mediterranea* il carattere dell'architettura latina. Chi aderiva al MIAR vuole ritrovare le proprie radici nella tradizione di un'architettura spontanea, nelle costanti diacroniche del clima, della natura, di una equazione sole-mare, mediterraneo muri bianchi, ponendosi come seguito dell'apertura europea del Gruppo 7, composto da G. Figgini, G. Frette, S. Larco, A. Libera, G. Pollini, C.E. Rava, G. Terragni, attuata attraverso i loro scritti.

Per alcuni questo termine significava una rarefazione puristica, per altri come Rava questi significava considerare l'architettura minore spontanea, da cui trarre lo stimolo originario del movimento italiano per l'architettura razionale. Ritrovando nelle sue radici la fonte di autenticità delle forme tipologiche in un momento nel quale si doveva reinventare un'architettura che interessasse il ceto borghese, lavorando sulla funzionalità, facile fruibilità, e morbidezza dei modelli abitativi proposti. Proponendosi come

realità unificante di linguaggio con cui conciliare architettura nazionale e straniera.

Si parlerà anche di *unità mediterranea* e componenti tipologiche come il Patio, un impluvium, una piscina e un solarium sono strategie tipologiche utilizzate da Figini e Pollini per la realizzazione della villa-studio a Napoli e da altri come Albi Portaluppi ecc.

Quindi al concetto di solarità mutuato dalle programmatiche iterazioni di Le Corbusier (Maison Clartè - ville lumier - ville radieuse - village radieux) si rafforzano temi compiacenti il Regime, come l'igenismo, il salutismo e il naturalismo. A fine di rafforzare questa visione Bardi parla di latinità come mediterraneità intesa come nozione avanzata di mito collettivo, in termini classicisti in cui si ritrovano le istanze centraliniste di roma Mare nostrum, sostituendo al lessico dell'arco o altri simboli di un classicismo al tramonto, il lessico del razionalismo itadiano. E' possibile affermare che ciò che gli architetti dell'Europa del nord hanno "scoperto" non sono altro che "architettura di pareti bianche, rettangolari o quadrate, orizzontali o verticali: architettura di vuoti e pieni, di colore e di forme, di geometria e proporzioni [...].

Per il gruppo di quadrante il Mediterraneo rappresentava la Grecia, il neoplatonismo delle stetiche puriste.

Il razionalismo in una prima fase era impostato sull'asse torino-Milano, successivamente si aprì



34

rà a Roma per un'idea più totalizzante dell' diffusione di questo linguaggio come strumento per 'acquisizione di commissioni pubbliche lavori. Momento storico in cui Terragni aspira alla realizzazione della casa del Fascio come prototipo di un'auspicata Koinè. Il mediterraneo diventò una parola che delineò un linguaggio architettonico, questa parallelamente non fu piena portatrice di quei principi di architettura

Al cospetto di una introduzione di linguaggio mediterraneo come componente riconoscibile del razionalismo italiano, appaiono gli elementi che caratterizzano l'architettura nella figura di Luigi Cosenza.

Quest'ultimo utilizza la tipologia del patio è un punto in comune a tutte le culture del Mediterraneo, costituisce infatti un'invariante al progetto della casa tradizionale.

“Abbagliamenti muri bianchi, con finestre piccole e basse, a proteggere dalla luce eccessiva, racchiudono la stanza, coperta da una cupola non alta oppure da una volta a botte. Un'ampia scala esterna con un pianerottolo e un pergolato di viti conduce a questa attraverso il cortile. E tutt'intorno, in un pittoresco raggruppamento che offre molte pause d'ombra, si dispongono ambienti grandi e piccoli, realizzando sempre una costruzione unitaria e conclusa, che risulta netta, nel suo luminoso candore e nella semplice sagoma, sullo sfondo azzurro del cielo e su quello scuro della montagna”¹².

“In uno spazio libero, chiudendola verso l'esterno è facilmente riconducibile la sopravvivenza di una tradizione antichissima, quella che si rispecchia in una tradizione antichissima, quella che si rispecchia nella tradizione delle case di Pompei e che già tanti secoli prima, sin dall'età cretese-micena, era praticata in tutti i paesi mediterranei.

Le Corbusier durante il viaggio in Italia, realizza degli schizzi:

“Cielo aperto immenso vestibolo colossale altezza di cattedrale piena d'ombra e, in fondo, lo splendore del giardino, [...] la variazione di ampiezza delle porte gioca un ruolo enorme ve ne sono di grandissime e di molto piccole.” Il senso della casa è affidato tutto a questo spazio aperto, cielo aperto, sovradimensionato, intorno a cui si svolge la distribuzione della casa. Come le funzioni dell'abitare sono regolate dalla presenza di questi spazi aperti, in cui si svolge sia la vita pubblica della casa (atrio) che quella privata (peristilio), così l'impostazione planimetrica è rigorosamente vincolata all'assalita che lega *fauces-atrio-peristilio-hortus*.

La casa araba tradizionale riprende i caratteri principali della Domus, la presenza dei patii interni e la variazione volumetrica degli ambienti, e ciò avviene anche in virtù della convergenza della configurazione della casa con le istanze religiose e sociali, oltre che con le necessità di natura climatica. Il carattere di forte introversione-

35 Stamberga per sciatori, V Triennale di Milano 1933. L. Vietti.

36 Padiglione della stampa. L. Baldassarri, 1933.



35



36

ne risponde perfettamente alle esigenze ed al credo della famiglia araba, e costituisce anche una idonea risposta ai problemi del raffreddamento.

“L’ambiente naturale per un Arabo è il deserto. Esso ha determinato le sue abitudini, la sua visione della vita e la sua cultura. Egli è debitore al deserto della sua semplicità, della sua geometria, del suo amore per la scienza, la matematica, l’astronomia, del suo modo di vivere e dei suoi rapporti familiari”¹³.

Hassan Fathy ha perseguito per tutta la vita l’obiettivo di fornire attraverso la sua opera un’interpretazione contemporanea dei valori della cultura araba, come espressione della identità del popolo arabo. A tal fine vuole ridurre quelle complessità dei processi storico culturali, riferendosi alle tradizioni del popolo arabo, per il quale intende, tutte le civiltà del mondo arabo.

Questo lo fa al fine di semplificare lo spazio fisico e sociale nel quale lui andrà a definire le caratteristiche di abitazione e che fanno riferimento al progetto urbano.

Definisce il deserto come luogo di elezione, privo di specificità geografiche, luogo nel quale perfezionerà durante il lavoro il suo ideale di casa:

- la dimensione molto orizzontale,
- il prevalere dei pieni sui vuoti nelle masse murarie,

- la cupola che segnala l’ambiente principale della casa:

- il rapporto corte interna/cupola/paesaggio.

Il patio non occupa il centro della composizione ma si colloca in adiacenza dei muri di confine, non è mai osservata una simmetria o assialità con l’ingresso, ma in esso è essenziale la presenza degli elementi che determinano il controllo climatico di quegli ambienti costruiti, come la vegetazione, l’acqua, in cui la necessità diventa simbolo e acquista valori estetici.

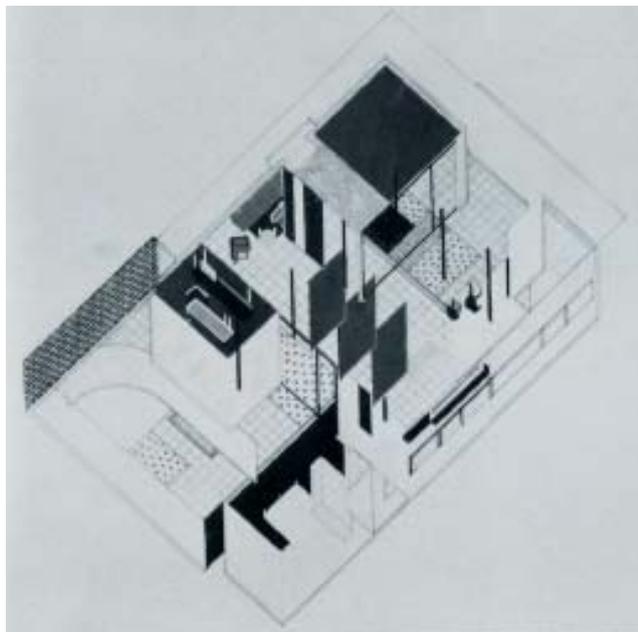
Una tappa importante nel suo processo di perfezionamento del modello di casa araba è la casa di Hamed Said¹⁴: “Una struttura semplice composta da uno spazio per studio tutto interno, voltato, con annesso *iwan* per dormire, e da una loggia, anch’essa voltata, completamente aperta su un lato, per creare un equivalente architettonico della tenda in cui loro – Fathy e Said – vissero una esperienza di totale relazione con il paesaggio”¹⁵. Lo stesso Said definisce l’architettura di Fathy terra e costruzione nello stesso tempo.

Il rapporto con il suolo si lega al materiale di cui la casa è fatta, la terra cruda, mattoni di fango, intonaco costituito da un impasto di terra e paglia. Il suolo diventa materiale.

In lui la mediterraneità risiede nell’attitudine che egli dimostra nell’interpretare la natura di luoghi desertici nel suo caso.



37



38

3.2.6 CONCLUSIONI

All'interno del dibattito mediterraneo come si è potuto descrivere si inseriscono interessanti figure che da inizio secolo ricercano nell'architettura spontanea le radici di una metodologia progettuale, modelli tipologici, morfologici e tecnologici, al fine di sviluppare un linguaggio architettonico in grado di essere sempre risposta concreta al comfort per l'utente a cui lo spazio dell'abitare deve rispondere, in riferimento ai caratteri climatici del sito in esame.

In questo passaggio la conoscenza dell'architettura "spontanea" tipica del sito d'interesse, diventa la chiave di lettura per ricondursi univocamente a una tradizione che definisce le radici di una provenienza e input imprescindibili per delineare nuovi linguaggi architettonici che non possono esimersi dal assimilare le loro origini. Quell'architettura che è stata realizzata e perfezionata da popoli che conoscendo le caratteristiche del clima delle proprie regioni sono riusciti a mettere a punto tipologie edilizie e strategie morfologiche in grado di diventare efficaci risposte a tali esigenze, mostrandosi ancora oggi validi esempi di riferimento. Nei quali sono stati da sempre impiegati i materiali propri della tradizione di quelle terre, al fine di ottimizzare tecnologie facilmente riproponibili.

Pertanto si può affermare che la *questione energetica* l'uomo con l'architettura la da sempre affrontata, e con questi termini si possono

intendere due fenomeni, in riferimento a quale significato gli viene conferito. Da un lato è cioè che si considera nella ricerca, il dato "variabile", legato alle caratteristiche climatiche del sito in esame, caratteristiche del sole del vento ecc., fattori che si vogliono utilizzare con le massime potenzialità in termini di guadagni energetici, dati dalle caratteristiche climatiche dei siti, dall'altro è il termine che caratterizza il dibattito che dagli anni 70 in cui si delineano i primi obiettivi di ridurre il consumo di energie fossili utilizzate per ottimizzare artificialmente il comfort interno negli spazi dell'abitare.

Nel primo caso la storia descritta ci fa comprendere che l'uomo a inconsapevolmente sempre seguito l'obiettivo di realizzare un edificio energeticamente efficiente, e proprio in questo percorso si sono affinate strategie e metodologie che ancora oggi è possibile verificare vivendo quegli spazi, equilibri microclimatici raggiunti in origine sono ancora garantiti dalle prestazioni di questi spazi. Dall'altro con i termini, *questione energetica*, si identifica quel dibattito che si lega alle conseguenze del fenomeno d'industrializzazione d'inizio secolo che ha introdotto l'uso di sistemi impiantistici nell'abitazione al fine di ridurre i deficit dati dalla realizzazione di modelli abitativi in cui la componente involucro non garantisce più le stesse prestazioni di portanza e inerzia che aveva in origine. Portando al consumo di risorse energetiche esauribili e

37-40 Casa studio per artista, V Triennale di Milano. L. Figgini, G. Pollini.



39



40

la formazione di gas nocivi in quantità ora non più tollerabili.

E' evidente come i due significati siano portatori di contenuti tanto differenti quanto complementari, perché il primo contiene pienamente le risposte per sopperire all'attuale questione energetica legata al secondo significato attribuito al termine. Questo attraverso un processo d'innovazione della tradizione. Quindi la questione energetica si pone come significativa che in se contiene le risposte più contemporanee, di atteggiamento sociale e strumento per la definizione dei nuovi modelli per un'architettura efficiente.

E quindi si può affermare che la mediterraneità è proprio la capacità di leggere la natura dei luoghi, al fine di individuare punti di riferimento progettuali che in funzione di questi raggiungano obiettivi di confort abitativo e qualità architettonica.

A questo proposito si può affermare che la questione energetica nasce nel momento in cui l'adimensione delle architetture qui non raccontate entrano in connessione con lo sviluppo delle nuove tecnologie che permettono di ottimizzare la qualità microclimatica all'interno degli ambienti abitati sfruttando risorse di energia non rinnovabile, circa negli anni 70 e mentre i fratelli Olgyay percorrono una ricerca per definire strategie progettuali idonee ai differenti ambienti climatici definiti secondo caratterizzazioni di

ampie zone climatiche., la regione italiana così come le tradizioni dei popoli del mediterraneo e le ricerche perseveranti degli architetti tra i primi del 900 e gli anni 40 è riuscita a definire strumenti non solo innovativi tipo logicamente e tecnologicamente, ma coerenti con l'esigenza di un'architettura specchio del luogo in cui questi anni sono vissuti e nei quali la tradizione ha lasciato caratteri riconoscibili di una architettura che può solo subire un'innovazione in termini della tradizione specchio dell'identità dei luoghi.

3.3 L'IDENTITA' MEDITERRANEA. TRA NATURA E AMBIENTE COSTRUITO

“L'uomo cammina per giornate tra gli alberi e le pietre. Raramente l'occhio si ferma su una cosa, ed è quando l'ha riconosciuta per il segno d'un'altra cosa: un'impronta sulla sabbia indica il passaggio della tigre, un pantano annuncia una vena d'acqua, il fiore dell'ibisco la fine dell'inverno. Tutto il resto è muto e intercambiabile; alberi e pietre sono soltanto ciò che sono. Finalmente il viaggio conduce alla città di Tamara [...]. Lo sguardo percorre vie come pagine scritte: la città dice tutto quello che devi pensare, ti fa ripetere il suo discorso, e mentre credi di visitare Tamara non fai che registrare i nomi con cui essa definisce se stessa e tutte le sue parti.” I. Calvino¹

L' uomo per raggiungere un equilibrio con la so-

cietà in cui vive sente il bisogno di affermare la sua identità, in quanto essere umano, in quanto membro di un gruppo, in quanto individuo che possiede un margine di libertà e responsabilità personale, ed ogni supporto all'identità è efficace solo a condizione di essere conosciuto o riconosciuto da altri. Tra i segni distintivi di un'identità riconosciamo l'ambiente costruito, la topologia architettonica e i luoghi che esso delimita. Il paesaggio, inteso come insieme di luoghi, consente all'uomo di situarsi nel tempo e nello spazio, di identificarsi in una cultura, con una società, con un gruppo.

“Questa identificazione profonda tra uomo e paesaggio che, dice ancora Borges, finisce col disegnare il vuoto degli ambienti, e che si esprime perfino con musicalità e drammaticità secondo i casi, deriva dalla capacità dell'uomo di specchiarsi, di veder se stesso, ossia di farsi attore e spettatore insieme su quegli sfondi nei quali vive e recita il dramma della propria esistenza, guidandolo non solo nel suo agire sociale ma anche nel suo rapportarsi alla natura, all'ambiente che lo circonda”. A. Loos²

“Ciò non solo ad un adattamento materiale alle condizioni di una morfologia, del clima, delle formazioni vegetali, ma anche come adesione spirituale, estetica, religiosa, indotta dal paesaggio e dalle sue forme, dai suoi messaggi”.

F. Portanova³

Quindi l'azione progettuale risulta essere l'integrazione

tra lo studio del territorio e della tipologia architettonica, intesa sia come ambiente visibile e percepito, ma anche come struttura ricca di relazioni sociali ed economiche tra loro correlate.

Si prendono in esame le culture del mediterraneo più storicizzate in cui la progettazione era strettamente legata alle caratteristiche territoriali-climatiche e sociali dei luoghi, architetture dalle definite connotazioni linguistiche.

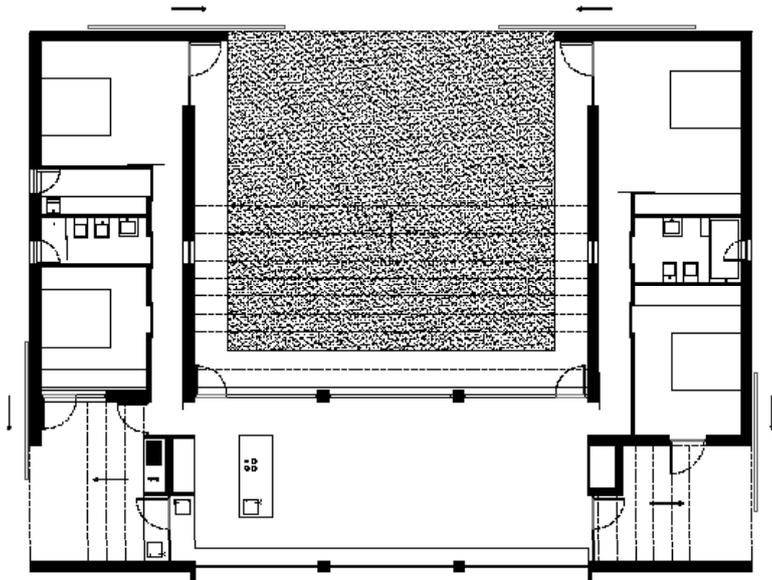
Passando dalla figura di Gropius al linguaggio del razionalismo lecorbuseiano e i principali attori della più recente esperienza mediterranea, dopo aver delineato i caratteri della tradizione costruttiva mediterranea, e studiato le forme costruite e abitate, si descrivono i fattori che connotano i linguaggi Architettonici dell'esperienza mediterranea preindustriale.

*“Che cos'è il Mediterraneo? Mille cose insieme. Non un paesaggio ma un susseguirsi di paesaggi. Non un mare ma un susseguirsi di Mari. Non una civiltà ma una serie di civiltà accostate”*⁴. F. Braudel.

Si analizza la mediterraneità come cultura che aveva la capacità di equilibrare, compensare e correggere l'astrazione e il grado di generalità dell'Architettura moderna.

3.3.1 INTROSPEZIONE E CHIUSURA

Parlare di rapporto tra interno ed esterno, di chiusura e di apertura con l'ambiente circostan-



41

41-42 Casa Mistretta
2005. Marsala. Ernesto
Mistretta.

38

te significa parlare di definizione e progetto dello spazio, rispetto al quale il muro si pone come elemento fisico che concretizza un'idea.

Agli inizi del 900, gli architetti maestri alle diverse correnti del movimento moderno affermavano che l'architettura nel suo essere era l'"arte dello spazio":

"L'aspirazione delle nostre creazioni è l'arte dello spazio, l'essenza dell'architettura" H.P. Berlage

"L'Architettura è unicamente l'espressione tangibile dello spazio di cui lo spirito umano sia capace" E. Mendelsohn

"La fondazione della costruzione è lo spazio. Di conseguenza la coscienza visuale dell'architetto dovrebbe essere fondata sull'idea di spazio. Le relazioni che si stabiliscono tra le forme e lo spazio determinano il ritmo e il valore estetico della costruzione". T. Van Doesburg

"L'architettura è la volontà di un'epoca tradotta in spazio: vivente, mutevole, nuova". L. Mies Van Der Rohe

"L'architettura è la pensosa creazione di spazi. Il continuo rinnovamento dell'architettura dipende dal cambiamento dei concetti di spazio". L.I. Khan

Queste definizioni rivelano assunti di pensiero correlati ad una visione dello spazio come opera creata dall'uomo. In cui l'inquadramento di aree avviene attraverso regole preordinate, che, come affermano Mondrian e Theo Van



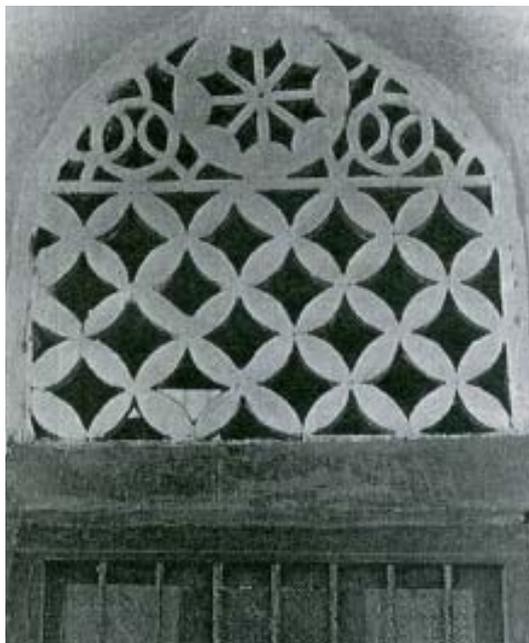
42

Doesburg, ritrova il suo equilibrio inquadrando lo spazio in un reticolo di linee perpendicolari tra loro, all'interno delle quali ogni forma si può comporre con piccoli rettangoli. Nella traduzione di un metodo filosofico in cui si attua l'astrazione della natura all'interno della quale si ricercano le regole che definiscono i rapporti di equilibrio tra gli elementi che la compongono.

Su di essa si applica un'azione di smaterializzazione per la quale viene ridotta all'essenza della sua struttura e geometrizzata.

Le regole ricavate da questo procedimento diventano matrici proporzionale per definire l'ordine e la dimensione degli spazi dell'abitare, nell'idea che così facendo ci si possa avvicinare a quell'equilibrio che gli elementi hanno in natura, nella ricerca di una relazione con essa, in una continuità fisica.

L'idea sopra delineata si concretizza anche grazie l'introduzione dei nuovi materiali dell'architettura, le grandi finestre vetrate, e i sottili pilastri in c.a. e/o acciaio che hanno permesso di enfatizzare non solo il carattere di ordine dello spazio ma anche la relazione di continuità percettiva con esso, in alcuni casi non distinguendo più un fuori o un dentro, ma solo pubblico e privato, alla ricerca di effetti emozionali ed atmosfere ricreate. Principi attraverso cui si voleva ritrovare la primigenia matrice dell'ordine, uniformabile ed applicabile in differenti contesti, come scelta in contrapposizione a filosofie e



linguaggi neoclassici compresenti nello stesso periodo.

Nell'architettura vernacolare del mediterraneo quella fatta dai non architetti, che a lungo è stata ritenuta un'architettura casuale, si rivela una tradizione di ciclica innovazione. Perfezionamenti gradualmente che conducono alla realizzazione di modelli ancora oggi validi.

Modelli generati dal solido legame con la natura sia sotto il profilo storico sia sotto un profilo compositivo e tecnologico. Un'architettura che si rivela ancora oggi per la sua efficacia e abitabilità. Lontani dall'idea dei modelli primitivi primigeni e dalle teorizzazioni degli stili moderni. Anche qui la tecnologia si è affinata mantenendo come punto di riferimento l'uso dei materiali del luogo.

La loro legame con il luogo si concretizza nell'adattandosi sempre più al clima del sito, infatti non si hanno regole generalizzabili, se non la definizione di modelli tipologici di spazi che vengono ordinati secondo le esigenze specifiche degli utenti da cui verranno fruiti e dal clima e orientamento del luogo in cui andranno inseriti.

Quindi il rapporto con il contesto naturale assume i caratteri di una scientificità.

Il rapporto che si è intessuto tra gli spazi dell'abitare e l'ambiente costruito sono simbiotici.

Nella lettura del più consolidato panorama architettonico che rivela gli archetipi della tradi-

zione architettonica mediterranea si evidenzia un rapporto tra spazio interno ed esterno, di forte coerenza e simbiosi.

Infatti anche quando l'architettura sceglie forme e limiti murari come elementi che concretamente sembrano preferire un distacco con essa, in realtà scelgono ancora di più una simbiosi. Diventando risposta concreta a quelle esigenze climatiche che essa stessa richiede.

Il muro nella tradizione mediterranea europea, greca e quella islamica è un limite dall'elevato spessore. Questo può essere inteso, come muro che delimita gli spazi abitati, come il recinto di uno spazio esterno delimitato o la protezione di un intero complesso edilizio.

Il concetto di muro si concretizza in una componente costruttiva che si presenta uniforme e caratterizzata da piccole aperture. Si può parlare di muri massicci, compatti e impenetrabili.

Piccole finestre aperte o sistemi di gelosie che diventano filtri visivi con l'intorno, il cui ruolo è quello di captare l'ingresso dei venti durante i momenti più caldi della giornata e dell'anno e fare entrare quella quantità di luce essenziale all'illuminazione degli ambienti.

Per l'architettura popolare greca e italiana, il muro è il limite che delinea le conformazioni cubiche quadrangolari delle abitazioni popolari che caratterizzano i paesaggi collinari delle aree di coste ed entroterra di queste regioni.

Compattezza e uniformità sono le principali ca-



43



44

43-44 Interno Casa Sencio. Alberto Campo Baeza. 2001.

ratteristiche intrinseche del componente che si smaterializzano attraverso l'uso del colore bianco e l'incidenza della luce che ne esalta il carattere effimero.

Abitazioni ordinate a grappolo che collocate lungo la costa o all'interno di un paesaggio agricolo possono relazionarsi percettivamente e visivamente con il contesto naturale, passando dallo spazio completamente chiuso del nucleo abitato al paesaggio circostante. Nel caso dei densi agglomerati urbani che si collocano nelle colline, gli spazi interni più chiusi, vengono mediati da patii verdi, piccoli pozzi di luce e fonte di raffrescamento estivo, su cui si affaccia la casa in forma privata. Spazi delineati dal sistema murario delle abitazioni che vengono ordinate e costruite in forma compatta e coerente con le caratteristiche morfologiche dei luoghi.

Caratteristiche dettate per lo più da esigenze ambientali e di protezione dagli agenti esterni.

Le civiltà arabe hanno fatto riferimento all'archetipo del recinto, che nell'Islam diventa sia scelta di vita che matrice figurativa dell'architettura, della città e del territorio essendo città costruite in regioni il cui paesaggio è caratterizzato da ampie zone desertiche di sabbia o pietra, in cui l'acqua si ritrova solo in laghi salati e sulla costa mediterranea.

In questo contesto il recinto viene visto come muro inviolabile che delimita uno spazio all'interno del quale si svolge la vita privata o nella

sua accezione spirituale e religiosa.

Le tipologie costruttive più diffuse infatti utilizzano modelli abitativi ed insediativi che riducono quasi completamente le loro relazioni con l'esterno utilizzando tipologie a patio completamente introverso, in una negazione di relazione con il clima e i paesaggi desertici ostili, dai quali cercano protezione.

Gli spazi interni diventano luoghi di socialità della casa su cui confluiscono tutti gli ambienti principali e molto spesso assumendo anche caratteri sfarzosi e imponenti.

Il principio si lega non solo al funzionamento di una singola abitazione ma anche a quello di un intero sistema urbano, ne è un esempio chiaro il villaggio di New Baris di Fathy Hassan come esempio recente, che trae le loro origine da modelli più antichi, come il centro storico dell'attuale Siwa¹⁶, fuori dal quale fino a poco fa era impossibile costruire, perché il muro era un limite intoccabile.

Il recinto rappresenta anche il grado di astrazione bidimensionale che si relaziona al piano spirituale di un popolo che si ritrova nell'archetipo del temenos greco, nel quadriportico cristiano, nella cisterna bizantina e nell'apadana persiana, dando origine a splendidi spazi inclusi. Il muro non solo un luogo di passaggio ma un vero e proprio confine, materiale e spirituale.

Anche nella fascia di territorio ordinata sud del Mediterraneo la luce e il sole solo l'elemento



45



46

ordinatore dell'Architettura; prima di entrare in un ambiente deve essere derivata, smorzata, resa innocua. Le infinite gradazioni di luce, dal buio alla luminosità abbagliante, guidano il visitatore e diventano elementi ordinatori della gerarchia degli spazi. La luce tollerata all'interno delle vie, con un sistema di pozzi dall'alto e leggi quasi matematiche, ricordano la distribuzione dell'acqua, è direttamente proporzionale alla sezione e all'importanza di queste. Si passa così dalle piazzette, dove il riverbero e il calore impediscono durante il giorno qualsiasi vita associativa, alla strada del bazar ritmata dalla luce che piove dall'alto, alla oscurità più completa dei "cul de sac", che conducono alle case, dove solo il padrone è capace di muoversi con disinvoltura.

Il muro a volte possiede un potere che confina con la violenza: divide lo spazio, trasforma un luogo, definisce un nuovo territorio.¹⁷ (Tadao Ando)

L'involucro oltre ad assumere delle caratteristiche che servono all'individuo per proteggersi dall'esterno climaticamente, con il termine muro diventa un elemento che viene impiegato per tagliare lo spazio dividendo come una recinzione un interno e un esterno non solo fisicamente ma anche psicologicamente.

Accogliere quanto è desiderabile e rigettare ciò che si teme: questi gli atteggiamenti di fondo che informano il più elementare modo di esse-

re degli uomini, l'abitare.

La preoccupazione fondamentale che l'abitazione esplicita è mantenere separato ciò che appartiene all'esterno e proteggere quanto forma il mondo esterno, accogliere e assimilare dal mondo esterno solo quanto può contribuire all'equilibrio di quello interno. Tadao Ando

Ed è per questo che si crea una sensazione di tensione nella relazione che si genera tra le due dimensioni (di esterno ed interno) che si concretizza in un confronto. Infatti arriva un momento in cui i due ordini si incontrano e hanno un contatto, attraverso aperture e filtri, questi assumono un'importanza decisiva, perché determinano le scelte architettoniche che generano gli equilibri tra le due parti.

Relazioni in cui i fattori amorfi e immateriali quali il vento, la luce del sole, il cielo, il paesaggio vengono separati e catturati dai muri che in tale maniera operano a favore del mondo interno che definiscono. Questi fattori vengono così assimilati quali aspetti specifici dello spazio architettonico.

Soffermandoci su alcune riflessioni di natura culturale, si può affermare che queste relazioni progettuali tra interno ed esterno nascono dalla costante esigenza che l'uomo ha di rapportarsi con la natura, intesa come madre incontaminata, con la quale egli è sempre stato obbligato a creare un rapporto storicamente difficile.

Natura in cui l'uomo deve essere responsa-

45-46-47 Residenze sociali ad Umbrete. 2006
Silius Verd rquitectos.
Autore immagine Jesus granada.



47

bile per garantire in futuro un equilibrio tra la spontaneità della natura e il suo inevitabile progresso. E nel rapportarsi a contesti urbani ed extraurbani con valori naturalistici, l'obiettivo progettuale è quello di riuscire a generare coerenti relazioni di "chiusura e/o apertura" che determinano un equilibrio diretto tra l'utenza e questi contesti. Nella ricerca di utilizzare frontiere sempre più "trasparenti" in grado di ritrovare l'identità all'interno della seguente definizione di limite:

"Esso non è una semplice linea...non è un confine ma semmai un luogo in cui si svolgono dei riti: riti di passaggio appunto, che si rivelano a noi nello spazio concreto delle cose" (W. Benjamin)

Un'astrazione di questa suggestione di passaggio che si ritrova anche attraverso il concetto di soglia intesa:

"(...) come tramite tra due realtà nel tempo e nello spazio" (W. Benjamin)

Riuscendo a trasmettere questa suggestione vivamente e percettivamente non si parlerà più di distinzione tra spazi costruiti e spazi naturali perché verranno vissuti con continuità. Ciò significa dunque riuscire a creare un'unione tra due entità spaziali concettualmente opposte.

E' su queste relazioni che si basa la definizione e la costruzione dell'atmosfera di uno spazio abitato.

Ogni civiltà esplicita architettonicamente que-

sto rapporto, così anche quella mediterranea.

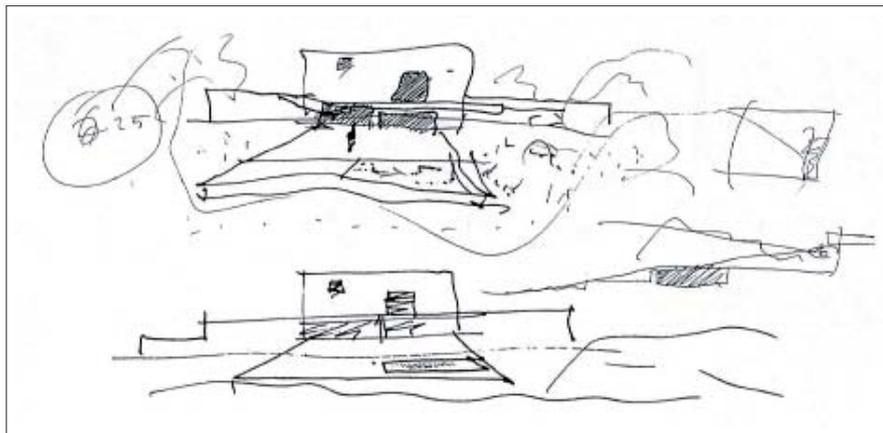
Per ampli

are il panorama regionale è interessante l'esperienza architettonica di Barragan per il quale si può affermare:

"Non mi trovo in un giardino ma in mille giardini che si combinano nello spazio. Mille recinti segreti cresciuti per mille anime, mille ore in cui assistere all'interno di essi a una processione di delizie e di condanne eterne. In questo meraviglioso labirinto bisogna essere audaci" Ferdinand Bac.

Nella sua architettura si esprime una energica riflessione tra le proprietà materiali e immateriali dello spazio, sui rapporti tra architettura e natura. I suoi muri sono limiti che separano la realtà "vera" dal trascorrere della quotidianità irreali, confini che garantiscono la pace tra l'uomo e l'ambiente.

Nel ripercorrere la sua esperienza progettuale è interessante come dalla produzione dei primi anni trenta si senta una contaminazione degli elementi della cultura mediterranea che si esplicava nei modi di trattare il sottile intonaco delle pareti e dalla superficie colorata. Caldi rivestimenti interni, tessiture terrose e ruvide all'esterno e apparati decorativi ispirati alle opere di Bac. Un esempio è la casa Rayòn del 1934. Scelte che si concretizza nell'uso acritico di questi linguaggi europeo - mediterranei, legati alla proprio interesse e passione



48

e al riscontro che avevano sulla domanda dei ceti borghesi, diventando espressione visibile dell'elevato status sociale della famiglia che abitava in quella particolare abitazione.

E al contrario di ciò che ci mostrano gli interessi e i dibattiti dell'esperienza italiana negli anni 30 in cui viene pienamente riscoperta l'architettura dei non architetti, nei suoi caratteri formali, funzionali e climatici, attraverso una nuova rielaborazione. Barragan ripropone quegli aspetti strutturali e i linguaggi formali che contraddistinguono queste culture storicamente consolidate.

Successivamente l'attenzione dell'architetto si sposta tutta nell'interesse di lavorare nel muro come se fosse un grande foglio in cui imprimere un'ideologia pittorica espressione dell'integrazione tra architettura e scultura nel rapporto con la natura.¹⁸

E' interessante come questi caratteri formali tratti dall'esperienza del più antico mondo mediterraneo, portano l'architetto a rielaborare i metodi di quanto veniva da lui prodotto fin'ora attraverso la contaminazione della ricerca Le-corbuseiana in cui i muri si presentano come piani leggeri e lisci, come tele che avvolgono gli organismi e che evidenziano la presenza di finestre a nastro e il ridursi delle facciate a spessori minimi, privi di funzione portante. Per poi arrivare a considerare il piano come generatore dello spazio. Si avverte una riconducibilità ai nuovi

modelli dell'International Style. (riferimenti Le Corbusier e Richard Neutra).

Si definisce nei primi anni 50 il tema su cui egli concentrerà la sue attenzioni, il Limite.¹⁹ Superfici realizzate anche attraverso l'uso dell'acqua e dove la luce rimane sempre l'ingrediente primario. Esempi significativi sono la cappella di Tlalpan la casa di Francisco Gilardi (1975-77) e l'abitazione per la famiglia Valdez (1981-83)

Una ricerca che ha come filo conduttore diretto e indiretto la mediterraneità in cui le correnti contemporanee riscoprono l'efficacia e la validità dei suoi eterni linguaggi e scelte.

Uno degli aspetti contestati alla cultura mediterranea meridionale è un regionalismo che non è riuscito a staccarsi dai linguaggi consolidati, perché considerati eterni. In questi aspetti Barragan non dimentica lo spirito magico e gli effetti del tempo come elementi di bellezza, e per questo muoverà anche molte critiche all'uso del calcestruzzo che ha sostituito la molteplicità dei materiali da costruzione che fin'ora venivano utilizzati, tenendo in guardia contro il pericolo che le costruzioni contemporanee correvano nel rischio di risultare prive "di un'essenza assai importante: l'essenza che raccoglie la bellezza dello spazio e del tempo. Infatti nessun materiale artificiale è in grado di accogliere l'azione del tempo come principale fattore della bellezza, perché si deteriora.

Mentre un muro, un intonaco, una superficie in



49

48-49-50 Casa Asencio Pascual. 2001. Alberto Campo Baeza.



50

pietra reagiscono ciascuno a modo proprio al sole, al vento, alla pioggia, alla vita della città che gli circonda, danno prova della loro vitalità, quella che invece i materiali moderni non posseggono, perché ritenuti strutture inafferrabili prive di realtà e di peso.

Afferma questo anche contro la sua stessa produzione, nella quale utilizza i nuovi materiali e nelle superfici lavora con le caratteristiche dell'intonaco e i colori.

E' interessante come un architetto messicano inizi la propria esperienza architettonica ispirandosi alla cultura mediterranea, cultura che geograficamente si trova sullo stesso parallelo nella parte opposta della terra, per la forte suggestione che ha di questa cultura storica.

3.3.2 PESANTEZZA E LEGGEREZZA

Pesantezza e leggerezza, luce e colore, sono fattori che sono in stretta correlazione tra loro per quello che concerne il fattore espressivo dell'architettura mediterranea.

Sotto il profilo climatico ritornando a quelli che sono i principi di pesantezza e leggerezza, con il termine pesantezza ritorna immediatamente come riferimento il comune denominatore delle architetture preindustriali mediterranee, le grandi masse murarie. Questa caratteristica è legata a far sì che si garantisca inerzia termica agli ambienti interni, con l'ausilio di murature che realizzate o in terra cruda o pietra favori-

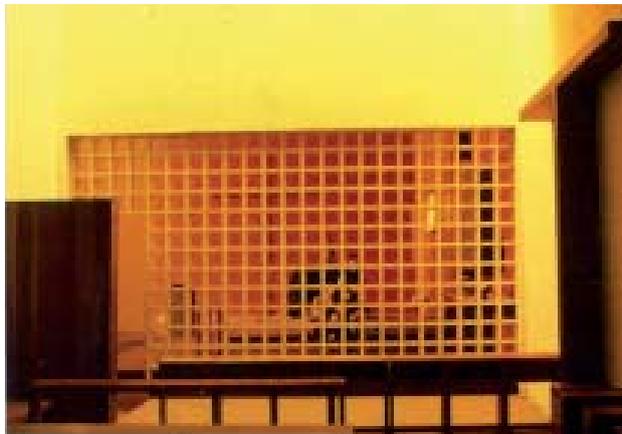
scono elevati valori di sfasamento termico nella stagione estiva. Quelle stesse murature hanno inoltre finiture con tinte chiare, al fine di ridurre ancora di più l'effetto di acquisizione energetica riflettendo gran parte degli apporti solari in prima istanza di contatto con la superficie. Quelle stesse murature attraverso l'uso di colori chiari determinano in una lettura linguistica dell'oggetto architettonico un alleggerimento dell'effetto di pesantezza che questi edifici di loro costituzione avrebbero potuto trasmettere, sia esteriormente, ricalcando quelli che sono i caratteri plastici delle forme geometriche solide che li compongono, parallelepipedi sia superficiali, sia la leggerezza di muri di confine i cui caratteri sono enfatizzati anche dalle forature che presentano per filtrare i raggi solari. Effetto di leggerezza che si ritrova anche internamente, quelli stessi diaframmi forati in pietra e legno con l'effetto di attraversamento della luce, conferendo anche un effetto di morbidezza allo stesso paramento murario.

La scelta dell'uso di colore interno come nell'architettura di Garriga dimostra come questi elementi diventano significativi ai fini perfetti per la definizione della qualità architettonica interna degli ambienti per garantire un comfort all'utente non solo di benessere termico ma anche percettivo, diventando questo un fattore di grande rilievo.

Parallelamente si possono definire leggeri tutti



51



52

quei dispositivi realizzati in materiale ligneo, le cui caratteristiche sono inconsistenti.

3.3.3 COLORE

Il colore viene sì può considerare elemento costruttivo, strumento e mezzo di comunicazione del pensiero architettonico. Elemento che va conosciuto attraverso uno studio morfologico, approfondendone la sua grammatica e sintassi. Accade di frequente infatti di osservare, in chi usa i colori senza aver compiuto prima uno studio adeguato, come la scelta cromatica sia basata su colori indefinibili, anche se saturi. Fra questi è frequente l'uso delle terre, dei marroni, tramite una gamma di colori che in genere finiscono in catrame o in fumo oppure vi è chi rifugge decisamente dall'impegnarsi nel campo dei colori e la scelta istintiva è il grigio, istintivamente sapendo di essere nell'equilibrio già scontato, nel "giusto mezzo" dove tutto si smussa. I dilettanti coraggiosi e ottimisti escono invece allo scoperto, e all'opposto degli amanti delle terre bruciate si impegnano con colori monocordi. Da una parte i bruni, i neri, i canna da fucile, i verdi bottiglia, i viola funebri, e dall'altra i verdi pastello o gialloni, i pistacchi, i rosa e i celesti, i ciclamini e i gialli limone, che in genere concludono con il giallo di Napoli o con i paglierini.

Alla base di tante anomalie nel campo del colore vi è un pregiudizio molto radicato: che il

colore sia un problema di "estro personale". La somma di tutti i colori è il bianco, perché la luce che li comprende tutti è bianca.

Usando il bianco è come se li usassimo tutti, e per di più si ha l'equilibrio del candore, del bianco simbolo della purezza. Ma questo diventa solo una questione puramente intellettualistica.

È importante a questo proposito ricordare un articolo di Giulio Carlo Argan, pubblicato negli anni '60 sulla rivista "Colore", n. 7, intitolato *Il colore e la rappresentazione dello spazio* in particolare là dove dice: *"La ricerca non ha soltanto carattere sperimentale: essa mira a eliminare l'antico pregiudizio che il dato sensorio sia, se non addirittura fallace, impreciso e talvolta illusorio, e che esso acquisti un valore di conoscenza soltanto dopo che l'intelletto lo abbia sottoposto a un processo di critica e di aggiustamento. In pratica avviene il contrario: il dato della percezione, in quella ulteriore elaborazione, viene assimilato a un insieme di nozioni già acquisite e di convenzioni, sicché perde il suo valore di esperienza immediata e smarisce la chiarezza che ha, appunto, come fatto di percezione. Come momento dell'esistenza o dell'esperienza, il momento della percezione appare tanto più importante in quanto, in esso, il soggetto è meno profondamente condizionato dall'ambiente; e, come esperienza in se stessa compiuta, ha una sua struttura, che è*

51-52 Cappella Tlalpan.
Luis Barragan.

stata recentemente studiata dagli psicologi della Gestalt e, con particolare riguardo alla condizione del senziente, da Merleau-Ponty. In arte, questa ricerca è stata portata innanzi da quasi tutte le correnti moderne: l'Impressionismo, il Neo Impressionismo, l'Espressionismo, il Cubismo e, con un rigore metodologico scientifico, dal gruppo olandese De Stijl, da Moholy-Nagy e da alcuni gruppi di recentissima formazione. Nella sua apparente istantaneità e immediatezza la percezione di un fatto coloristico è un atto estremamente complesso, che non dà una prima immagine, ma una esperienza in se stessa valida, anche se suscettibile di ulteriori approfondimenti. Quando, dunque, si parla di rappresentazione dello spazio mediante colore, non si allude a un modo di rappresentazione dello spazio tra i molti possibili e, nei migliore dei casi, altrettanto legittimo; si vuol dire invece che, nella percezione del fatto coloristico, si da una esperienza di spazio organica e completa, anzi, in rapporto alle conoscenze e alle esigenze moderne, la sola possibile e concretamente fondata “.

A partire da quelle riflessioni lo studio della componente cromatica ci porta ad analizzare il colore come segno; il colore come significato; il colore come significante; il colore come significazione.

Si considera il colore come struttura, o meglio dalla forma, dall'idea, o, se si vuole, dall'im-

magine o concetto di colore per comprendere come questo diventi segno.

Come segno interpreta i suoi “valori spaziali”, nel ruolo di relazione e della loro comunicazione visiva. Il colore diventa significativo perché è pura luce. I colori principali a noi noti secondo la teoria del colore sono sei secondo il disco cromatico in modo diametrico: tre colori primari e tre colori secondari o derivati. Paul Klee ha dissolto con un'immagine poetica il magico mito del numero sette (a cui si legava l'idea di sette colori basilari, quelli dell'arcobaleno) e il mistero degli estremi viola al di là dei quali dovrebbero esserci i colori che l'uomo non può percepire:

“Al confine tra il cielo e la terra, tra l'allineamento cromatico dei colori nell'arcobaleno e il disco cromatico, fu fatta forza al disco nel viola, e si spezzò, e si distese nell'arcobaleno”. L'immagine di Klee, proprio perché si tratta di un'immagine poetica, ha un valore comunicativo che nessuna dimostrazione verbale riuscirebbe ad avere. I movimenti dei colori caratterizzano il continuo trapasso da uno all'altro, la loro continua trasformazione, sono i movimenti da un colore all'altro e le trasformazioni di un colore nell'altro che formano le serie o scale cromatiche, e caratterizzano la topografia del colore.

Dobbiamo a Klee la denominazione di topografia del colore. E non a caso, che Paul Klee è stato forse l'artista più topologico dell'epoca



contemporanea.

È necessario, tenere ben presente che lo scopo attivo di ogni composizione cromatica è quello di realizzare sempre e comunque la *totalità cromatica*, ovvero l'equilibrio centrale o diametrico del grigio, per avere la percezione della pienezza cromatica della composizione, per raggiungere la completezza, o meglio il completo equilibrio visivo e psicologico. Quindi lo studio di equilibri cromatici tra coppie sono interessanti in termini di ricerca della totalità cromatica perché rendono il *colore significante*: né il valore strutturale (segno), né il valore luministico (significato), quanto invece il valore della materialità (significante). È dalla materialità del colore che si hanno accoppiamenti cromatici che possono avere valori significanti anche se si tratta di false coppie. Ed una falsa coppia è significativa per l'accostamento dei due colori ma anche e soprattutto per l'operazione di equilibramento che noi compiamo per raggiungere in ogni caso la totalità cromatica. Si tratta di uno studio sostanzialmente topografico, che ha come mira di conoscere come si trasforma un colore. Le trasformazioni cromatiche avvengono per via di movimento dei colori.

Quando noi vogliamo dare un senso ad un colore, "significare" un colore, cioè destinarlo ad assumere un certo senso, a diventare significativo, procediamo sul piano metodologico per scomposizione, al fine di comprendere le diver-

se combinazioni e i diversi accordi cromatici. Perché è del tutto evidente che il giallo usato da Piet Mondrian vuol significare qualcosa di molto diverso dal giallo usato da Vincent van Gogh. È ancora Johannes Itten che ci insegna una lettura combinatoria dei colori. Sono da considerarsi procedimenti combinatori, in pittura, la tecnica del pointillisme ideata dai pittori neo-impressionisti; nella grafica, la tecnica della stampa a cliché e a offset (il pointillisme è la scomposizione della luce per pigmenti; l'offset è la scomposizione delle macchie o zone di colore in punti o in reticoli colorati); nei tessuti, l'intreccio a trame colorate. Un esempio classico nel campo dei tessuti è dato dalle stoffe scozzesi, ottenute per trame di righe e strisce colorate. Anticamente i colori delle stoffe scozzesi variavano da villaggio a villaggio, in quanto le famiglie e le diverse contrade avevano determinati colori come emblemi. Si hanno combinazioni lineari, o « binarie », di colori.

Una seconda lettura combinatoria è quella che avviene tramite accordi cromatici (accordi cromatici tramite il contrasto di quantità espresso da J. Itten e lo studio della scala cromatica di Goethe) che ci permette di fare accostamenti di due o più colori tramite quantità di aree delle campiture colorate accostate tra loro.

È comunque ovvio che, al di fuori dei succitati sistemi di composizione cromatica vaste sono le variazioni delle composizioni cromatiche che



53

53 Vista della cittadella di Ostuni.

54 La Città di Algeri.



54

si possono ottenere, e che dipenderanno in ogni caso dalla nostra sensibilità a comprendere la luce, lo spazio, le variazioni dei colori che vogliamo unire in un insieme. Lo studio delle composizioni cromatiche ha un pregio fondamentale, che ci permette di modulare il colore e di stabilire delle precise relazioni spaziali.

La conoscenza della componente cromatica è importante elemento di progetto architettonico è trattato al pari delle altre componenti di progetto può contribuire sostanzialmente ad inventare quel sistema di segni per mezzo dei quali si attua una comunicazione: una comunicazione visiva e tattile, ambientale e materiale, che è trasmissione di significati.

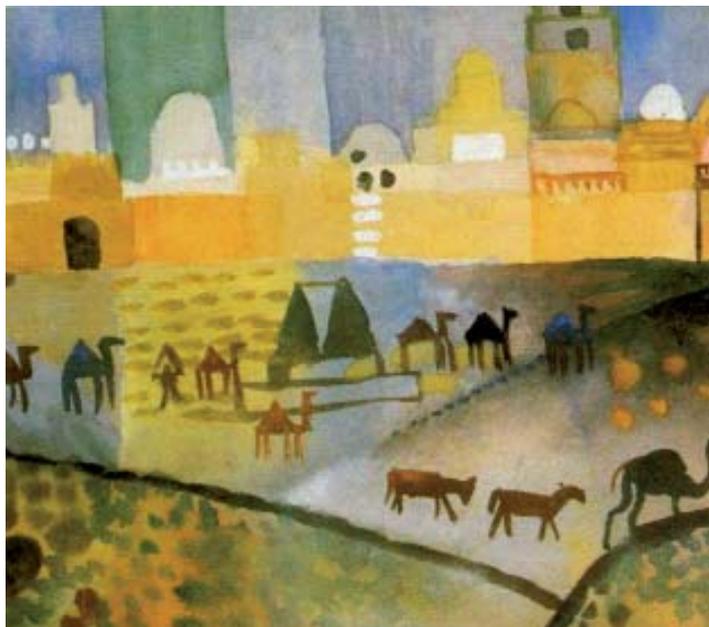
Si può osservare come nei decenni recenti si sia diffusamente affermata un'edilizia che parla una sorta di esperanto, cioè un linguaggio che, nei materiali, negli elementi costruttivi, nelle strutture, nei caratteri distributivi interni e nelle configurazioni urbanistiche e formali esterne, è un linguaggio rigidamente manualistico, che non fa distinzione alcuna tra una casa costruita in un luogo ed un'altra costruita altrove.

In questa diffusa edilizia corrente le uniche configurazioni formali ed estetiche dipendono solo dal ricorso ad idioletti (l'idioletto è un abito linguistico della singola persona), per cui uno mette un balcone cilindrico al posto di uno cubico, una cornice triangolare o un finto arco in cima al tetto, un colore senape alla casa piuttosto

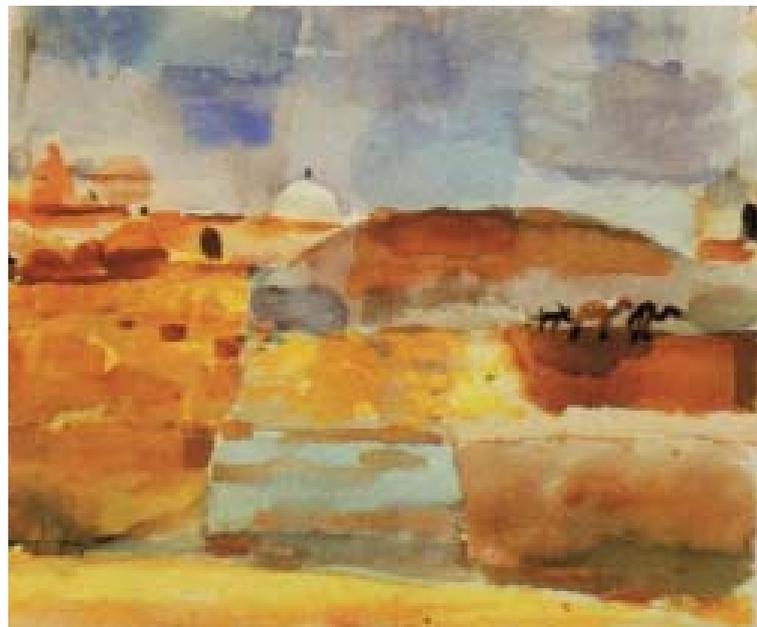
che uno pistacchio.

Il 90% del costruito nelle aree suburbane, periferiche, territoriali è dominato da un kitsch che denota come i fattori economici e gli standard tecnici dell'edilizia corrente prescindano completamente dai valori estetici, formali, culturali, con conseguenze disastrose non solo per la stessa economia e per la stessa tecnica, ma anche per l'equilibrio emotivo delle persone che vivono questi ambienti. Affermava giustamente Siegfried Giedion a questo proposito: *“Gli autentici valori estetici sono inscindibili dall'oggetto. Essi irradiano dall'oggetto, come dai fiori e dai cibi (...), e determinano le nostre reazioni sensitive o emotive. In ogni istante le impressioni estetiche ci condizionano. Talvolta consapevolmente, più spesso però inconsapevolmente, esse producono in noi reazioni favorevoli o sfavorevoli... I valori estetici non sono quindi semplici aggiunte ornamentali. La forma degli oggetti, delle case, dei ponti e, soprattutto, la configurazione dell'ambiente umano dipendono da essi. Se le esigenze estetiche o, come preferiamo dire, i bisogni sentimentali non sono soddisfatti, le conseguenze sono a lungo andare disastrose”*

Non c'è dubbio che, fra le arti, l'architettura ha uno “speciale carattere obiettivo” (diceva Gramsci) perché non mira alla creazione dell'opera come unicum, ma piuttosto come servizio sociale qualificato anche in senso estetico, dato che



55



56

“l’edificio è l’estrinsecazione sociale dell’arte, la sua diffusione, la capacità data al pubblico di partecipare alla bellezza”.

Noi possiamo ascoltare o non ascoltare una musica, come possiamo partecipare o meno al messaggio di una pittura; ma non possiamo esimerci dal rapporto con l’architettura perché trascorriamo nella casa e nella città tutto il nostro tempo, abitiamo dentro l’architettura.

Il maestro Le Corbusier, purista e contraddittorio, considerava nella sua scuola il colore come pericoloso, in quanto proveniente dall’Oriente e con la sua capacità di stupire, portatore della sindrome dell’acromia.

Per questi motivi doveva essere controllato e classificato in sistemi e gruppi. Già nel 1920 nel suo manifesto del Purism scritto con Amédée Ozenfant esprime il principio importante che l’architettura è pittura e la pittura è una questione di architettura. Anche se non mantenne questo dogmatismo riguardo l’acromia, dal momento che la sua costruzione manifesto il Pavillion de l’Esprit Nouveau era dipinto di fatto con ocre gialle chiare e scure, con terra di Siena bruciata e scura, azzurro chiaro, oltre al bianco, al nero e al grigio chiaro e scuro. Come ci ha evidenziato Mark Wigley, solo una casa del maestro fu realizzata completamente in bianco. L’idea corrente riguardo a Le Corbusier è quella del mitico biancore che segnala in contemporanea una serie di valori morali e ideologici a favore della

pulizia, come sostenuto dalla legge di Ripolin, non a caso la calce era concettualmente collegata con l’abitazione dagli albori dell’umanità. sosteneva che il bianco ed il colore coesistono e sono tra loro collegati. Lo stesso Partenone per Le Corbusier non era bianco ma si poneva al di sopra del colore. Ritornando dall’Oriente, di fronte all’Acropoli, si domandava di che colore era il Partenone, non era quel bianco imponente che ci saremmo aspettati leggendo i suoi ultimi scritti, ma nella sua descrizione del grande tempio accanto alla forma, al volume, alla massa e allo spazio dell’architettura il colore comincia a cedere terreno, non ha più la centralità del discorso. Il colore non possiede la stessa forza significativa, nemmeno la stessa intensità.

L’architettura del Partenone si colora con la luce dell’atmosfera, i marmi riflettono i colori del paesaggio e sono rossi come la terracotta. Nella mia vita, scrive Le Corbusier, non ho mai più sentito il fascino di una simile monocromia. Solo più tardi nel corso di una tempesta, il Partenone si imbianca: “ho visto attraverso larghe gocce di pioggia, la collina diventare bianca di un colpo e il tempio scintillare come un diadema contro l’immetto nero di inchiostro e il Pentelico devastato dal ciclone!”.

Ancora una volta il Partenone riflette i colori del suo ambiente e dell’atmosfera e non sembra avere un colore suo proprio. Il Partenone è in



57

55 August Macke, Kairouan. 1914

56 Paul Klee, davanti alle porte di Kairouan.

57 D. Robert, vista del Cairo.

qualche modo al di là del colore. Questa luce metafisica che Le Corbusier sceglie come colore immateriale del luogo, si trasforma negli anni successivi in un dogmatismo del bianco, contribuendo alla separazione tra bianco e colore, per una campagna volta ad affermare il dominio della calce. Queste opinioni sul bianco sono in piena sintonia con la contemporanea concezione del colore, che si separa dalla forma. Forma architettonica e colore non sono più messi in relazione.

Il colore è uno dei tre elementi che caratterizza l'architettura mediterranea in seno a quanto affermato in precedenza per porre le basi su cosa si intende l'uso del colore le sue valente e l'approccio di Le Corbusier al tema del colore nel mediterraneo si può affermare che i colori come le tessiture sono i due elementi secondari che vanno a costituire il paesaggio, sono elementi importanti perché i primi a relazionarsi con la vista, la percezione istantanea del paesaggio. E grazie alla vista si è in grado di individuare un elevato livello di sfumature di colori e tessiture con precisione analitica. La percezione dei due fattori è perfettamente correlata e per entrambi si può parlare di artificiale e naturale. Ogni elemento naturale di un territorio, sia esso terra, sabbia, pietra o vegetazione, possiede la sua peculiarità cromatica. I colori della natura possono avere stabilità come nel caso della terra e della roccia, oppure essere mutevoli come

quello della vegetazione, legati ai cicli stagionali e come il colore delle acque e del cielo che variano in relazione alle diverse condizioni atmosferiche.

Il colore naturale si riferisce al colore intrinseco che possiedono gli elementi che compongono il paesaggio, ricco di sfumature date da una genesi naturale e animale sia che faccia parte di un paesaggio spontaneo sia che caratterizzi componenti naturali ordinati secondo degli schemi che compongono la tessitura di uno scenario artificiale. Tra questi i materiali locali adoperati nella costruzione o nelle opere rurali. Un colore contribuisce a individuare intere aree geografiche, come nel caso delle regioni mediterranee nel quale si considera il bianco calce come colore caratterizzante con cui sono tinteggiati gli intonaci di tante architetture.

Il viaggio nel colore del Mediterraneo è complesso, è una ricerca di una totale esperienza della natura, dell'estetica e della scienza. Simbiosi e tessuto fatto di sensi e logica, una riproposizione della relazione tra scienza e bellezza, come relazione fondante e intrinseca alla dimensione biologica.

Comuni compagni di questo viaggio nel Mediterraneo sono: la natura e la città, il tempo e i colori, i frattali e la complessità.

Il colore, però, in particolare nella città mediterranea è un elemento che nasce dall'ambiente e dalla luce violenta e non un elemento decorati-



58

vo applicato successivamente.

Il colore è un fenomeno complesso, inteso come qualità, irriducibilità - individualità, come peso, come estensione, così come si presenta in una continuità cromatica in esempi antichi e moderni.

Come tale, il colore deve essere considerato elemento centrale e costitutivo della forma architettonica.

Il colore esprime il tentativo di creare uno spazio nello spazio, l'equilibrio fra luce ed ombra, l'equilibrio delle masse, un articolato collegamento dello sguardo, passando da uno spazio cromaticamente insignificante e monotono ad uno spazio cromaticamente preciso che ripropone l'atmosfera armonica del Mediterraneo, che ha come archetipo il paesaggio naturale.

Ed è proprio la relazione che scaturisce tra colore e luce che definisce l'*atmosfera* di un luogo e lo rende riconoscibile.

E' difficile definire e raccogliere quelli che sono i colori che caratterizzano la cultura mediterranea (architettura, paesaggio pianura, paesaggio collina, paesaggio costa, Italia meridionale, Grecia nord africa) uno dei modi in cui è possibile rivelarlo è descrivere i paesaggi che li caratterizzano, paesaggi composti dalla compresenza di elementi costruiti e naturali. In cui gli illustri viaggiatori, come poeti scrittori pittori e musicisti alla ricerca della conoscenza dell'arte classica e dei paesaggi della cultura mediterranea

rivelano un paesaggio univoco quello composto da elementi naturali e costruiti dall'uomo.

Rivelando lo spirito che ancora oggi è sentito all'interno della cultura mediterranea quello di un paesaggio prodotto in una relazione di continuità con tra gli elementi naturali e tutte le forme dell'attività umana incluso l'architettura in una continuità che rimarca e ci fa ritornare al legame con quell'acropoli come se non si fosse mai perso e ci si dirigesse verso un asse d'azione in cui la sensibilità e le modalità d'azione progettuali sono lo specchio di un'innovazione della tradizione che lascia spazio all'innovazione tecnologica mantenendo intatti gli ideali di identità dell'architettura in quei luoghi.

Come la descrizione che riporta il francese Thèophil Gautier, in un viaggio verso Istanbul, il cui resoconto intitolato *Costantinople* sarà pubblicato nel 1853 anno successivo al compimento del viaggio, al quale seguirà una sosta alle isole Cicladi. Più di ogni altro la citazione rivela quali sono questi colori:

Capo Matpan si alza tra due golfi profondi, dividendoli con la sua cresta; è una lingua di terra arida e scarnificata, come tutte le coste di Grecia. Supera torlo, vi mostrano sulla destra un blocco di rocche rossicce, screpolate dalla siccità, calcinate dal colore, senza nessuna traccia di verzura e neppure di terriccio: è Cerigo, l'antica Citera, l'isola dei mirti e delle rose, il soggiorno prediletto di venere il cui nome

58-59 Casa per Folke Eggestrom. I. Barragan



59

riassume i sogni di voluttà. Che cosa avrebbe detto Watteau con il suo imbarco per Citera tutto azzurro e rosa di fronte a quest'aspra riva di rocce sgretolate che staglia i suoi contorni severi sotto un sole senz'ombra, e può forse offrire una caverna alla penitenza degli anacoreti ma non un boschetto alle carezze degli amanti? [...] Quanto risalimmo si poteva scorgere Milo e Antimilo, già bagnate di tinte violette dall'approssimarsi del crepuscolo; l'aspetto era sempre lo stesso: scarpate sterili, pendii denudati, ma che importa? [...]. La mattina era davanti a Syra. Vista dalla rada, Syra somiglia molto ad Algheri, naturalmente in piccolo. Su uno sfondo di montagna del tono più caldo, terra di Siena o topazio bruciato, applicate un triangolo di bianchezza la cui base si immerge in mare e il cui vertice sia occupato da una chiesa, e avrete l'idea più esatta di quella città, ancora ieri catasta informe di stamberghe, e che il passaggio dei bastimenti renderà in breve la regina delle Cicladi. Mulini a vento a otto o nove ali frastagliavano un poco quel profilo acuto; del resto, non un albero, non un ciuffo d'erba, per quanto lontano si spingesse lo sguardo.

Una gran quantità di navi d'ogni forma e di ogni tonnellaggio stagliava in nero il loro startame, sottile sulle bianche case della città, e si ammassava lungo la riva; canotti andavano e venivano con gioiosa animazione; l'acqua la terra il cielo tutto ruscellava di luce; la vita prorompeva

da ogni parte. Alcune barche si dirigevano verso il nostro vascello a forza di remi, in una sorta di regata di cui eravamo la meta.

Lo stesso pittore Paul Klee rivela nei suoi acquerelli i toni di un paesaggio costellato di colori tenui e artificiali quelli del costruito che si appoggiano in continuità ai toni del cielo e dell'acqua in una fluida sequenza percettiva.

Numerose mostre recenti hanno posto l'accento sull'importanza dei viaggi compiuti da Klee nelle regioni mediterranee in particolare, quello di formazione in Italia nel 1901-02, alla Pasqua "epocale" del 1914 a Tunisi, fino alle numerose vacanze in Italia, Egitto e Sud della Francia. La scoperta del Mediterraneo, sulla scia di Goethe, e la sua fascinazione, subita da Klee si esprimono nell'attenzione dell'artista non solo verso il paesaggio e i suoi abitanti, ma anche verso l'arte di quei paesi. In alcuni suoi dipinti si rivela e scelta di Klee di privilegiare il fattore "primitivo", inteso non esclusivamente in senso etnografico, ma anche come arcaico e anti-accademico. In cui vuole rivelare il mondo degli "archetipi", visto l'amore che nutre per il passato.

In alcune descrizioni di questi paesaggi che a noi si rivelano come tavolozze con differenti cromie...si identificano le forme architettoniche tipiche di questi paesaggi, riferiti ai borghi, alle pianure, alle colline e alle coste composte da abitazioni ed edifici con conformazioni di rego-



60



61

lari parallelepipedi, forme cubiche, caratterizzate dal colore bianco. Questo è il colore tipico costruzioni popolari greche, di quelle che ritroviamo nei paesaggi della Tunisia di Malta delle regioni del sud Italia, colore che rivela l'uso di uno stesso materiale di finitura povero e semplice, la calce, facilmente reperibile nel territorio.

La scelta di questo colore vista la povertà dei complessi edilizi in cui è stato impiegato non è legato a una pura scelta formale, ma si lega a esigenze costruttive. La calce facilmente reperibile nei diversi siti conduce a un largo uso di questa finitura come strato protettivo e uniformante di una struttura portante realizzata in terra o in pietra, successivamente coperta e protetta, strato che permette di coprire anche le irregolarità costruttive. Ad esso si associa la peculiarità che ha il colore bianco di riflettere i raggi solari e quindi ridurre l'apporto di calore nelle abitazioni. La semplicità d'impiego e la funzionalità ne estendendone l'utilizzo, e diventando il colore caratterizzante il paesaggio mediterraneo.

A questo tono molto chiaro segue le cromie dei gialli, quelli delle pietre lapidee e marmoree e quelli degli intonaci usati nelle architetture arabo egiziane.

Oltre il bianco erano presenti toni di gialli legati all'uso di intonaci poco più scuri o l'uso di pietre e marmi del luogo, sia in riferimento ai paesaggi napoletani quelli dell'architettura araba lega-

ti sempre alle finiture presenti in natura colori che si mimetizzano con i paesaggi interno.

Quando lo scrittore Corrado Alvaro descrive la città di Atene nel 1932 rivela quelle suggestioni che ancora rimarcano i colori e le preponderanze del paesaggio di fine 800' e i colori della stessa Acropoli:

Il colore di Atene è il giallo luminoso come fa la luce sul promontorio del Pireo che fa una fosforescenza notturna sul mare colore del firmamento. Le strade e le piazze larghe, ville e parchi, e le ville tra il verde: formano una città pulita, piana e confidente. Non ha nessuna intenzione di spaventare. Il giallo da spicco ai verdi e agli azzurri delle vesti delle donne, rende vibranti il rosso del berretto degli euzoni; e in questi colori dominati dal ricordo del marmo, c'è l'idea di una policromia sull'avorio. Città dei tavoli all'aperto, delle passeggiate nei viali, dei grandi spiazzi e delle palestre, lo stesso frontone dell'Accademia, in stile classico, è quello dello Zapèion sembrano scenari illusori; sembra di essere tornati in una tranquilla città di provincia. La sua luce fa un alone attorno alle cose, sfuma il bianco del marmo.

Per ciò che riguarda i paesaggi relativi al nord africa, quello del mondo arabo ed egiziano, e nel ricordo dei primi viaggi di Alexander Dumas alla città di Tunisi nei primi anni del 1800, descrive il molo appena arrivato e afferma che il paesaggio è splendido nonostante fosse il 5 di

60 Paul Klee, "Motiv aus Hammamet".

61 Paul Klee, Saint Germain presso Tunisi.

62 Vervloet, edifici per abitazione a Napoli.



62

dicembre e dal quel molo si estendeva un'estremità del lago *"Tunisi la Bianca, come la chiamavano gli stessi turchi, saliva ad anfiteatro in modo che le ultime case si stagliavano contro l'azzurro del cielo"*

E come descrive Moupassant in suo viaggio nel 1887 sempre sulla stessa città durante l'incontro con un funzionario francese:

"Dalla sua abitazione si domina l'intera città, una cascata di tetti quadrati verniciati a calce su cui si rincorrono gatti neri e dove ogni tanto si leva il fantasma di un essere drappeggiato in stoffe palide o colorate. Qua e là una grande palma si insinua fra le case, e spande il verde ventaglio delle sue foglie al di sopra di tutto quel biancore uniforme.

Poi quando la luna si fu alzata, tutto questo paesaggio divenne una spuma d'argento che correva verso il mare, la realizzazione di un prodigioso sogno di poeta, l'apparizione inverosimile di una città fantastica, donde una luminosità lattea saliva verso il cielo."

Il colore bianco identifica il paesaggio antropizzato delle principali città di mare è il colore dell'architettura che si dispone sulle coste del mediterraneo e che compare come elemento distintivo su una varietà tipologica costruttiva che caratterizza gli insediamenti delle diverse regioni, è interessante la sua relazione con gli altri due elementi presenti in questo paesaggio, l'acqua la luce.

I viaggi proseguono anche in Algeria e lo stesso Moupassant nel 1881 definisce Algeri come una macchia bianca che si intravede all'orizzonte, come fosse un mucchio di biancheria messo ad asciugare sulla costa, poi sopra di dispone a terrazza la città araba un agglomerato di muri bianco latte, lucente e balaustrato, incredibilmente chiaro sotto la luce accecante del giorno.

Nella stessa città lo scrittore francese Thèophile parla di *"malattia del blu"* nei quali si indicano i due elementi principali di questo paesaggio, le bianche delle abitazioni, il mare e il cielo. La cui intensità è cercata quando si apre la stagione delle piogge e si ha la nostalgia di queste splendide cromie.

Si può trattare sia di paesaggi collinari sia montani sia di mare ma in ogni caso le cromie di riferimento rimangono inalterate. Altra distinzione sopraggiunge nel considerare come regioni del mediterraneo anche le coste dell'Italia centrale e i territori che climaticamente sono stati definiti come tali che i loro paesaggi sono caratterizzate sia da colori chiari negli usi degli intonaci, ma per ciò che riguarda gli edifici nelle sono le collinari si caratterizzano dai toni chiari degli intonaci, le alternanze cromatiche bianche grigie delle pietre montane e i marroni degli edifici in laterizio a vista sia delle abitazioni isolate di pianura e collina sia delle roccaforti

Il paesaggio ha un ruolo da protagonista nella formazione dello spirito greco, dell'identità tra



63

pensiero e forme. Del resto è proprio qui che gli architetti moderni riscoprono il rapporto armonico fondato sulla misura e sulla scala umana: la Grecia per Le Corbusier, come più volte ha affermato, costituiva uno stato mentale, un accordo, cioè il “diapason” da cui partire per «fissare la direzione della propria vita all’unisono con avvenimenti intensi e straordinari. E’ per questo che il colore diviene un problema che si trasferisce anche in altre culture come quella dell’architetto Barragan.

3.3.4 LUCE

La Luce intesa come fonte energetica e di illuminazione naturale è il fattore principale che caratterizza il rapporto tra costruzione e benessere termico, nei climi caldi-secchi e temperati.

Il controllo di questo fattore determina la più grande influenza al livello di microclima interno degli ambienti. Le elevate temperature estive che caratterizzano i luoghi dei territori arabi, greci e sud italiani impone alle diverse tipologie edilizie di proteggersi da questo ed in molti casi conduce all’assenza di aperture nelle parti della casa orientate verso

Si evince come nella tradizione preindustriale italiana la protezione dal fattore irraggiamento estivo è dato dall’uso di piccole finestre i muri rivolti verso l’esterno con completa assenza di fori. Parallelamente cercare di garantire luce natu-

rale durante l’inverno.

Interessanti i dispositivi tipologici egiziani utilizzati a tal fine. Come il *mashabhiya* e *claustrum*.

Sono dispositivi interessanti il primo si configura architettonicamente come un elemento composto da un sistema di diaframmi permeabili montati all’esterno della superficie della facciata, realizzati in legno. Questo ha cinque funzioni:

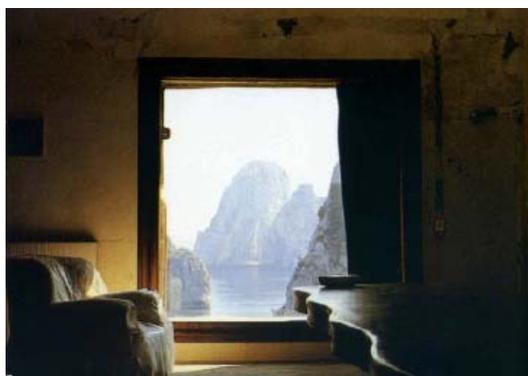
- controllare il passaggio della luce
- controllare i flussi d’aria
- ridurre la temperatura dell’aria
- aumentare l’umidità dell’aria
- assicurare la privacy

Il legno ha la capacità di ridurre di assorbire l’acqua, e il vento che passa attraverso le grate, rilascia una parte di umidità ai listelli di legno nelle ore notturne, mentre di giorno la radiazione solare fa evaporare l’acqua contenuta negli stessi aumentando il tasso di umidità dell’aria all’interno dell’edificio.

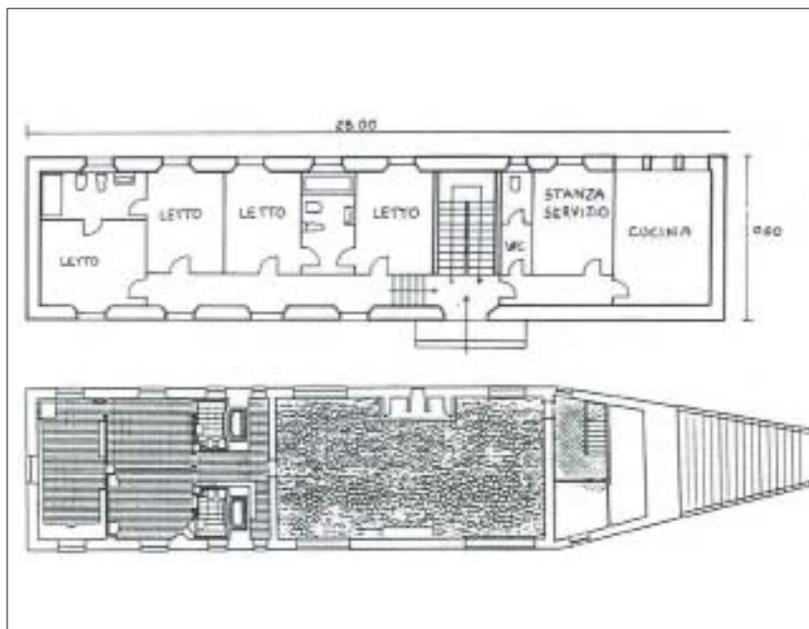
Si configurano come dei bow-window chiusi composti da listelli lignei di sezione circolare.

Mentre il claustrum è uno schermo di materiale lapideo, formato da mattoni in terra cruda che si dispongono secondo dei disegni che lasciano fori attraverso i quali permettono il passaggio dell’aria e attenuano il passaggio della luce dell’aria. Sono pareti che si pongono a diretto contatto con l’esterno. Anche questo come il di-

63-64-65 A. Libera, Villa Malaparte a Capri.



64



65

spositivo sopra descritto saper garantire il comfort frutta il principio evaporativo.

I dispositivi possono essere integrati da giare con acqua per regolare il tasso di umidità. Si garantisce protezione solare circolazione dell'aria e limitata dispersione termica, è facile accedere a questi ambienti e quindi anche la manutenzione.

Dispositivi di controllo che si ritrovano anche nella cultura architettonica greca di isole prossime alle aree climatiche egiziane. E che invece si semplificano nel panorama italiano con l'uso calibrato di piccole aperture, sostituendo ad esso dispositivi di protezione come i portici, così come l'utilizzo di colori molto chiari di tinteggiatura delle superfici degli edifici,

La luce è quindi una connotazione del paesaggio mediterraneo, che diventa così un linguaggio identificativo di un fenomeno climatico culturale, infatti è la luce come fonte di vita insieme all'acqua, stessa che pone in relazione i diversi elementi della natura che essi siano artificiali o naturali, è lei che ne determina i caratteri morfologici e ne rivela i colori, diventando strumento di equilibrio progettuale in una coerenza architettonica paesaggistica ed ambientale.

Luce indispensabile fattore di confort di visibilità naturale degli ambienti interni garantito sia attraverso il dosaggio delle radiazioni filtrate sia attraverso le aperture poste nei patii o atri che caratterizzano le diverse tipologie edilizie.

3.3.5 ACQUA

L'acqua del mediterraneo è l'elemento che definisce i confini territoriali di questa cultura.

Insieme al colore bianco essa definisce il limite interno da cui si bipartiscono le regioni mediterranee, cioè le aree geografiche bagnate da questo mare.

Nel toccare la terra ferma definisce una linea che bipartisce due materie, terra e acqua. Definendo un limite di discontinuità percettiva ed emotiva.

Si considera l'acqua come componente architettonica del paesaggio, una delle sue trame naturali che insieme alla luce determina significativi mutamenti di atmosfera che caratterizzano la percezione dello scenario costruito.

La sua trasparenza ne concede una percezione smaterializzata che si contrappone simmetricamente ai colori saturi del cielo sui cui esso si rilette. Così lo stesso per gli elementi che vi si affacciano lo specchio di loro colori, la percezione di un'immagine reale riflessa e capacità di riflessione della luce solare dei colori di cui si caratterizzano gli elementi vicini ad essa

L'acqua nel tempo a sempre svolto un ruolo fondamentale nello sviluppo delle prime civiltà antiche, localizzate sulla costa lungo i fiumi, dell'Oriente, minore, ma tutt'altro che trascurabile, fu anche l'importanza dei mari interni, soprattutto il mare Mediterraneo, che facilitavano i commerci e i contatti culturali fra popoli lontani



66

ni, con la formazione di civiltà prevalentemente dedicate al commercio.

L'acqua in specchi orizzontali all'interno degli spazi abitati (giardino) - funzione ambientale (raffrescamento)

I sistemiche sfruttano le proprietà dell'acqua sono molto diffusi prevalentemente nei climi caldo secchi, dove l'acqua ha anche un forte significato simbolico. Sono interessanti come sistemi di raffrescamento passivo, con forti caratteri simbolici, le cui differenze tipologiche sono legate all'integrazione con altri sistemi bioclimatici: In particolare due sistemi che si trovano nella tradizione andalusa Spagnola:

-*Fontana*: come sistema bioclimatico presente soprattutto negli edifici a corte, che presume la disponibilità di una discreta quantità di acqua. Il funzionamento segue il principio di incanalare l'acqua nella corte e a contatto con la superficie dello specchio d'acqua subisce una diminuzione della temperatura con un aumento del tasso di umidità. La sua forma è legata a motivi di tipo religioso, generalmente a una forma quadrata e al centro un bacino a forma pentagonale o ottagonale in cui si colloca la sorgente.

La collocazione della fontana sempre nella cultura egiziana è a contatto con le iwanat, e nel momento in cui questo patio verrà chiuso questo spazio prenderà il nome di qà'a, costituito da un dur-qà'a e sul quale si articolano le iwanat, qui a fontana occupa lo spazio centrale e oltre a

creare un'atmosfera piacevole ha il compito di miscelarsi all'aria per aumentarne l'umidità.

- *Salsabil*: è un sistema che si aziona anche in assenza di elevate quantità di acqua. Questo consiste una lastra di marmo intarsiata di disegni minuti, disposta con una certa inclinazione, rispetto il piano orizzontale, così da favorire lo scivolamento dell'acqua per gravità e consentirne l'evaporazione. Spesso è un sistema che va a convogliarsi con il funzionamento di una fontana nei momenti in cui non c'è sufficiente pressione per far zampillare quest'ultima, si considera come la trasposizione della bocca della fontana che funziona esternamente ad essa. L'acqua quindi si incanalava lungo una scanalatura del marmo fino a raggiungere la fontana al centro del dur-qa'a.

Nella tradizione italiana si ricollega sempre l'uso di cisterne o patii con acqua o con citare-pozzi con d'acqua, sia nella tipologia del dammuso sia nei trulli di Alberobello il cui funzionamento anche qui garantisce il buon livello di umidità del microclima esterno all'abitazione, generalmente non sono spazi coperti.

Ogni sistema ha il compito di rispondere al controllo della temperatura e dell'umidità dell'aria e si integra con facilità ad altri sistemi di ventilazione naturale. L'uso dell'acqua e questi dispositivi assicura una buona circolazione dell'aria. Sono sistemi di facile accesso e facile manutenzione.

68 Casa Folke Egestrom
1966-68. L. Barragan



67



68

Nella cultura araba costruttiva vengono utilizzati materiali come terra e pietra, sono sistemi che richiedono la realizzazione di sistemi di canalizzazioni per l'acqua, anche se in alcuni casi possono essere utilizzati anche bacini di acqua ferma che svolgono ugualmente la loro funzione, il movimento del fluido però permette di contribuire all'ossigenazione dell'aria.

Questi dispositivi sfruttano il fenomeno del raffreddamento per evaporazione dal quale dipende per di più il comfort termico in climi caldo-secchi, dove si ha l'esigenza di mantenere costante il livello di acqua nel corpo umano, con la formazione di vapore acqueo.

3.4 CONCLUSIONI

Ripercorrere i fattori che caratterizzano l'architettura mediterranea ha permesso di delineare come quei caratteri d'impostazione prettamente strategica in termini climatico - ambientali e funzionali, è stato in grado di costituire il linguaggio architettonico della realtà mediterranea in tutte le sue declinazioni territoriali più complesse.

Questo al fine di comprendere le regole con cui gli abili "architetti" erano in grado di controllare con limitate strategie compositive - architettoniche la gestione delle fonti energetiche caratteristiche del luogo, riuscendo a determinare interessanti equilibri di tipo compositivo architettonico, avendo come primo obiettivo il com-

fort e il benessere visivo olfattivo e percettivo degli spazi interni abitati e quelli esterni in relazione con essi. Equilibrio che si riflette quindi in un'armonia con l'intorno attraverso un effetto di complementarità ed esaltazione dell'identità dei luoghi.

Introspezione e chiusura, pesantezza e leggerezza, colore, luce e acqua sono gli ingredienti linguistici all'interno dei quali si articolano strategie tecniche risolutive di ogni esigenza umana all'interno degli spazi abitati progettati, applicabili attraverso lo sfruttamento ponderato delle dinamiche fisiche di principi termodinamici quali:

- Temperatura,
- Conduzione termica e resistenza,
- Radiazioni,
- Potere irraggiamento, assorbività e potere riflettente
- Trasparenza
- Convezione termica del calore
- Pressione atmosferica
- Vapore acqueo
- Raffreddamento per evaporazione
- Guadagno termico
- Dispersione termica
- Equilibrio termodinamico
- Meccanismi di termoregolazione del corpo umano
- Misurazione delle condizioni di confort

NOTE

1 Calvino I., *Le città invisibili*, Mondadori, Trento, 2007, p. 13-14.

2 Loos A., *Parole nel vuoto*, Adelphi, Milano 1972, pp.255-156.

3 Portanova F., *Domus*, n. 76/Febrero 1934 .

4 Braudel F., *Il mediterraneo*, trad. It. Bompiani, Milano 1987.

5 Fernand Broudel.

6 Tratto da “ *Architettura: La specificità Mediterranea*” di Ignasi De Sola-Morales, all'interno del testo di Duby Georges (a cura di), *Gli ideali del Mediterraneo*, Messina, Mesogea, 2000.

7 Pedrag Matvejevic, *Il Mediterraneo e l'Europa*, Garzanti Elefanti, Milano, 1998, pag 31.

8 Vitruvio, *De architettura*, IV libro.

9 Da le Corbusier, *Oeuvre complète*, ed. Artemis, Zurich.

10 “*La Charte d'Athène*”, Paris 1941.

11 *Energivoro: consumo elevato di energia fossile.*

12 Dall'articolo *L'Architettura dell'isola di capri, 1897*, tradotto pubblicato nel testo di Gravagnolo Bendetto, *Il mito mediterraneo nell'Architettura contemporanea*, Electa, Napoli 1994.

13 Fathy Hassan, *Lezione tenuta all'Al-Azhar University, Cairo1967*, in Casabella n.653, 1998 p.60.

14 Famoso artista egiziano con cui Hassan Fathy ha potuto divider l'esperienza di lettura del sito per poi interpretarne al meglio l'essenza della costruzione.

15 Steel Jmes, *An Architecture for people*, Thames and Hudson, London 1997, p.55.

16 Località che si trova all'estremo limite occidentale del territorio egiziano.

17 Francsco dal co, “*Tadao Ando- le opere, gli scritti la critica*”, Electa, Milano, 2003, p. 521, pp. 449

18 Viene trasmessa e appresa da Barragan attraverso la scuola dell'artista Orozco.

19 Questo tema compare nell'arte messicana, ad esempio nella pittura di Josè Maria Velasco, rilevante paesaggista e maestro dei muralisti.

4 Normativa ED EFFICIENZA ENERGETICA IN REGIME ESTIVO

INDICE PARZIALE

4.1 Norme UNI, leggi nazionali e regionali. Il progetto in regime estivo.	142
4.2 Programmi europei e programmi obiettivo.	169

Si delineano i punti salienti della normativa che individuano i riferimenti di progetto per le aree geografiche oggetti studio, analizzando i parametri di progettazione relativi al sistema tecnologico in regime invernale ed estivo. Parametri che quantificano numericamente gli obiettivi prestazionali del sistema tecnologico e gli obiettivi di confort del sistema ambientale, al fine di individuare i punti di criticità finalizzati all'approfondimento degli obiettivi progettuali della ricerca¹. Questo permetterà di affrontare il tema dell'abitare in architetture passive e di come regolamentarne le strategie per la progettazione. Parallelamente vengono indagati i programmi di ricerca europee e i programmi obiettivo all'interno dei quali i risultati della ricerca possono riscontrare ricadute operative in termini di esportabilità e capitalizzazione.

4.1 NORMATIVA UNI, LEGGI NAZIONALI E REGIONALI. IL PROGETTO IN PERIODO ESTIVO.

Le specifiche tecniche UNI TS 11300:2008 forniscono dati e mezzi per la determinazione del fabbisogno di energia termica utile per il riscaldamento e il raffrescamento degli edifici. L'intento è quello di sottolineare come l'aspetto della qualità energetica dell'edificio sia un valore aggiunto di grande importanza anche in termini di consumi e risparmio di risorse, fornendo inoltre gli strumenti idonei per consentire una univocità di valori e metodi per una riproducibilità e un confronto dei risultati ottenuti.

UNI EN 11300 - 1: Maggio 2008

UNI TS 11300, Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale;

La presente specifica tecnica definisce le modalità per l'applicazione nazionale della UNI EN ISO 13790:2008 con riferimento al metodo mensile per il calcolo dei fabbisogni di energia termica per riscaldamento ($Q_{H,nd}$) e per raffrescamento ($Q_{C,nd}$).

La presente normativa tecnica è rivolta a tutte le possibili applicazioni previste dalla UNI EN ISO 13790:2008: calcolo di progetto al fine di giudicare la rispondenza a regole tecniche

espresse in termini di target energetici e confrontare le prestazioni energetiche di varie alternative progettuali per un edificio progettato (design rating), valutazione energetica di edifici esistenti attraverso il calcolo in condizioni standard (asset rating) o in particolari condizioni climatiche e d'esercizio (tailored rating).

Zonizzazione e accoppiamento termico tra zone
Individuazione del sistema edificio-impianto. Ai fini dell'applicazione della presente specifica tecnica, il sistema edificio-impianto è costituito da uno o più edifici (involucri edilizi) o da porzioni di edificio, climatizzati attraverso un unico sistema di generazione.

Il volume climatizzato comprende gli spazi che si considerano riscaldati e/o raffrescati a date temperature di regolazione, in cui l'impianto si considera unico per più edifici, unico per un solo complesso edilizio, oppure due differenti all'interno di uno stesso complesso. Nella componente sperimentale della ricerca si considera il secondo caso come condizione esemplificativa in caso di raffrescamento e riscaldamento.

Definendo altresì le modalità di suddivisione, con ambienti termici in uno stesso edificio, delle zone termiche aventi proprie caratteristiche di dispersione ed esposizione.

Temperatura interna

Si definisce il livello di temperatura standard di progetto:

Zona climatica	Inizio	Fine
A	1° dicembre	15 marzo
B	1° dicembre	31 marzo
C	15 novembre	31 marzo
D	1° novembre	15 aprile
E	15 ottobre	15 aprile
F	5 ottobre	22 aprile

Tabella 1

Giorno	Ore	Soggiorno e cucina W/m ²	Altre aree climatizzate (per esempio stanza da letto) W/m ²
Lunedì - Venerdì	07.00 - 17.00	8,0	1,0
	17.00 - 23.00	20,0	1,0
	23.00 - 07.00	2,0	6,0
	<i>Media</i>	9,0	2,67
Sabato - Domenica	07.00 - 17.00	8,0	2,0
	17.00 - 23.00	20,0	4,0
	23.00 - 07.00	2,0	6,0
	<i>Media</i>	9,0	3,83
<i>Media</i>		9,0	3,0

Tabella 2

Tabella 1 Durata della stagione di riscaldamento e raffrescamento.

Tabella 2 Apporti termici interni.

Invernale - Per il progetto di riscaldamento si considera un valore standard per tutti gli edifici e per tutte le categorie di edifici ad esclusione delle categorie E.6(1), E.6(2) e E.8², si assume una temperatura interna costante pari a 20 °C. Temperatura che si assume anche per edifici confinati e appartamenti vicini normalmente abitati.

Estivo - Per tutte le categorie di edifici ad esclusione delle categorie E.6(1) e E.6(2) si assume una temperatura di progetto interna costante pari a 26 °C al fine di calcolare i consumi per il raffrescamento. Temperatura che si assume anche per edifici confinati e appartamenti vicini normalmente abitati.

Durata della stagione di riscaldamento e raffrescamento - Per il riscaldamento la durata del periodo di calcolo è correlata alla zona climatica di appartenenza, e in caso di articolate diagnosi energetiche si considera il periodo preso in considerazione nel quale si mantiene costante il valore della temperatura di progetto.

La stagione di raffrescamento è il periodo durante il quale è necessario un apporto dell'impianto di climatizzazione per mantenere all'interno dell'edificio una temperatura interna non superiore a quella di progetto.

Ventilazione Naturale - Per quanto riguarda i dati di riferimento progettuali in riferimento al tasso di ventilazione caratteristiche delle

diverse tipologie dei sistemi di ventilazione sono descritte nel CEN/TR 14788. Ulteriori definizioni riguardo alla ventilazione ed all'aerazione sono fornite nella UNI EN 12792.

Valutazione di progetto o standard

Nel caso di aerazione o ventilazione naturale per gli edifici residenziali si assume un tasso di ricambio d'aria pari a 0,3 vol/h.

Ai fini della determinazione della portata di ventilazione richiesta per soddisfare l'esigenza di qualità dell'aria interna si fa riferimento alle UNI EN 13779 e UNI EN 15251. Ai fini di un calcolo dettagliato della portata di ventilazione si fa riferimento alla UNI EN 15242.

Apporti termici interni

Per edifici residenziali si considerano gli apporti globali dovuti a occupanti, acqua sanitaria reflua, apparecchiature elettriche per l'illuminazione e la cottura.

Ombreggiatura - Il fattore di riduzione per ombreggiatura $F_{sh,ob}$ può essere calcolato come prodotto dei fattori di ombreggiatura relativi ad ostruzioni esterne (F_{hor}), ad oggetti orizzontali (F_{ov}) e verticali (F_{fin}).

$$F_{sh,ob} = F_{hor} \cdot F_{ov} \cdot F_{fin}$$

I valori dei fattori di ombreggiatura dipendono dalla latitudine, dall'orientamento dell'elemento ombreggiato, dal clima, dal periodo considerato e dalle caratteristiche geometriche degli elementi ombreggianti. Tali caratteristiche sono descritte da un parametro angolare.

Fattore di ombreggiatura - Si definiscono fattori d'ombreggiamento da 36° nord e il 46° per ostruzioni esterne, ostruzioni orizzontali e verticali. Riassumendo in riferimento alle latitudini d'interesse dal 42° al 44° N si riportano i seguenti valori, nei mesi di dicembre giugno e marzo, nei quali si individuano solstizi ed equinozi.

UNI EN 11300 - 3: Maggio 2008

Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva

La prestazione energetica di un edificio esprime la quantità di energia primaria richiesta per la climatizzazione dei suoi ambienti e per la produzione di acqua calda sanitaria in condizioni di riferimento per quanto riguarda i dati climatici, le temperature interne ed il consumo di acqua calda sanitaria.

La determinazione della quantità di energia primaria richiesta per la climatizzazione estiva si basa sul valore del fabbisogno di energia termica utile QC,nd dell'edificio, calcolato in condizioni ideali (temperatura uniforme in tutto il volume climatizzato) per la stagione estiva e prevede una procedura che porta ad individuare, su base mensile estesa a tutta la stagione di raffrescamento, le seguenti grandezze:

1. il coefficiente di prestazione medio mensile

η_{mm} e stagionale η_{ms} del sistema di produzione dell'energia frigorifera;

2. il fabbisogno di energia primaria QC,P necessaria per il raffrescamento dell'edificio (eventualmente maggiorata del fabbisogno di energia termica utile dovuto ai trattamenti dell'aria) in base al tipo e alle caratteristiche dell'impianto previsto o installato.

La presente specifica tecnica fornisce dati e metodi per la determinazione:

- dei rendimenti e dei fabbisogni di energia dei sistemi di climatizzazione estiva;

- dei fabbisogni di energia primaria per la climatizzazione estiva.

La specifica tecnica si applica unicamente ad impianti fissi di climatizzazione estiva con macchine frigorifere azionate elettricamente, per sistemi di nuova progettazione, ristrutturati o esistenti:

- per il solo raffrescamento;

- per la climatizzazione estiva.

- Procedura di calcolo: fabbisogno di energia primaria per la climatizzazione estiva Qc,p rendimento globale medio stagionale.

- Fabbisogno effettivo di energia termica dell'edificio per raffrescamento QCr

- Fabbisogno ideale di energia termica dell'edificio per il raffrescamento QC,n

UNI EN 13970 Prestazione energetica degli edifici, calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento

Ostruzioni esterne-Fattore di ombreggiatura F_{fin} relativo ad ostruzioni esterne

Dicembre	42° N latitudine			44° N latitudine		
	S	E/O	N	S	E/O	N
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	0,90	0,80	0,83	0,87	0,76	0,83
20°	0,57	0,58	0,67	0,46	0,55	0,67
30°	0,08	0,44	0,52	0,05	0,40	0,52
40°	0,04	0,23	0,38	0,04	0,22	0,38
Marzo						
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	0,95	0,86	0,83	0,96	0,86	0,83
20°	0,91	0,68	0,67	0,91	0,67	0,67
30°	0,87	0,52	0,52	0,87	0,50	0,52
40°	0,78	0,33	0,38	0,64	0,33	0,38
Giugno						
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	0,89	0,86	0,83	0,89	0,87	0,84
20°	0,78	0,72	0,64	0,79	0,72	0,65
30°	0,68	0,56	0,53	0,69	0,56	0,52
40°	0,59	0,39	0,40	0,61	0,39	0,41

Ostruzioni orizzontale- Fattore di ombreggiatura F_{fin} relativo ad oggetti orizzontali

Dicembre	42° N latitudine			44° N latitudine		
	S	E/O	N	S	E/O	N
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	0,89	0,87	0,80	0,90	0,88	0,80
45°	0,83	0,84	0,72	0,84	0,85	0,72
60°	0,74	0,81	0,65	0,77	0,82	0,65
Marzo						
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	0,78	0,82	0,80	0,79	0,82	0,80
45°	0,67	0,75	0,72	0,68	0,76	0,72
60°	0,54	0,68	0,65	0,56	0,70	0,65
Giugno						
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	0,63	0,77	0,82	0,64	0,78	0,82
45°	0,56	0,67	0,76	0,55	0,67	0,76
60°	0,51	0,55	0,71	0,51	0,56	0,70

Ostruzioni verticali - Fattore di ombreggiatura F_{fin} relativo ad oggetti verticali

Dicembre	42° N latitudine			44° N latitudine		
	S	E/O	N	S	E/O	N
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	0,92	0,69	0,89	0,92	0,68	0,89
45°	0,87	0,55	0,85	0,87	0,53	0,85
60°	0,80	0,40	0,80	0,80	0,38	0,80
Marzo						
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	0,88	0,84	0,89	0,88	0,83	0,89
45°	0,83	0,76	0,85	0,83	0,75	0,85
60°	0,78	0,67	0,80	0,78	0,66	0,80
Giugno						
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	0,89	0,93	0,84	0,89	0,92	0,84
45°	0,85	0,90	0,78	0,85	0,89	0,78
60°	0,82	0,87	0,74	0,82	0,86	0,74

UNI EN 15251 Criteri per la progettazione dell'ambiente interno e per la valutazione della prestazione energetica degli edifici, in relazione alla qualità dell'aria interna, all'ambiente termico, all'illuminazione e all'acustica.

UNI 11277 Sostenibilità in edilizia - Esigenze e requisiti di ecocompatibilità dei progetti di edifici residenziali e assimilabili, uffici e assimilabili, di nuova edificazione e ristrutturazione.

UNI EN ISO 7730 Ergonomia degli ambienti termici, Determinazione analitica e interpretazione del benessere termico mediante il calcolo degli indici PMV e PPD e dei criteri di benessere termico locale.

UNI EN 13363 - 1 Dispositivi di protezione solare in combinazione con vetrate, Calcolo della trasmittanza solare e luminosa Parte 1: Metodo semplificato

UNI EN 13363 - 2 Dispositivi di protezione solare in combinazione con vetrate, Calcolo della trasmittanza solare e luminosa Parte 2: Metodo di calcolo dettagliato

UNI EN 15603 Prestazione energetica degli edifici, Consumo energetico globale e definizione dei metodi di valutazione energetica

UNI EN 10351:1994/EC Materiali da costruzione, Conduttività termica e permeabilità al vapore.

UNI 10355 Murature e solai, Valori della resistenza termica e metodo di calcolo.

UNI EN ISO 6946 Componenti ed elementi per edilizia, Resistenza termica e trasmittanza termica, Metodo di calcolo.

UNI EN 12792 Ventilazione degli edifici, Simboli, terminologia e simboli grafici.

UNI EN 13779 Ventilazione degli edifici non residenziali, Requisiti di prestazione per i sistemi di ventilazione e di climatizzazione.

UNI EN 15242 Ventilazione degli edifici, Metodi di calcolo per la determinazione delle portate d'aria negli edifici, comprese le infiltrazioni.

NORMATIV NAZIONALE

Ai fini della ricerca si vuole indagare come nella normativa europea, nazionale italiana e regionale si affronti il tema delle prestazioni energetiche degli edifici in clima caldo e i requisiti relativi alle soluzioni di involucro per il comfort termico durante la stagione estiva, con particolare riferimento agli edifici di nuova costruzione.

La normativa nazionale a seguito della direttiva europea 2002/91/CE, sul rendimento energetico degli edifici, ha visto una moderata evoluzione in quanto non ha ancora completato un totale recepimento della direttiva europea. Per tale ragione l'attuale panorama legislativo di riferimento è in continua evoluzione e perfezionamento, in particolare per quanto

riguarda la definizione dei criteri, metodologie di calcolo e requisiti minimi delle prestazioni termiche degli edifici per la climatizzazione estiva.

Con la più recente norma nazionale, il DPR 59/2009, sono stati introdotti i basilari requisiti per la climatizzazione in clima caldo attraverso l'adozione dei metodi di calcolo riferite alla norma UNI TS 11300 parte 1 e 3 (ancora in fase di completamento), in base alla prestazione termica dell'involucro, come già introdotto nel D.Lgs. 115/2008. I criteri generali, le metodologie di calcolo e i requisiti minimi di prestazione energetica sono stati già introdotti dal D.Lgs. 192/05, dal D.Lgs. 311/06 e dal D.Lgs. 115/08 in regime transitorio.

D.Lgs. del 19 agosto 2005, n. 192 - "Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia" - pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 222 del 23 settembre 2005 - Supplemento Ordinario n. 158

Il più recente DPR 59/2009 rimanda alle indicazioni base fornite dal suddetto decreto 192/2005, in quanto è il primo a definire i criteri generali, le metodologie di calcolo e i requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici nel caso estivo ed invernale, al quale il DPR ha apportato integrazioni ad alcuni valori di verifica e parziali modifiche alle procedure di verifica, lasciando invariate le tabelle di riferimento contenenti i valori limite per il

Rapporto di forma dell'edificio S/V	Zona Climatica													
	A			B			C			D		E		F
	fino a 600 GG	a 601 GG	a 900 GG	a 901 GG	a 1400 GG	a 1401 GG	a 2100 GG	a 2101 GG	a 3000 GG	oltre 3000 GG				
≤0,2	8,5	8,5	12,8	12,8	21,3	21,3	34	34	46,8	46,8				
≥0,9	36	36	48	48	68	68	88	88	116	116				

Tabella 3

Tabella 3 Indici di prestazione energetica per la climatizzazione invernale.

fabbisogno annuo di energia primaria e i valori limite di trasmittanza termica dell'involucro come aggiornati dal D.Lgs. 311/06. All'articolo 1 il decreto definisce le sue finalità:

“Il presente decreto stabilisce i criteri, le condizioni e le modalità per migliorare le prestazioni energetiche degli edifici al fine di favorire lo sviluppo, la valorizzazione e l'integrazione delle fonti rinnovabili e la diversificazione energetica, contribuire a conseguire gli obiettivi nazionali di limitazione delle emissioni di gas a effetto serra posti dal protocollo di Kyoto, promuovere la competitività dei comparti più avanzati attraverso lo sviluppo tecnologico.”

Questo decreto disciplina, la metodologia per il calcolo delle prestazioni energetiche integrate degli edifici e l'applicazione di requisiti minimi in materia di prestazioni energetiche degli edifici come ricordato all'articolo 4 comma 2 a)

“(…) tenendo conto di quanto riportato nell'allegato «B» e della destinazione d'uso degli edifici. Questi decreti disciplinano la progettazione, l'installazione, l'esercizio, la manutenzione e l'ispezione degli impianti termici per la climatizzazione invernale ed estiva degli edifici, per la preparazione dell'acqua calda per usi igienici sanitari e, limitatamente al settore terziario, per l'illuminazione artificiale degli edifici; [si definiscono] (...) i criteri generali di prestazione energetica per l'edilizia

sovvenzionata e convenzionata, nonché per l'edilizia pubblica e privata, anche riguardo alla ristrutturazione degli edifici esistenti e sono indicate le metodologie di calcolo e i requisiti minimi finalizzati al raggiungimento degli obiettivi di cui all'articolo 1, tenendo conto di quanto riportato nell'allegato «B» e della destinazione d'uso degli edifici³.”

I fattori di riferimento riportati nell'allegato sopra citato sono :

“a) clima sterno e interno; b) caratteristiche termiche dell'involucro; c) impianto di riscaldamento e di produzione di acqua calda sanitaria; d) impianto di condizionamento dell'aria e di ventilazione; e) impianto di illuminazione; f) posizione ed orientamento degli edifici; g) sistemi solari passivi e protezioni solari; h) ventilazione naturale; i) utilizzo di fonti energetiche rinnovabili, di sistemi di cogenerazione e di riscaldamento e condizionamento a distanza.”

All'allegato C si disciplinano i requisiti per la prestazione energetica degli edifici e all'allegato I requisiti, criteri e metodi di calcolo in regime transitorio.

D.Lgs. del 29 dicembre 2006, n.311 - 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

In riferimento al fabbisogno di energia primaria

Tabella 2.1 Valori limite della trasmittanza termica U delle strutture opache verticali espressa in W/m²K

Zona climatica	Dall' 1 gennaio 2006 U (W/m ² K)	Dall' 1 gennaio 2008 U (W/m ² K)	Dall' 1 gennaio 2010 U (W/m ² K)
A	0,85	0,72	0,62
B	0,64	0,54	0,48
C	0,57	0,46	0,40
D	0,50	0,40	0,36
E	0,46	0,37	0,34
F	0,44	0,35	0,33

Tabella 3.1 Valori limite della trasmittanza termica U delle strutture opache orizzontali o inclinate di copertura espressa in W/m²K

Zona climatica	Dall' 1 gennaio 2006 U (W/m ² K)	Dall' 1 gennaio 2008 U (W/m ² K)	Dall' 1 gennaio 2010 U (W/m ² K)
A	0,80	0,42	0,38
B	0,60	0,42	0,38
C	0,55	0,42	0,38
D	0,46	0,35	0,32
E	0,43	0,32	0,30
F	0,41	0,31	0,29

Tabella 3.2 Valori limite della trasmittanza termica U delle strutture opache orizzontali di pavimento espressa in W/m²K

Zona climatica	Dall' 1 gennaio 2006 U (W/m ² K)	Dall' 1 gennaio 2008 U (W/m ² K)	Dall' 1 gennaio 2010 U (W/m ² K)
A	0,80	0,74	0,65
B	0,60	0,55	0,49
C	0,55	0,49	0,42
D	0,46	0,41	0,36
E	0,43	0,38	0,33

Tabella 4a. Valori limite della trasmittanza termica U delle chiusure trasparenti comprensive degli infissi espressa in W/m²K

Zona climatica	Dall' 1 gennaio 2006 U (W/m ² K)	Dall' 1 gennaio 2008 U (W/m ² K)	Dall' 1 gennaio 2010 U (W/m ² K)
A	5,5	5,0	4,6
B	4,0	3,6	3,0
C	3,3	3,0	2,6
D	3,1	2,8	2,4
E	2,8	2,4	2,2
F	2,4	2,2	2,0

Tabella 4b. Valori limite della trasmittanza centrale termica U dei vetri espressa in W/m²K

Zona climatica	Dall' 1 gennaio 2006 U (W/m ² K)	Dall' 1 luglio 2008 U (W/m ² K)	Dall' 1 gennaio 2011 U (W/m ² K)
A	5,0	4,5	3,7
B	4,0	3,4	2,7
C	3,0	2,3	2,1
D	2,6	2,1	1,9
E	2,4	1,9	1,7
F	2,3	1,7	1,3

per il riscaldamento invernale e alla trasmittanza termica degli involucri opachi, i minimi introdotti dal D.Lgs. 192/05 vengono ridefiniti dal D.Lgs. 311/06 riducendo del 10% quelli di riferimento, divenendo base di riferimento del DPR 59/09.

Per quanto riguarda i livelli limite di trasmittanza termica negli edifici residenziali (esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme) si fa riferimento alla tabella 1.3 riportante i valori limite, applicabili dal 1 gennaio 2010, dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale, espresso in kWh/m² a.

Per tutti gli altri edifici la tabella 2.3 riporta i valori limite, applicabili dal 1 gennaio 2010, dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale espresso in kWh/m³ anno.

I valori limite riportati nelle tabelle sono espressi in funzione della zona climatica, così come individuata all'articolo 2 del DPR del 26 agosto 1993, n. 412, e del rapporto di forma dell'edificio S/V, dove S, espressa in metri quadrati, è la superficie disperdente che delimita l'edificio verso l'esterno (ovvero verso ambienti non dotati di impianto di riscaldamento), il volume riscaldato V è il volume lordo, espresso in metri cubi, delle parti di edificio riscaldate, definito dalle superfici che lo delimitano.

Per valori di S/V compresi nell'intervallo 0,2 - 0,9 e, analogamente, per gradi giorno (GG)

intermedi ai limiti delle zone climatiche riportati in tabella si procede mediante interpolazione lineare.

I valori di trasmittanza termica delle strutture opache orizzontali o inclinate sono individuate nelle tabelle riportate a lato in riferimento alla componente dell'involucro in esame.

Secondo la normativa il rispetto dei valori limite introdotti deve essere seguito con una tolleranza del 30%.

DPR del 2 aprile 2009, n. 59 - Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.

Il DPR 59/2009 si pone come documento di attuazione dell'art. 4 comma 1 a e b del D.Lgs. 192/05. È in vigore da 25 giugno 2009 e contiene criteri generali, metodologie di calcolo e requisiti minimi, relativi alle prestazioni termiche degli edifici per la climatizzazione invernale ed estiva e al rendimento energetico degli impianti termici per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria. *“I criteri minimi generali, le metodologie di calcolo e i requisiti minimi per la prestazione energetica degli impianti termici per la climatizzazione estiva e, limitatamente al terziario, per l'illuminazione artificiale degli edifici (...) saranno integrati con successivi*

provvedimenti”.

Per ciò che riguarda i requisiti minimi per la climatizzazione invernale ed estiva il decreto conferma⁴, secondo quanto indicato al comma 2 dell'art.4, la richiesta di verifica:

“(…) in sede progettuale alla determinazione dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale (EPI), e alla verifica che lo stesso risulti inferiore ai valori limite che sono riportati nella pertinente tabella di cui al punto 1 dell'allegato C al decreto legislativo”.

I valori sono definiti all'interno delle tabelle allegare al D.Lgs. 311/06, riportate al paragrafo precedente. Viene confermato inoltre quando già enunciato al predetto D.Lgs., anche per gli edifici di nuova costruzione, quando il rapporto tra la superficie trasparente complessiva dell'edificio e la sua superficie utile è inferiore a 0,18, è possibile infatti omettere il calcolo del fabbisogno annuo di energia primaria, qualora vengano rispettati i valori limite di trasmittanza termica previsti dal D.Lgs. 311/06 e alcune prescrizioni impiantistiche definite nel DPR.

Per quanto riguarda la verifica prestazionale energetica estiva viene introdotta all'art.3 comma 2 a).

“(…) la determinazione della prestazione energetica per il raffrescamento estivo dell'involucro edilizio (Epe, invol), pari al rapporto tra il fabbisogno annuo di energia termica per il raffrescamento dell'edificio,

calcolata tenendo conto della temperatura di progetto estiva secondo la norma UNI/TS 11300 - 1, e la superficie utile, per gli edifici residenziali, o il volume per gli edifici con altre destinazioni d'uso, e alla verifica che la stessa sia non superiore ai seguenti valori⁵ per gli edifici residenziali:

*- 40 kWh/m² anno nelle zone climatiche A e B;
- 30 kWh/m² anno nelle zone climatiche C, D, E, e F;*

mentre per tutti gli altri edifici ai seguenti valori:

*- 14 kWh/m³ anno nelle zone climatiche A e B;
- 10 kWh/m³ anno nelle zone climatiche C, D, E, e F”.*

Il decreto fissa i limiti di prestazione del fabbisogno termico dell'involucro in attesa della terza parte della normativa UNI TS 11300 (*Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 3^a: determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva*) attraverso la quale sarà possibile determinare il fabbisogno di energia primaria per la climatizzazione estiva.

I valori di *trasmittanza* limite per gli edifici di nuova costruzione con ponte termico corretto, sono riferiti a quei valori limite introdotti dal D.Lgs. 311/06 nell'allegato C per tutte le componenti dell'involucro edilizio qui prese in esame, diventando valori limite inderogabili senza alcuna tolleranza percentuale.

All'art. 16 si definisce per le zone climatiche C, D, E, e F il valore di:

“(...) trasmittanza (U) delle strutture edilizie di separazione tra edifici o unità immobiliari confinanti (...) deve essere inferiore o uguale a 0,8 W/m²K, nel caso di pareti divisorie verticali e orizzontali. Il medesimo limite deve essere rispettato per tutte le strutture opache, verticali, orizzontali e inclinate, che delimitano verso l'ambiente esterno gli ambienti non dotati di impianto di riscaldamento”.

Segue all'art. 17 l'indicazione anche per gli edifici di nuova costruzione in tutte le zone climatiche, conformemente alla normativa tecnica UNI EN ISO 13788:2003, della:

“(...) verifica dell'assenza di condensazioni superficiali e che le condensazioni interstiziali delle pareti opache siano limitate alla quantità rievaporabile, conformemente alla normativa tecnica vigente. Qualora non esista un sistema di controllo della umidità relativa interna, per i calcoli necessari, questa verrà assunta pari al 65 per cento alla temperatura interna di 20 °C”.

All'interno del decreto 59/2009 si individuano i requisiti minimi per il comfort estivo introdotti come modificazione dei requisiti minimi enunciati nei precedenti decreti in relazione all'abbassamento del fabbisogno energetico per la climatizzazione estiva e al contenimento delle temperature interne degli ambienti, puntando sempre su tre fattori chiave:

- schermature solari delle superfici trasparenti;
- inerzia termica degli involucri opachi;
- ventilazione naturale.

Questi fattori di controllo vengono applicati a differenti categorie di edifici così come classificate all'art.3 del DPR del 26 agosto 1993 n. 412⁶, tranne (secondo normativa) alle categorie E.6 ed E.8, cioè gli edifici adibiti ad attività commerciali, scolastiche, sportive ed industriali. Si fa riferimento alla ristrutturazione, alla manutenzione straordinaria di involucri edilizi di edifici con una superficie utile minore a 1000 m² e ad edifici di nuova costruzione. Quest'ultima categoria è quella presa in esame all'interno della presente ricerca.

Rispetto al primo fattore relativo alle schermature solari delle superfici trasparenti individuato all'articolo 4 *Criteria generali e requisiti delle prestazioni energetiche degli edifici e degli impianti*, comma 19 si afferma che:

“Per tutte le categorie di edifici, (...), al fine di limitare i fabbisogni energetici per la climatizzazione estiva e (...) contenere la temperatura interna degli ambienti, nel caso di edifici di nuova costruzione (...), e' resa obbligatoria la presenza di sistemi schermanti esterni. Qualora se ne dimostri la non convenienza in termini tecnico-economici, detti sistemi possono essere omissi in presenza di superfici vetrate con fattore solare (UNI EN 410)

minore o uguale a 0,5. Tale valutazione deve essere evidenziata nella relazione tecnica di cui al comma 25”.

Ciò significa che si richiede anche di misurare e dimostrare l'efficacia delle schermature solari interne e/o esterne alle superfici vetrate, per verificare l'effettiva riduzione dell'apporto di calore per irraggiamento solare come indicato al punto a) del comma 18 dello stesso articolo 7.

Si richiede inoltre di appurare “in tutte le zone climatiche ad esclusione della F, per le località nelle quali il valore medio mensile dell'irradianza sul piano orizzontale, nel mese di massima insolazione estiva, $I_{m,s}$, sia maggiore o uguale a 290 W/m^3 , che le pareti verticali opache con l'eccezione di quelle comprese nel quadrante nord-ovest, nord, nord-est, abbiano un valore di massa superficiale M_s superiore a 230 kg/m^3 , oppure che il valore del modulo della trasmittanza termica periodica (YIE) sia inferiore a $0,12 \text{ W/m}^3 \text{ }^\circ\text{K}$ ”; si chiede inoltre che all'interno delle stesse circostanze tutte le pareti opache orizzontali ed inclinate (copertura) il valore del modulo della trasmittanza termica periodica YIE sia inferiore a $0,20 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{K}$ ”;

Si afferma che:

“gli effetti positivi che si ottengono con il rispetto dei valori di massa superficiale o trasmittanza termica periodica delle pareti opache previsti alla lettera b), possono essere raggiunti, in alternativa, con l'utilizzo di tecniche

e materiali, anche innovativi, ovvero coperture a verde, che permettano di contenere le oscillazioni della temperatura degli ambienti in funzione dell'andamento dell'irraggiamento solare. In tale caso deve essere prodotta una adeguata documentazione e certificazione delle tecnologie e dei materiali che ne attesti l'equivalenza con le predette disposizioni”.

Infine per ciò che riguarda la ventilazione naturale si introducono alcune indicazioni all'interno del comma 18 c):

“utilizza al meglio le condizioni ambientali esterne e le caratteristiche distributive degli spazi per favorire la ventilazione naturale dell'edificio; nel caso che il ricorso a tale ventilazione non sia efficace, può prevedere l'impiego di sistemi di ventilazione meccanica nel rispetto del comma 13 dell'articolo 5 decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412.”

In riferimento all'uso di fonti rinnovabili nel caso di edifici di nuova costruzione il DPR impone⁸ di progettare l'impianto di produzione di energia termica utilizzando fonti di energia rinnovabile affinché venga coperto almeno il 50% del fabbisogno annuo di energia primaria richiesta per la produzione di acqua calda sanitaria. E' inoltre obbligatoria l'installazione di pannelli fotovoltaici per la produzione di energia elettrica. A questa normativa seguiranno provvedimenti che illustreranno le modalità applicative di

questi obblighi e le prescrizioni minime anche in riferimento alle dimensioni e destinazione d'uso degli edifici.

Decreto Ministeriale 26 giugno 2009 – Ministero dello Sviluppo Economico - Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici (G.U. 10/7/2009 n. 158 – in vigore dal 25/7/2009)

All'interno della normativa vengono forniti degli allegati, nell'allegato A sono indicate le linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici.

Vengono qui riportati i metodi di calcolo per la prestazione energetica globale e i fattori di valutazione qualitativa relativi all'involucro per la climatizzazione estiva.

Prestazione energetica degli edifici

La prestazione energetica complessiva dell'edificio è espressa attraverso l'indice di prestazione energetica globale EPgl.

$$EPgl = EPI + EPacs + EPe + EPill$$

dove:

EPI: indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale;

EPacs: indice di prestazione energetica per la produzione di acqua calda sanitaria;

Epe: indice di prestazione energetica per la climatizzazione estiva;

EPill: indice di prestazione energetica per

l'illuminazione artificiale.

Nel caso di edifici residenziali tutti gli indici sono espressi in kWh/m²anno.

Nel caso di altri edifici (residenze collettive, terziario, industria) tutti gli indici sono espressi in kWh/m³anno.

Le modalità di calcolo dell'energia primaria e i contributi delle fonti rinnovabili sono valutati, nell'ambito delle metodologie di riferimento nazionali di cui al paragrafo 5, con le modalità disposte ai decreti ministeriali 24 luglio 2004 e successive modifiche ed integrazioni, in materia di efficienza energetica e sviluppo delle fonti rinnovabili".

L'indice di prestazione energetica globale EPgl tiene conto:

- del fabbisogno di energia primaria per la climatizzazione invernale ed estiva, per la produzione di acqua calda sanitaria e per l'illuminazione artificiale;

- dell'energia erogata e dell'energia ausiliaria dei sistemi impiantistici, inclusi i sistemi per l'autoproduzione o l'utilizzo di energia.

Si ricorda che la determinazione dell'indice di prestazione energetica per l'illuminazione degli ambienti è obbligatoria per gli edifici appartenenti alle categorie E. 1, limitatamente a collegi, conventi, case di pena e caserme, E. 2, E. 3, E. 4, E. 5, E. 6, e E. 7, di cui all'articolo 3, del decreto Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412.

Tuttavia, nella fase di avvio, ai fini della certificazione degli edifici, si considerano nelle presenti linee guida solamente gli indici di prestazione di energia primaria per la climatizzazione invernale e per la preparazione dell'acqua calda per usi igienici e sanitari.

Inoltre, per la climatizzazione estiva è prevista una valutazione qualitativa delle caratteristiche dell'involucro edilizio volte a contenere il fabbisogno energetico per l'erogazione del predetto servizio come definito al paragrafo 6.

6.1 Metodo basato sulla determinazione dell'indice di prestazione termica dell'edificio per il raffrescamento (EPe,invol)

Congiuntamente all'applicazione delle metodologie di cui al paragrafo 5.1 e al paragrafo 5.2, punti 1 e 2, sia in applicazione di disposizioni legislative che per scelta di utilizzo, si procede alla determinazione dell'indice di prestazione termica dell'edificio per il raffrescamento (EPe,invol), espresso in kWh/m²anno, pari al rapporto tra il fabbisogno di energia termica per il raffrescamento dell'edificio (energia richiesta dall'involucro edilizio per mantenere negli ambienti interni le condizioni di comfort, senza tenere conto dei rendimenti dell'impianto che fornisce il servizio e che quindi non è energia primaria) e la superficie calpestabile del volume climatizzato. Il riferimento nazionale per il calcolo del fabbisogno di energia termica per il raffrescamento, direttamente o attraverso il

metodo DOCET del CNR/ENEA, sono le norme tecniche di cui al paragrafo 5.1 e, a oggi, per il caso specifico la seguente norma tecnica e sue successive modificazioni e integrazioni: UNI/TS 11300 - 1 Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale; Sulla base dei valori assunti dal parametro EPe,invol, calcolati con la predetta metodologia, si definisce la seguente classificazione, valida per tutte le destinazioni d'uso (Tabella 4)

6.2 Metodo basato sulla determinazione di parametri qualitativi

Congiuntamente all'applicazione delle metodologie di cui al paragrafo 5.2, punto 3, e con le limitazioni ivi previste, in alternativa alla metodologia di cui al paragrafo 6.1, si può procedere alla determinazione di indicatori quali: lo sfasamento (S) espresso in ore, ed il fattore di attenuazione (fa) coefficiente adimensionale. Il riferimento nazionale per il calcolo dei predetti indicatori è la norma tecnica UNI EN ISO 13786, dove i predetti parametri rispondono rispettivamente alle seguenti definizioni:

a) fattore di attenuazione o fattore di decremento è il rapporto tra il modulo della trasmittanza termica dinamica e la trasmittanza termica in condizioni stazionarie.

b) sfasamento è il ritardo temporale tra il massimo del flusso termico entrante

E _{pe} , invol (kWh/m ² anno)	Prestazioni	Qualità prestazionale
E _{pe} , invol < 10	Ottime	I
10 < E _{pe} , invol < 20	Buone	II
20 < E _{pe} , invol < 30	Medie	III
30 < E _{pe} , invol < 40	Sufficienti	IV
E _{pe} , invol > 40	Mediocri	V

Tabella 4

Sfasamento (ore)	Attenuazione	Prestazioni	Qualità prestazionale
S > 12	F _a < 0,15	ottime	I
12 > S > 10	0,15 < f _a < 0,30	buone	II
10 > S > 8	0,30 < f _a < 0,40	medie	III
8 > S > 6	0,40 < f _a < 0,60	sufficienti	IV
6 > S	0,60 < f _a	mediocri	V

Tabella 5

Tabella 5 Classi prestazionali della struttura edilizia di contenimento proposte dal D.M. 26/6/2009.

nell'ambiente interno ed il massimo della temperatura dell'ambiente esterno.

Neicasi in cui le coppie di parametri caratterizzanti l'edificio non rientrino coerentemente negli intervalli fissati in tabella, per la classificazione prevale il valore dello sfasamento.

La Metodologia di certificazione dell'edificio è lasciata alla gestione delle singole regioni e province autonome. Questo ha portato alla definizione di differenti sistemi di classificazione che in molti casi valutano anche gli aspetti di sostenibilità ambientale a volte in forma preponderante rispetto ai caratteri energetici.

NORMATIVA REGIONALE

Si analizzano le leggi regionali delle regioni dell'Italia centro meridionale. In particolare si analizza quella della regione Marche e delle regioni dell'Italia centro settentrionale, per comprendere il livello di approfondimento condotto in termini di indicazioni per il progetto del sistema tecnologico e ambientale, con particolare riferimento al regime estivo e al controllo dei parametri di comfort ambientale. Lo stato normativo della regione Marche ci consente di verificare lo stato dell'arte normativo della regione considerata come area sperimentale.

Regione Marche

- Legge Regionale del 17 giugno 2008, n. 14

“Norme per l'edilizia sostenibile”

- Delibera 13 luglio 2009 n. 1141

- Delibera 11 maggio 2009 n. 760 “*Procedure regionali per l'accreditamento dei certificatori della sostenibilità energetico ambientale*”. (Protocollo Itaca)

Con la Delibera di Giunta 1141/2009, la Regione Marche ha definito le procedure per la certificazione della sostenibilità energetico - ambientale degli edifici e il sistema di accreditamento dei soggetti abilitati al rilascio dei certificati, istituendo l'albo dei certificatori energetici. La delibera attua l'art. 14, comma 3 lett. b) della LR 14/2008 “Norme per l'edilizia sostenibile” e specifica che la Regione Marche ha adottato quale strumento di valutazione, il Protocollo Itaca, adattandolo alle specificità del territorio regionale nel *Protocollo Itaca - Marche*. La certificazione della sostenibilità energetico - ambientale non ha carattere obbligatorio, ma è volontaria. Nell'allegato 1 alla Delibera 1141/2009 è illustrato lo schema dei processi che compongono il sistema di certificazione e sono identificati i ruoli e le responsabilità dei diversi soggetti coinvolti. Fino all'entrata a regime del sistema di certificazione, l'organismo certificatore sarà l'Università Politecnica delle Marche, che potrà avvalersi di ITACA, ITC-CNR e iSBE Italia.

I criteri per la definizione degli incentivi e il programma per la formazione professionale

sono stati già emanati con la Delibera 760/2009, che contiene anche le linee guida per la valutazione energetico - ambientale degli edifici residenziali.

Mancano, il capitolato tipo prestazionale, il prezzario per la realizzazione degli interventi, e le linee guida per la valutazione della sostenibilità energetico - ambientale degli edifici non residenziali, previsti dall'art. 14, comma 3 lettere a) e c) della LR 14/2008. Procedure che sono state sistematizzate attraverso la delibera 11 Maggio 2009 n.760.

Marche - Legge Regionale del 17 giugno 2008, n. 14 - Norme per l'edilizia sostenibile (B.U. 26 giugno 2008, n. 59)

La normativa che viene qui presa in considerazione rappresenta l'ultimo stadio d'avanzamento del percorso di perfezionamento e certificazione energetica che attualmente si sta sviluppando nella regione anche attraverso il supporto dell'Università Politecnica delle Marche.

Certificazione che si appoggia al sistema di qualità ambientale legato al protocollo Itaca e che ha già visto la certificazione di alcuni edifici nella provincia di Pesaro con questa metodologia applicata in una prima fase sperimentale. Si evince chiaramente l'approccio della regione a una certificazione qualitativa legata per lo più alla sostenibilità dell'edificio, metodologia appoggiata anche dai prossimi referenti INBAR

della provincia di Pesaro e Urbino. Definendo nell'articolo 4 la funzione della Regione delle Province e comuni. La legge nei punti salienti è così articolata:

Art. 1 - Finalità e oggetto

1. La Regione promuove e incentiva la sostenibilità energetico - ambientale nella realizzazione delle opere edilizie pubbliche e private, nel rispetto dei vincoli derivanti dall'ordinamento comunitario e dei principi fondamentali desumibili dal decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192 (Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia) ed in armonia con la direttiva 2006/32/CE concernente l'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici.

2.(...) La presente Legge definisce le tecniche e le modalità costruttive di edilizia sostenibile (...), negli interventi di nuova costruzione.

Art. 2 - Definizioni

1. Edilizia sostenibile pubblica e privata che soddisfa i seguenti requisiti:

- a) sono progettati, realizzati e gestiti secondo criteri avanzati di compatibilità ambientale e di sviluppo sostenibile, in modo tale da soddisfare le necessità del presente senza compromettere quelle delle future generazioni;
- b) hanno l'obiettivo di minimizzare i consumi di energia e delle risorse ambientali in generale, di favorire l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili, nonché di contenere gli impatti complessivi

sull'ambiente e sul territorio;

c) sono concepiti e realizzati in maniera tale da garantire il benessere e la salute degli occupanti;

e) promuovono e sperimentano sistemi edilizi a costo contenuto con riferimento al ciclo di vita dell'edificio, anche attraverso l'utilizzo di metodologie innovative o sperimentali.

Art. 3 - Criteri di selezione dei materiali da costruzione e delle tecniche costruttive

1. Negli interventi di edilizia sostenibile (...) è previsto l'uso di materiali da costruzione, componenti per l'edilizia, impianti, elementi di finitura, arredi fissi e tecnologie costruttive che:

1) siano riciclabili, riciclati, di recupero, di provenienza locale e contengano materie prime rinnovabili e durevoli nel tempo;

2) siano caratterizzati da ridotti valori di energia e di emissioni di gas serra inglobati;

3) rispettino il benessere e la salute degli abitanti.

Art. 7 - Linee guida

1. La Giunta regionale approva, nel rispetto delle disposizioni di cui al d.lgs. 192/2005, le linee guida per la valutazione della sostenibilità energetico - ambientale degli edifici.

2. Le linee guida, relative agli edifici residenziali e non residenziali, contengono il sistema di valutazione della qualità ambientale ed energetica degli interventi di edilizia sostenibile.

Tale sistema è finalizzato, in

particolare, a certificare il livello di sostenibilità degli interventi edilizi anche ai sensi dell'articolo 4 del d.lgs. 192/2005, a definire le priorità e graduare gli incentivi economici, nonché a stabilire le soglie minime al di sotto delle quali non è consentito il rilascio delle certificazioni né l'accesso ai contributi e agli incentivi previsti dalla presente legge.

3. Le linee guida sono suddivise in aree di valutazione che includono, in particolare, quelle che fanno riferimento:

a) alla qualità ambientale degli spazi esterni;

b) al risparmio delle risorse naturali;

c) alla riduzione dei carichi ambientali;

d) alla qualità ambientale degli spazi interni;

e) alla qualità della gestione dell'edificio;

f) all'integrazione con il sistema della mobilità pubblica.

4. Il sistema di valutazione definito nelle linee guida deve consentire l'attribuzione di un punteggio di prestazione del singolo edificio che permetta una valutazione finale del relativo livello di sostenibilità e a tal fine indica:

a) la prestazione minima di riferimento in base alle norme legislative e tecniche vigenti e alle peculiarità costruttive locali;

b) un sistema di ponderazione dei requisiti di cui al comma 3, che consenta di definire le priorità all'interno delle diverse problematiche ambientali considerate.



1



2

5. Le linee guida di cui al comma 1 contengono in particolare:

- a) le indicazioni necessarie ad effettuare l'analisi del sito, comprendendo l'analisi dei fattori climatici ed ambientali, nonché dei relativi rischi;
- b) i sistemi di calcolo o di verifica riferiti ad ogni requisito e gli esempi di possibili soluzioni tecniche;
- c) la modulistica e i sistemi di calcolo informatizzati per la semplificazione delle procedure di verifica.

I comuni delle Marche

Parallelamente all'evoluzione in corso della normativa, la regione Marche presenta delle realtà comunali, come il comune di Pesaro, che hanno adottato norme che indirizzano ad una progettazione energeticamente efficiente, definendo parametri e valori ancor più restrittivi della normativa nazionale, ponendosi come riferimento progettuale idoneo alle esigenze climatiche locali, riferibili agli obiettivi di controllo energetico dell'edificio e comfort per l'utente. Attualmente le normative presentati sono in percorso di sviluppo e nei prossimi mesi vedranno il prodotto di nuove riflessioni e approfondimenti.

Comune di PESARO

Nel 2000 il comune di Pesaro ha adottato il "Piano Strategico della qualità". Piano che entro

il 2015 dovrà portare la città a ridefinire la sua identità in termini di progettazione sostenibile.

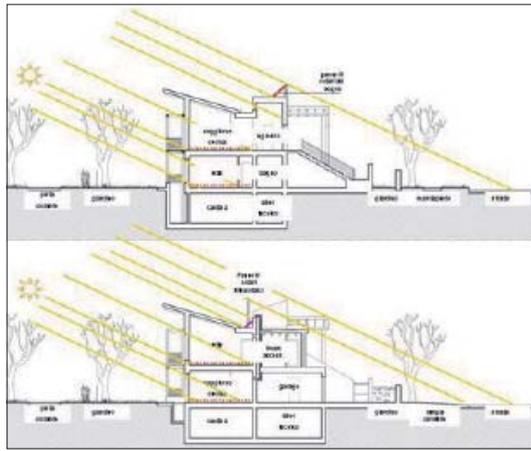
Una delle prime azioni è stata l'adozione del PRG con criteri di eco sostenibilità e varo contestuale di un regolamento comunale di Bioarchitettura.

Numerosi sono i concorsi progettuali dove si rinnovano questi obiettivi, come il progetto per Abitare ECOstruire e il finanziamento ottenuto per il progetto sustainable housing in Europe sviluppo in qualità di progetto pilota nella località Villa Fastiggi - Copers consorzio di cooperative attuato durante l'anno 2007.

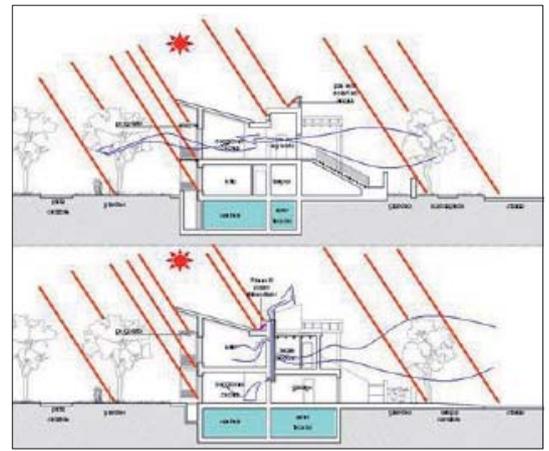
L'ing. Angelo Mingozzi, gli architetti Ugo Sasso, Annarita Santilli, Maurizio Giannotti e Ombretta Pietrelli hanno definito l'impostazione generale del, *Regolamento di attuazione relativo all'utilizzo delle tecniche di Bio-Architettura*, sulla base del Protocollo Itaca, del Regolamento Edilizio tipo regionale dell'Emilia Romagna e delle linee guida del sistema di Valutazione Energetico Ambientale degli edifici della Regione Marche.

Sono qui riproposti i punti salienti del regolamento per quelli che sono i parametri rapportabili alla normativa nazionale. Emerge dall'impostazione delle indicazioni fornite come, secondo gli autori, si interpreti il progetto dell'intervento edilizio sostenibile come lo strumento in grado di raggiungere gli obiettivi generali di: salvaguardia dell'ambiente, uso razionale delle

1-2 Viste degli edifici realizzati con il programma Sustainable housing in Europe, sviluppo di un progetto pilota, località Villa Fastiggi - Copers consorzio di cooperative. 2007



3



4

3-4 Funzionamento ambientale degli edifici relativi alle fig. 3-4

risorse e delle potenzialità offerte dal sito, in relazione agli obiettivi di benessere e risparmio energetico e della valorizzazione delle risorse ambientali. Sotto il profilo ambientale durante il ciclo produttivo fuori opera⁹, il ciclo produttivo in opera¹⁰ e il ciclo funzionale del complesso insediativo ed edilizio¹¹.

Pesaro – Comune di Pesaro – Regolamento di attuazione relativo all'utilizzo delle tecniche di Bio-Architettura. Approvato con delibera di consiglio comunale n.35 del 02/04/2007, aggiornato al 08/11/2007. Modificato con delibera di consiglio comunale n.98 del 30/06/2008.

La struttura si compone in due gruppi di linee guida denominate: Allegato A, in cui si individuano i requisiti PR1 legati all' "Analisi del sito" e allegato B, riferito alle "Schede tecniche dei requisiti", in particolare:

Allegato B – Famiglia 2 – Uso razionale delle risorse climatiche e energetiche - Contenimento dei consumi energetici complessivi.

Specifiche di prestazioni – Nuove costruzioni

5 - Trasmissanza termica delle chiusure trasparenti, comprensive degli infissi, $K \leq 3,1 \text{ W/m}^2 \text{ °K}$ come da D. Lgs. 28 agosto 2005, n.192 e successive modificazioni e integrazioni.

8 - Massa superficiale (m) (6) delle pareti esterne opache di ambienti destinati ad attività principale superiore o uguale a 300 Kg/m^2 ;

La struttura di copertura degli edifici realizzati a diretto contatto con gli ambienti sottostanti destinati ad attività principali devono avere valori di massa superficiale non inferiori a 300 Kg/m^2 , fanno eccezione le strutture di copertura sempre a stretto contatto con gli ambienti abitati sottostanti.

In caso di nuova costruzione nelle vicinanze di reti di teleriscaldamento, è obbligatoria la predisposizione delle opere necessarie a favorirne il collegamento.

Allegato B – Famiglia 2 – Uso razionale delle risorse climatiche e energetiche – Controllo dell'apporto energetico da soleggiamento estivo.

Esigenze da soddisfare

Al fine di concorrere ad un uso razionale delle risorse climatiche ed energetiche, è necessario contenere il surriscaldamento estivo dell'organismo edilizio anche utilizzando l'ombreggiamento, senza contrastare l'apporto energetico dovuto al soleggiamento invernale.

Specifiche prestazionali

Nel periodo estivo l'ombreggiamento di ciascuna delle chiusure trasparenti (finestre, lucernari, ecc.) degli spazi dell'unità immobiliare destinate ad attività principale deve essere uguale o superiore all'80%. Il livello deve essere verificato in ognuna delle seguenti ore: 12, 14, 16 del 21 luglio (ora solare), individuato come giorno rappresentativo della stagione



5



6

surriscaldata.

E' necessario il soddisfacimento del FLD \geq 0,5% con il dispositivo ombreggiante in uso.

Allegato B - Famiglia 2 - Uso razionale delle risorse climatiche e energetiche - Controllo dell'inerzia termica - Obbligatorio

Il valore di inerzia termica deve essere contenuto $i \geq 1,5 \text{ m}^2/\text{m}^2$. Il valore dell'inerzia i è ottenuto dal rapporto fra il valore della superficie lorda equivalente S_{leq} e la superficie del pavimento del vano S_p .

Allegato B - Famiglia 3 - Benessere naturale - Controllo dell'illuminamento naturale - Obbligatorio

Al fine di assicurare il livello di illuminamento naturale per la destinazione d'uso residenziale si deve garantire negli ambienti principali plurimi 12 dell'abitazione un valore di (fattore di luce diurno medio) $FLD_m \geq 2\%$.

Allegato B - Famiglia 3 - Benessere naturale - Controllo della ventilazione - Obbligatorio

Il controllo della ventilazione degli spazi chiusi è finalizzato al controllo, del livello di umidità relativa, per assicurare un adeguato ricambio d'aria. In particolare per gli ambienti principali degli edifici residenziali:

superficie apribile $\geq 1/8$ della superficie di pavimento o $\geq 0,5 \text{ m}^3/\text{hm}^3$.

ANCONA - Documento programmatico - Primo rapporto - 28 Luglio 2008

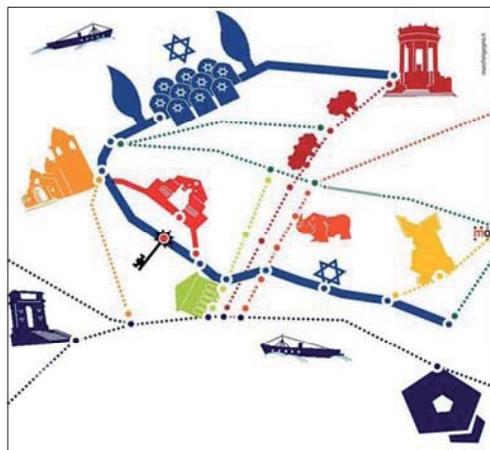
Il documento programmatico sviluppato

dalla città di Ancona ha come obiettivo la valorizzazione del patrimonio culturale e paesaggistico della città e delle sue molteplici e plurali declinazioni come risorsa centrale per il rafforzamento dell'identità urbana, in una chiave non solo di tutela, salvaguardia e messa in rete dei diversi luoghi ed edifici riconducibili ad una storia di lunga durata, ma anche di sviluppo di una qualità architettonica diffusa dei nuovi interventi entro cui ricercare la realizzazione di nuove eccellenze connotanti l'immagine urbana. Passaggio fondamentale per questa operazione di riconoscimento è la identificazione degli ambiti di paesaggio intesi come contesti fisici, ambientali, funzionali, sociali e culturali che caratterizzano la città e il territorio anconetani. Essi costituiranno anche l'occasione per governare, entro dimensioni discrete, i processi di riqualificazione urbana non più affidati alle aree-progetto ma ad una pluralità diffusa di interventi coerenti con le identità di ciascun ambito di paesaggio e con le esigenze delle "microcittà" che vi ricadono. La loro articolazione evoca l'immagine di un "mosaico" a grana grossa che ricompone un'unica immagine della città nel rispetto della diversità delle sue parti.

L'obiettivo strategico si articola nei seguenti lineamenti e azioni:

1 Rappresentare l'identità territoriale e il paesaggio storico di Ancona in senso

5-6 Viste degli edifici realizzati con il programma Sustainable housing in Europe, sviluppo di un progetto pilota, località Villa Fastiggi - Copers consorzio di cooperative. 2007



7

7 Diagramma dell'iniziativa nella provincia di Ancona.

contemporaneo

a. Identificare i punti di forza dei molteplici paesaggi storico-culturali e ambientali attraverso:

- La valorizzazione dei caratteri fisici e ambientali e dei significati permanenti e persistenti del territorio storico, del sistema dei crinali e dei paesaggi agrari (centri e nuclei storici delle frazioni, strade di importanza urbana e territoriale, edifici specialistici, aree archeologiche, usi e disegno degli spazi aperti)

- Il ripensamento del rapporto città-mare e, dentro questo, del rapporti città-porto attraverso una ipotesi unitaria di ridisegno della linea di costa.

- La promozione di nuove funzioni nei contenitori recuperati e in quelli dismessi, riconducibili soprattutto alle attività culturali e alle filiere collegate anche di tipo turistico.

- Il sostegno alle forme contemporanee del vivere e del fruire gli spazi storici nella contemporaneità, con particolare attenzione alle fasce giovanili e a quelle produttive (da 18 a 40 anni);

b. Mettere in rete le risorse per dare forza e competitività al sistema, ricostruire il legame fra mare-città campagna attraverso:

La riqualificazione diffusa dei tracciati "minori" e la ricostituzione della loro continuità per rafforzare le relazioni più significative e sollecitare la riscoperta di luoghi a lungo preclusi

ai cittadini come il Cardeto, il sistema dei Forti Ottocenteschi, la Cittadella, San Francesco ad Alto.

- La predisposizione di politiche di sostegno immateriale in grado di sostenere il Museo diffuso urbano.

- La ricerca di forme di gestione innovativa dei singoli edifici specialistici come la Mole Vanvitelliana, i Musei e la Biblioteca Comunale, privilegiando forme di coordinamento tra il Comune e soggetti diversificati come imprenditori, fondazioni bancarie, istituzioni culturali internazionali

c. Rilanciare il ruolo della città di Ancona come Capoluogo di Regione attraverso:

- Il rafforzamento della città come vetrina delle eccellenze e delle qualità espresse dal territorio anconetano e marchigiano e come luogo di rappresentazione culturale della collettività della Regione, anche attraverso nuovi spazi museali e del tempo libero (Museo del Mare, Acquario, ecc.) inseriti nella rete museale cittadina

- La valorizzazione della città e del suo ruolo nei confronti della realtà adriatica, mediterranea e balcanica, inserendola all'interno dei principali network culturali e di programmazione di eventi:

Sviluppare la qualità architettonica

a. Promuovere un'azione costante per il recupero del patrimonio insediativo e architettonico

storico attraverso:

- La definizione di regole e strumenti per il restauro e la manutenzione nel tempo di edifici e ambienti urbani storici
- La messa a disposizione di incentivi finanziari per il recupero primario e il coordinamento attuativo degli interventi

b. Prevedere azioni pubbliche mirate all'innalzamento della qualità architettonica dei nuovi interventi attraverso:

- La messa a disposizione di incentivi premiali di tipo urbanistico finalizzati alla ricerca di proposte innovative e di qualità
- Lo sviluppo della concorrenzialità progettuale attraverso la promozione di concorsi di architettura nazionali e internazionali nei luoghi notevoli della riqualificazione e trasformazione urbana.

Verrà offerta anche qualità architettonica, ambientale e costruttiva dei nuovi edifici e spazi aperti, coniugata alla garanzia di elevati standard ecologico - ambientali attraverso l'adesione ai principi della bio-architettura e il contributo alla rigenerazione delle risorse ambientali fondamentali (acque profonde, suolo, aria) attraverso:

- il rispetto di indirizzi progettuali finalizzati all'innalzamento della qualità architettonica anche attraverso l'obbligo, in alcuni casi, di procedure concorsuali di tipo pubblico
- la disposizione e conformazione degli

edifici e degli spazi aperti rispetto ad alcune risorse ambientali (sole e aria) in termini di ricerca di soluzioni efficaci di soleggiamento/ ombreggiamento e ventilazione naturale;

- il raggiungimento di un'elevata permeabilità naturale e profonda dei suoli;

- la garanzia di un'adeguata piantumazione degli spazi aperti in grado di contribuire in modo sensibile alla qualità della risorsa aria;

- la mitigazione dei principali impatti inquinanti che interessano l'area;

- la ricerca di prestazioni microclimatiche degli edifici che garantiscano un comportamento energetico prevalentemente passivo integrato dall'uso di fonti energetiche da risorse rinnovabili nonché la protezione o il risanamento acustico degli edifici;

- l'uso privilegiato di materiali, componenti edilizi e tecnologie costruttive riciclabili, riciclati e di recupero, che contengano materie prime rinnovabili e durevoli nel tempo, caratterizzate da ridotti valori di energia e di emissioni di gas serra inglobati e capaci di garantire la salute e il benessere degli abitanti e dei fruitori;

- l'adozione di soluzioni finalizzate alla riduzione dei consumi idrici e al riciclo delle acque meteoriche per usi collettivi come, per esempio, la manutenzione del verde pubblico e privato.

La fattibilità di tale offerta è garantita dall'attivazione di specifiche quote premiali di capacità edificatoria all'interno della procedura

normativa della “perequazione urbanistica”.
Macerata – In provincia di Macerata nasce lo sportello per il risparmio energetico

Dall’8 Gennaio 2008 è attivo uno sportello per il risparmio energetico. La sede è all’interno della casa ecologica di Belfort del Chienti.

Gli operatori a diretto contatto con i cittadini forniscono indicazioni sulle buone pratiche ambientali nelle azioni della vita quotidiana.

Informazioni sulle:

- Tecnologie per il risparmio energetico
- Prodotti eco-compatibili
- Iniziative di corsi di formazione
- Informazioni sui temi legati alla bio-edilizia
- Fonti rinnovabili
- Ecoincentivi
- Consumo consapevole
- Buone pratiche per risparmiare energia e denaro

Operazione seguita e attivata nell’anno 2009 anche da comune di Pesaro, che vede promuovere molte iniziative nell’ambito del risparmio energetico.

Regione Toscana

Articolazione delle leggi di riferimento per la Regione Toscana riguardanti la progettazione sostenibile:

- L.R. 1/2005
- Delibera Regionale del 28 febbraio 2005
- “Linee guida per la valutazione della qualità

energetica ed ambientale degli edifici in Toscana”

- Delibera Regionale del 3 aprile 2006 n. 218
Le linee guida elaborate in seguito alla delibera del febbraio 2005 si pongono come un vero e proprio manuale a disposizione di operatori privati e pubbliche istituzioni per orientare le proprie scelte e le proprie politiche in favore dell’eco-compatibilità degli edifici. Grazie a questo strumento, ogni nuovo progetto, così come ogni intervento di ristrutturazione, potranno essere valutati dal punto di vista dell’eco-efficienza e della sostenibilità, secondo un metodo di punteggio qualitativo. Sono state individuate cinque aree di riferimento cui afferiscono le schede di controllo dei differenti parametri presi in esame. Le aree sono:

- qualità ambientale esterna
- risparmio di risorse
- carichi ambientali
- qualità ambiente interno
- qualità del servizio
- qualità della gestione
- trasporti

Regione Puglia

Articolazione delle leggi di riferimento per la Regione Puglia riguardanti la progettazione sostenibile e la certificazione energetica:

- L.R. 27 luglio 2001, n. 20, “Norme generali di governo e uso del territorio”

- L.R. 10 giugno 2008, n. 13, "Norme per l'abitare sostenibile"

- L.R. 10 giugno 2008, n. 14, "Misure a sostegno della qualità delle opere di architettura e di trasformazione del territorio"

- Bollettino Ufficiale della Regione Puglia n. 133 del 27 agosto 2009, DGR 4 agosto 2009, n. 1471, *Sistema di valutazione del livello di sostenibilità ambientale degli edifici in attuazione della Legge Regionale "Norme per l'abitare sostenibile"* (art. 10, L.R. 13/2008)

- Bollettino Ufficiale della Regione Puglia - n. 201 del 15-12-2009, DGR 24 novembre 2009, n. 2272, *Certificazione di sostenibilità degli edifici a destinazione residenziale ai sensi della Legge Regionale "Norme per l'abitare sostenibile"* (Art. 9 e 10 L.R. 13/2008): *Procedure, Sistema di Accreditamento dei soggetti abilitati al rilascio, Rapporto con la Certificazione Energetica e integrazione a tal fine del Sistema di Valutazione approvato con DGR n. 1471/2009.*

La Regione promuove e incentiva la sostenibilità ambientale e il risparmio energetico sia nelle trasformazioni territoriali e urbane sia nella realizzazione delle opere edilizie, pubbliche e private, nel rispetto dei vincoli derivanti dall'ordinamento comunitario e dei principi fondamentali desumibili dalla normativa vigente in attuazione della direttiva 2002/91/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 16 dicembre 2002, relativa al rendimento

energetico nell'edilizia e in linea con la direttiva 2006/32/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 5 aprile 2006, concernente l'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e recante abrogazione della direttiva 93/76 CEE del Consiglio, privilegiando la tutela e valorizzazione delle proprie peculiarità storiche, ambientali, culturali e sociali.

Nella legge n. 20 del 2001 regola e controlla gli assetti, le trasformazioni e gli usi del territorio persegue gli obiettivi della tutela dei valori ambientali, storici e culturali espressi dal territorio, nonché della sua riqualificazione, finalizzati allo sviluppo sostenibile della comunità regionale.

Le leggi del giugno 2008 definiscono i fattori d'approfondimento delle leggi attuative legate alla certificazione energetica e definiscono i riferimenti progettuali rispetto gli obiettivi di: Risparmio idrico - risparmio energetico - approvvigionamento energetico - criteri di selezione ed ei materiali. Per ciascuna delle categoria vengono richiamati i riferimenti normativi nazionali.

I DGR di agosto e dicembre 2009 rendono operativi gli articoli 9 e 10 della legge regionale n.13 del 2008 con particolare riferimento ai sistemi di certificazione per i quali si utilizza il sistema di valutazione protocollo ITACA. In particolare come definito all'articolo 10 della legge n.13 del 2008 dovranno essere

soddisfatti i requisiti previsti nel disciplinare tecnico, identificati in aree di valutazione, si riferiscono in particolare:

- alla qualità ambientale degli spazi esterni,
- al risparmio delle risorse naturali;
- alla riduzione dei carichi ambientali;
- alla qualità ambientale degli spazi interni;
- alla qualità della gestione e del servizio;
- all'integrazione con il sistema della mobilità collettiva.

Il sistema di valutazione strutturato dovrà consentire la valutazione del livello di sostenibilità ambientale degli edifici rispetto la prestazione minima di riferimento di ciascuna area di valutazione.

Regione Umbria

Articolazione delle leggi di riferimento per la Regione Umbria riguardanti la progettazione sostenibile e la certificazione energetica:

- L.R. 18 novembre 2008, n. 17, *“Norme in materia di sostenibilità ambientale degli interventi urbanistici ed edilizi”*
- Decreti di Giunta, del 27 aprile 2009 *“Approvazione del Disciplinare Tecnico per la valutazione della sostenibilità ambientale degli edifici di cui all’art. 4 della L.R. 17/2008 «Norme in materia di sostenibilità ambientale degli interventi urbanistici ed edilizia”*. (Protocollo Itaca)

Come definito all’art.1 della L.R. del 18 novembre 2008 la presente legge, promuove la salvaguardia dell’integrità ambientale e il risparmio delle risorse naturali secondo i principi dello sviluppo sostenibile, definisce norme e criteri di sostenibilità da applicarsi agli strumenti di governo del territorio e agli interventi edilizi, stabilisce le modalità per la valutazione e la certificazione delle prestazioni di sostenibilità ambientale e degli edifici, nonché le forme di sostegno e di incentivazione promosse dalla Regione e dagli enti locali. Impostati secondo i principi attuativi, resi operativi del’aprile 2009 improntato sul sistema di certificazione del Protocollo ITACA.

Nella L.R. 17/2008 al titolo 2 si definiscono i criteri di certificazione di sostenibilità ambientale degli edifici mentre, all’interno del titolo 3 si definiscono le disposizioni in materia di urbanistica ed edilizia sostenibile.

Regione Abruzzo

- L.R. 19 agosto 2009, n. 16, *“Intervento regionale a sostegno del settore edilizio”*, Bura Ordinario N° 45 del 28 agosto 2009

- ARAEN

Secondo quanto definito dall’art. 14 della L.R. del 19 agosto 2009 in merito agli interventi per favorire il risparmio energetico e l’impostazione di impianti a fonte rinnovabile, si applica quanto definito nell’art. 11 del D.Lgs 30 maggio 2008

n. 115.

La Regione Abruzzo non ha ancora legiferato in materia di certificazione energetica degli edifici.

Si applica quindi la normativa nazionale, che è basata sul D.lgs. 19 agosto 2005, n. 192 e sui suoi decreti attuativi, tra cui le Linee Guida nazionali alla certificazione energetica (D.p.r. 2 aprile 2009) e il Regolamento sul Rendimento energetico in edilizia (D.m. Sviluppo economico 26 giugno 2009).

In Abruzzo troviamo l'ARAEN - Agenzia Regionale per l'Energia - rappresenta un ente permanente e strumentale della regione Abruzzo, costituito con Legge Regionale n. 6 dell'8 febbraio 2005 art.64.

ARAEN è un organo che si occupa di attività legate al miglioramento della gestione di domanda di energia mediante la promozione dell'efficienza energetica per favorire un migliore utilizzo e una migliore gestione delle risorse locali e rinnovabili, ottimizzare i costi di produzione, sostenere la ricerca finalizzata allo sfruttamento delle condizioni ottimali dell'approvvigionamento energetico e la gestione delle funzioni regionali in materia di energia.

Le sue azioni sono inoltre orientate al miglioramento dell'ambiente e al controllo dell'inquinamento atmosferico. L'ARAEN nello svolgere il suo ruolo di sostegno nell'attuazione e nella predisposizione delle politiche energetiche

regionali, si pone come interlocutore per gli attori del sistema energetico regionale e per tutti i cittadini.

Regione Basilicata

- L.R. del 28 dicembre 2007 n. 28 (art.11-13) "Disposizioni per la formazione del bilancio di previsione annuale e pluriennale della regione Basilicata" - Legge Finanziaria 2008 - Fonte: Bollettino ufficiale della regione Basilicata n. 60 del 31 dicembre 2007.

Nella normativa di riferimento in attesa del decreto attuativo all'art. 10 riferito fa al *Miglioramento delle prestazioni energetiche degli edifici* ai sensi degli artt. 117 e 119 comma 2 della Costituzione la Regione Basilicata, in attuazione della direttiva 2002/91/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 16 dicembre 2002, relativa al rendimento energetico nell'edilizia, e nel rispetto dei principi fondamentali di cui al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192 e s.m.i., promuove il miglioramento delle prestazioni energetiche degli edifici esistenti e di nuova costruzione, tenendo anche conto delle condizioni climatiche locali, al fine di favorire lo sviluppo, la valorizzazione e l'integrazione delle fonti rinnovabili e la diversificazione energetica, dando la preferenza alle tecnologie a minore impatto ambientale.

Si definiscono strategie di incentivazione al miglioramento delle prestazioni energetiche

dell'edificio, in particolare per quanto concerne l'uso di fonti rinnovabili di energie. All'art. 11 si definiscono le volumetrie edilizie per favorire il risparmio energetico e l'utilizzo delle fonti rinnovabili, art. 13 Misure per la riduzione dei consumi energetici e l'attenuazione delle emissioni inquinanti e climalteranti.

Regione Sicilia:

Articolazione delle leggi di riferimento per la Regione Sicilia riguardanti la progettazione sostenibile:

- L. R. Sicilia 10/8/1985 n.37, B.U.R. 17/8/1985 n.35 "Nuove norme in materia di controllo dell'attività urbanistico - edilizia, riordino urbanistico e sanatoria delle opere abusive".
- L.R. 17 giugno 2008 n. 14 "Norme per l'edilizia sostenibile" (B.U. 26 giugno 2008, n. 59).

Regione Lazio:

Articolazione delle leggi di riferimento per la Regione Lazio riguardanti la progettazione sostenibile:

- L.R. 27 Maggio 2008, n. 6, *Disposizioni regionali in materia di architettura sostenibile e di bioedilizia.*

Nella L.R. 6/2008 si definiscono le direttive per le applicazioni fondamentali della sostenibilità energetico ambientale, dall'art. 3 al 6 si delineano i principi di sostenibilità energetico ambientale negli strumenti della pianificazione

territoriale ed urbanistica, risparmio idrico, fonti energetiche rinnovabili, recupero delle tradizioni costruttive biosostenibili. Dall'art. 7 all'11 si definiscono il protocollo e la certificazione degli interventi di bioedilizia, in cui si delineano i criteri di selezione dei materiali da costruzione e delle tecniche costruttive e di certificazione di sostenibilità degli interventi di bioedilizia. La norma non è stata ancora attuata da un apposito decreto.

Considerazioni norme regionali

La regione Marche dallo scorso anno ha sviluppato una legge regionale che fornisce uno strumento di riferimento per il controllo della sostenibilità degli interventi edilizi. Gli obiettivi delle linee guida enunciate, sono paragonabili a quelli del protocollo Itaca.

Parallelamente la provincia di Pesaro ha introdotto un regolamento edilizio per la bioarchitettura in cui è riuscito a incorporare i principi del controllo di sostenibilità dei progetti nel rispetto della legge regionale e del controllo energetico, ricalcando i punti del regolamento introdotto dalla regione Emilia Romagna, incrementando però la soglia di rispetto di alcuni valori come la massa superficiale, obbligando inoltre a proteggere le superfici vetrate con un 80% anziché un 50% di schermature solari, ponendo particolare

attenzione al comportamento dell'edificio in regime estivo. Viene introdotto un accurato paragrafo nel quale si delinea come controllare l'illuminamento, negli edifici di progetto e rispetto gli edifici all'intorno, rimanendo sempre in linea con la normativa vigente 192 del 2005 resa obbligatoria del decreto del giugno 2009. Le Marche si compongono di 4 province Ancona, Pesaro - Urbino, Macerata e Ascoli Pieno, il panorama normativo si riscontra pienamente attivo nella città di Pesaro che in questi giorni sta attuando ulteriori provvedimenti di aggiornamento al regolamento edilizio vigente, di contro però, nelle città delle altre province si stanno proponendo piani strategici ancora non attivi.

Considerando come caso studio la regione Marche è visibile la necessità di delineare norme comuni che possano essere assimilabili dalle differenti località. Linee guida che rispondano alle esigenze abitative e di comfort degli utenti nelle differenti condizioni climatiche presenti, delineando in termini morfologici e d'involucro, dei modelli abitativi passivi in cui si riscontri un'assenza d'impianto di riscaldamento e raffrescamento.

Modelli sviluppati nel controllo dei seguenti fattori, che confermano quanto rilevato nell'indagine tipologica dei modelli mediterranei indagati nei capitoli precedenti:

- Orientamento - fattore morfologico

- Compattezza - fattore tipologico

- Inerzia termica (sfasamento e smorzamento, massa) - caratteristiche tecniche dell'involucro

- Trasmittanza - caratteristica tecnica dell'involucro

- Colore - caratteristica tecnica dell'involucro

- Schermatura - fattore tipologico

- Strategie passive d'involucro - fattore tipologico

- Spazi a differenti temperature - fattore tipologico

- Ventilazione naturale - fattore tipologico

Fattori già presi in esame in termini normativi, per i quali si desidera migliorare le prestazioni limite richieste, diventano parametri di confronto per la condizione invernale ed estiva.

Considerazioni sulle norme regionali

E' interessante vedere come la normativa nazionale si soffermi maggiormente sull'incidenza dei fattori energetici e su come questi incidano nella classificazione prestazionale dell'organismo edilizio, in particolare per il riscaldamento invernale. Norme qualitative da poco implementate con la più recente norma 11300-3 che approfondiscono il tema legato al calcolo del fabbisogno di raffrescamento estivo. Le regioni al contempo, al di là di casi emblematici come la regione Emilia Romagna, sta adottando metodologie (come il protocollo Itaca) spesso adattate alle esigenze locali della regione stessa, trascurando

quelli che sono i fattori incisivi legati agli aspetti energetici e limitandosi all'acquisizione delle norme nazionali, non calandole in quella che in realtà è il contesto climatico - ambientale del luogo.

Da qui è interessante capire come i due aspetti di certificazione siano complementari l'uno all'altro. Per garantire i livelli di comfort definiti nella norma 15251, è corretto comprendere per le regioni dell'Italia centrale (area geografica d'interesse della ricerca) in quale misura i fattori morfologici e tipologici del progetto architettonico siano relazionati alle caratteristiche prestazionali dell'involucro edilizio e quanto i singoli fattori variando possano incidere sul valore delle prestazioni energetiche dell'edificio. Così da determinare il peso di ciascuno in fase progettuale nell'ambito di aree climatiche in cui diviene rilevante il fabbisogno di raffrescamento estivo oltre a quello invernale. Potrà essere questo il punto di partenza per la determinazione di linee guida che solo in un secondo momento potranno essere delineate, ciò è possibile ipotizzarlo per aree climatiche ampie in cui queste verifiche siano una perfetta correlazione tra la prestazione dell'edificio in clima invernale ed estivo attraverso gli indici di consumo per riscaldamento invernale e raffrescamento estivo.

E' evidente che le normative nazionali, così come quelle regionali in questo momento sono

in continuo mutamento e adeguamento. Gli obiettivi delineati in favore della ricerca potranno essere fattore d'interesse per implementare alcune normative, venendo impiegate come indici di coordinamento in fase progettuale e normativa.

4.2 PROGRAMMI EUROPEI E PROGRAMMI OBIETTIVO

Il progetto di ricerca che viene qui presentato diventa uno strumento di interesse concreto in riferimento alla complementarità e capacità di implementare largamente i riferimenti normativi europei e nazionali portando risposte concrete ed applicabili direttamente per un'ottimizzazione degli obiettivi in termini di consumo energetico nella progettazione della nuova edilizia nelle regioni mediterranee.

Si riscontra inoltre un'ampia affinità con i programmi di finanziamento dell'Unione Europea ed i programmi obiettivo che coinvolgono il territorio mediterraneo⁴³.

Nei differenti programmi operativi sviluppati nel periodo 2007-2013 si rilevano assi d'interesse che rimarcano l'elevato livello di *esportabilità* della ricerca, sia in riferimento al metodo applicato nella formulazione dei principi, sia in merito ai principi stessi formulati rispetto alle aree territoriali oggetto di studio, a quelle climaticamente simili ad esse in termini geografici e climatici e a regioni con le quali si

può proporre un programma di cooperazione. Si evidenziano così anche i caratteri di *capitalizzazione*, del progetto stesso, rispetto all'approccio di competitività e cooperazione.

In edilizia quindi i temi dell'efficienza e del risparmio energetico, verranno ottimizzati non solo considerando l'introduzione dell'uso di fonti di energia rinnovabili, ma ponendo il progetto dell'architettura come principale risposta al contenimento dei consumi energetici. Questo attraverso una corretta integrazione di strategie passive di controllo energetico suscettibili di diventare prassi comune nella produzione edilizia e architettonica, affinché si riducano sensibilmente i limiti minimi imposti dalla legge in termini di consumo.

Questo può contribuire sensibilmente all'obiettivo fissato dall'UE, di un risparmio in termini di consumi del 20% rispetto alle proiezioni per il 2020, come stimato dalla Commissione Europea nel suo libro verde sull'efficienza energetica, rispetto cui gli stati membri dovranno adottare piani nazionali per l'efficienza energetica.

A tale proposito si vuole porre in evidenza la compatibilità con la struttura del programma Europeo IEE- Intelligent Energy Europe, e con i programmi di cooperazione territoriale (OB3), quali, MED, IPA, SEE e programmi di competitività e cooperazione (OB2-POR)¹⁴.

Le linee guida tracciate al capitolo 6 sono

strumenti coerenti con i programmi di ricerca individuati, implementabili e sperimentabili sul campo e quindi suscettibili di finanziamento e concreta adozione.

IEE – Intelligent Energy Europe - PROGRAMMA OPERATIVO - 2007

11. SAVE: EFFICIENZA ENERGETICA E USO RAZIONALE DELLE RISORSE

Efficienza energetica e uso razionale delle risorse costituiscono i modi più efficaci per migliorare la sicurezza dell'approvvigionamento, ridurre le emissioni di anidride carbonica e promuovere la competitività.

Secondo il recente piano d'azione per l'efficienza energetica, è tecnicamente ed economicamente possibile per l'Unione europea risparmiare il 20% della sua energia primaria fino ad ora consumata, entro il 2020, pari al risparmio di carburante del valore annuale di 100 miliardi di euro e Mt 780 di riduzione delle emissioni di CO₂ rispetto allo scenario di base.

Le attività finanziate nell'ambito del programma SAVE mirano a sfruttare il grande potenziale di risparmio energetico, migliorando efficienza energetica e uso razionale delle risorse energetiche, in particolare nell'edilizia e nell'industria.

Le attività nel quadro di SAVE possono agevolare l'attuazione ottimale della legislazione in materia di efficienza energetica diventando

un sostegno, affinché la società utilizzi meno energia *fossile pur fruendo della stessa migliorando la qualità della vita.*

A questo proposito il rafforzamento delle capacità istituzionali, la sensibilizzazione, l'accesso al capitale, la formazione e le informazioni chiare, credibili e accessibili sulle tecnologie di efficienza energetica e le pratiche, sono elementi chiave di SAVE, che favorirà un comportamento razionale, mobilitando i livelli di governo, insieme con gli operatori del mercato. SAVE progetti possono riguardare una o più delle seguenti azioni chiave: Energetica edifici efficienti: per l'incremento del rendimento energetico degli edifici nuovi e già esistenti, sia nel settore residenziale che nel terziario, dove il potenziale è stimato rispettivamente a circa il 27% e il 30% dei consumi energetici.

Eccellenza industriale nel settore dell'energia: accrescere l'efficienza energetica in campo industriale in particolare le PMI. Sebbene l'industria abbia compiuto, in materia di efficienza energetica, progressi più rapidi di altri settori, il risparmio potenziale rimane elevato, nell'ordine del 25% nel settore manifatturiero industriale.

11.1. Energetica edifici efficienti

11.1.1. Obiettivi

- Per migliorare le prestazioni energetiche di edifici nuovi ed esistenti e promuovere l'integrazione delle fonti di energia rinnovabili

31 COM (2006) 545 def.

32 La normativa attuale prevede: la direttiva 2006/32/CE concernente l'efficienza energetica dei servizi energetici, Numero del regolamento 2422/2001 concernente il programma Energy Star, la direttiva 2005/32/CE sulla progettazione ecocompatibile requisiti per prodotti che consumano energia, la direttiva 2004/8/CE sulla promozione della cogenerazione, la direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico nell'edilizia e direttiva 92/75/CEE in materia di etichettatura.

- Per favorire l'adozione di modelli di utilizzo intelligente di energia negli edifici.

- Per migliorare la capacità dei professionisti della costruzione, di offrire soluzioni per l'energia intelligente e aumentare la domanda di tali soluzioni.

- Per facilitare l'attuazione e il monitoraggio della direttiva 2002/91/CE sull'energia e le prestazioni degli edifici (EPBD).

- Per favorire l'azione al di là dei requisiti EPBD.

- Per contribuire alla promozione della EPBD in linea con i suggerimenti elencati in "Energia Piano d'azione per l'efficienza".

11.1.2. Le priorità di azione

(a) politiche e strategie di abilitazione

- l'azione finalizzata a raggiungere più adeguati approcci integrati e armonizzati all'attuazione della EPBD.

- analisi, studi per l'espansione del campo

di applicazione della direttiva sulla falsa riga del programma “Energia Piano d’azione per l’efficienza”, ad esempio abbassando la soglia per le prestazioni minime requisiti per importanti lavori di ristrutturazione.

- l’azione volontaria/sistemi per la certificazione degli edifici secondo la EPBD normativa, anche se non sono in vendita o in affitto, e per gli edifici che non rientrano nella direttiva (ad esempio piccole proprietà e ristrutturazione).

(b) la trasformazione del mercato

- azioni mirate per affrontare specifiche categorie di edifici e / o specifici temi/tecnologie (ad esempio, di raffreddamento, di isolamento, sistemi di gestione dell’energia, ecc.)

(c) Modificare il comportamento

- azioni relative agli edifici pubblici - nel 2007 l’accento è posto su edifici di istruzione per dare l’esempio e adottare nuove tecnologie collaudate e strategie, comprese quelle rinnovabili fonti energetiche.

- larga-sensibilizzazione su vasta scala e campagne di informazione per il pubblico, circa l’attuazione delle misure sui certificati di efficienza energetica.

- larga-sensibilizzazione su vasta scala in merito agli aspetti comportamentali e culturali di impiego degli edifici (ad esempio l’adeguamento del posto di lavoro, il cambiamento dei modelli di vita quotidiana, ecc.)

(d) L’accesso al capitale

- Verificare l’iniziativa dei servizi energetici.

(e) la formazione

- istruzione su vasta scala e azioni di formazione/attività in tutti gli stati membri per l’attuazione della EPBD: accordi con università, associazioni di installatori, camere di commercio, ecc. per istituzionalizzare la necessaria istruzione/formazione.

11.1.3. Attori chiave e gruppi target

11.1.4. Indicatori

(a) politiche e strategie di abilitazione

- maggiore coerenza tra i regimi nazionali di attuazione della EPBD.

- riconoscimento da parte di diverse autorità della attuazione della EPBD e dei benefici del programma per l’attuazione della EPBD.

- Ingressi generati dai beneficiari EIE, che servono a favorire l’EPBD.

(b) la trasformazione del mercato

(c) Modificare il comportamento

- Impatto delle attività promozionali in termini di numero di persone raggiunte, quando possibile, con categorizzazione delle popolazioni interessate.

(d) Formazione

- Numero di lavoratori edili e professionisti della costruzione formati in tutta Europa e stimato effetto a catena.

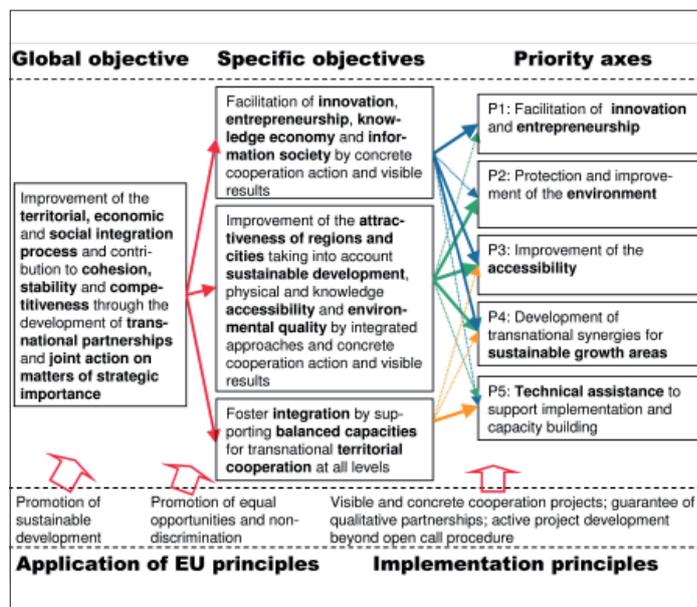
PROGRAMMA SEE - European Territorial Co-operation 2007 - 2013 - South East Europe (SEE)



8

8 Regioni del sud-est Europa cui è rivolto il programma SEE.

9 Diagramma che sintetizza il programma strategico di cooperazione SEE.



9

Transnational Co-operation Programme for a European area in transition on the way to integration

Operational Programme - Final version endorsed by the European Commission - 20 December 2007 (decision number: C(2007)6590)

Il programma strategico di cooperazione, che si compone di obiettivi e assi prioritari, si organizza secondo il diagramma a fig. 9. Ed è rivolto alle regioni del sud-est Europa, fig.8.

La strategia del programma è il risultato dell'interazione di tre fattori¹⁵ che definiscono il profilo della strategia globale, gli obiettivi specifici e degli assi prioritari corrispondenti del programma operativo. La strategia dei programmi si articola lungo un obiettivo globale, tre obiettivi specifici e principi di attuazione, che saranno realizzati mediante l'attuazione di cinque assi prioritari.

All'interno di questo sistema si può individuare l'asse di interesse per la ricerca, l'asse 2 "Protezione e miglioramento dell'ambiente" a cui si lega la politica di coesione dell'UE come definito nel Göteborg, sottolineando la dimensione ambientale degli interventi dell'Unione europea e la necessità di tutela e la valorizzazione delle risorse ambientali come pre-condizione per una crescita sostenibile.

Gli obiettivi ambientali si riassumono nel 6. Programma di azione ambientale comunitario della Comunità europea 2002-2012 (6 EAP) per

l'intera area del 6° piano d'azione ambientale dai cui derivano sette strategie tematiche che offrono delle linee guida utilizzabile per un'azione transnazionale.

Il Sud-Est Europa è caratterizzato da un ecosistema ampio e diversificato composto da diversi ambienti naturali che vanno dall'alpino continentale e alle regioni del Mediterraneo. Un gran numero di aree sono rurali e caratterizzati da ecosistemi intatti e incontaminati, altre invece sono fortemente colpite dall'industrializzazione, e contraddistinte dallo sprawl urbano.

Nel quarto punto di sviluppo dell'asse "Promuovere l'energia e l'efficienza delle risorse" si ritrovano alcuni concreti campi d'applicazione della ricerca¹⁶:

- Attivare strategie comuni per il risparmio energetico e l'efficienza energetica
- Sostenere l'assegnazione e la promozione di energia e di risorse tecnologie efficienti;
- Sviluppare politiche transnazionali per ridurre le emissioni di gas a effetto serra;
- Promuovere l'efficienza energetica e lo sviluppo delle energie rinnovabili, nonché un migliore coordinamento; promuovere l'impiego di sistemi efficienti di gestione dell'energia e di sistemi di trasporto sostenibile, promuovere l'informazione su questioni quali la riduzione del consumo di energia.

Per secoli l'ambiente naturale della zona ha costretto le comunità locali a fare il massimo

uso delle risorse e delle fonti energetiche disponibili presso la regione. Questa eredità è stata trascurata nel recente passato a causa della centralizzazione, dell'industrializzazione e di nuovi modelli di consumo. La domanda di energia e risorse è diminuita negli ultimi anni, ma dovrebbe aumentare rapidamente nel prossimo futuro a causa della convergenza previste per il resto della UE. La recente normativa e le tendenze tecnologiche offrono una grande opportunità per la promozione e l'impiego di energia e di risorse ad alta efficienza nel settore.

Le politiche comunitarie in materia ambientale fissano obiettivi chiari, ad esempio in materia di clima, il cambiamento e la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra. Altre iniziative e, in particolare, il CIP 2007-2013 e il suo sub-programma "Energia intelligente per l'Europa", sottolineano la promozione di energia e di efficienza nell'utilizzo delle risorse. Azioni transnazionali che contengono un elemento significativo di trasferimento di know-how dalle zone più "esperte" a quelle con risorse ancora inutilizzate.

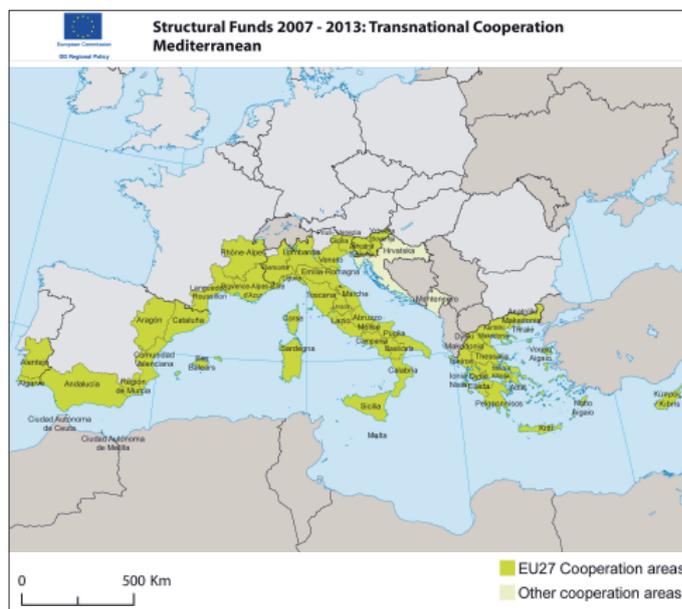
Lo scopo è quello di assicurare il coordinamento e il trasferimento di know-how in materia di energia e politiche di efficienza delle risorse e cooperare con l'adozione e l'adeguamento delle politiche e direttive UE nei settori interessati, preparando la zona di investimento, per coprire

il previsto aumento della domanda di energia e di consumo delle risorse ambientali attraverso approcci amichevoli.

La cooperazione transnazionale dovrebbe generare progetti concreti, che sosterranno l'adozione di energia e di risorse politiche e tecnologie efficienti. I progetti devono inoltre facilitare il coordinamento tra i soggetti interessati e accrescere la consapevolezza delle risorse per le tecnologie e le politiche di efficienza nella zona del programma.

PROGRAMMA - MED

Per quanto concerne il *programma di cooperazione territoriale transazionale mediterraneo* (MED), Cooperazione 2007-2013, Decisione C (2007) 6578 della Commissione Europea del 20 dicembre 2007, nella definizione di asse prioritario 2 e relativo obiettivo 2.2¹⁷ si riscontra la coerenza tra gli obiettivi ed i consequenziali risultati della ricerca in oggetto. In particolare l'asse prioritario 2 riferito alla "*Protezione dell'ambiente e promozione dello sviluppo sostenibile*", fa riferimento ad una regione mediterranea caratterizzata da una geografia complessa composta di penisole, isole, montagne, grandi coste e agglomerati urbani nonché zone periferiche, soggette ad alte pressioni sotto il profilo ambientale, in termini di agricoltura intensiva, industria, pesca e turismo eccessivi, attività domestica ed



10

10 Regioni a cui è rivolto il programma MED.

urbanizzazione.

Nell'ottica di preservare il territorio da grandi rischi ambientali – naturali, si promuove una cooperazione che induca uno sviluppo regionale sostenibile al fine di garantire una pianificazione e gestione territoriale responsabile, con l'intento di valorizzare e conservare le risorse naturali dei luoghi in oggetto.

Rispetto al profilo delineato dall'obiettivo 2.2 denominato "Promozione delle energie rinnovabili e dell'efficienza energetica", ritrovando perfetta coerenza tra l'articolazione dei risultati raggiunti dal progetto presentato, il target group di riferimento ed alcuni esempi riportati come azioni possibili:

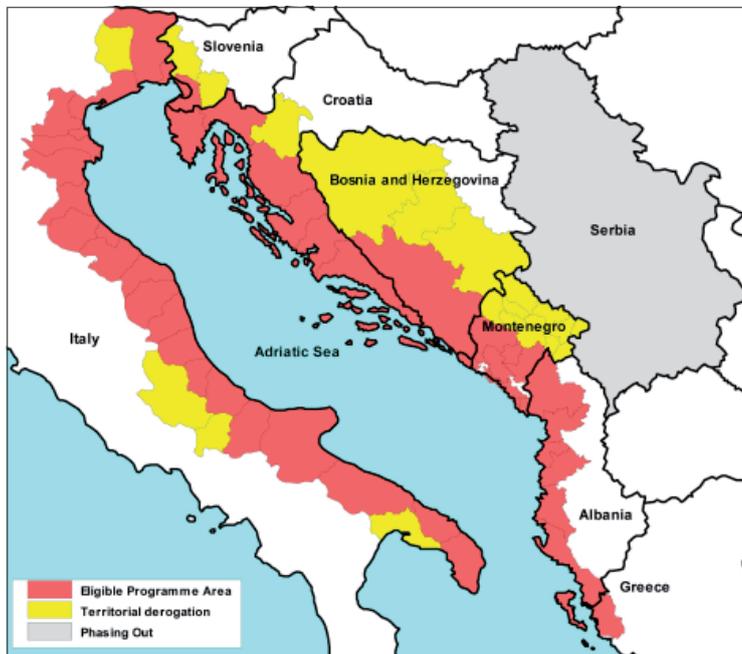
- diffondere l'uso di metodi di costruzione e di materiali innovativi per progetti pubblici e privati;
- utilizzare i risultati della ricerca e promuovere progetti pilota per sviluppare i processi, migliorare l'efficienza e ridurre i consumi energetici;
- innovare nel settore delle norme (di costruzione, realizzazione di alloggi, ecc.);
- favorire l'armonizzazione delle norme e promuovere il rispetto delle linee guida internazionali in materia di economia, efficienza e consumo di energia;
- informare ed educare la società civile.

Tutto questo nell'ottica di far fronte alle continue pressioni esercitate dall'attività umana

sull'ambiente, i cambiamenti climatici in corso (effetto serra e aumento delle temperature ambientali) e la progressiva riduzione delle fonti di energia fossile.

La definizione di nuovi modelli tipologici, costruttivi e tecnologici che definiscono linee guida per una progettazione energeticamente efficiente che impiega strategie passive di controllo climatico risultano una risposta concreta nell'ambito dell'innovazione tecnologica qui richiesta in linea con gli obiettivi del protocollo di Kyoto. Progettazione in grado di soddisfare le esigenze climatiche dei differenti paesaggi territoriali sopra delineati. Queste si configurano come pratiche costruttive condivise ed indispensabili per una sensibile riduzione d'uso delle fonti energetiche fossili, diventando modelli di costruzione, consumo e metodo di programmazione e progettazione su scala transazionale. Pratiche adeguate e coerenti in un'area mediterranea fragile sotto il profilo ambientale, ma forte di una propria identità territoriale e costruttiva dalla quale la nuova metodologia trae la propria identità perché specchio di una sostenibilità architettonica che mira a sottolineare una pratica costruttiva attenta alle esigenze ambientali e alla coerenza linguistica in una reinterpretazione dei caratteri dell'architettura storica di quei luoghi e del paesaggio.

In particolare ci si riferisce a quelle aree



11

11. Regioni a cui è rivolto il programma IPA.

territoriali e climatiche in cui il problema di definire strategie costruttive sostenibili in grado di ovviare il problema del raffrescamento estivo è ancora un tema aperto delineando delle risposte concrete e trasferibili territorialmente. Capaci di razionalizzare in particolare i consumi derivanti dal raffrescamento estivo.

Per tali ragioni si può affermare che i risultati della ricerca possono essere applicati concretamente in qualità di progetti finanziabili dall'ente FERS¹⁸.

Questo con particolare riferimento alle regioni climatiche mediterranee così come definite dalla ricerca¹⁹ che includono sia la regione Marche oggetto di sperimentazione sia i territori assimilabili per caratteristiche geografiche e climatiche.

Si delineano come potenziali beneficiari enti locali, strutture di cooperazione tra autorità locali, regionali, i servizi responsabili della gestione energetica, le agenzie e gli istituti specializzati in materia di efficienza energetica e certificazione.

A fig. 9 sono visualizzate le regioni dell'UE che aderiscono al programma e che si affacciano sul mare mediterraneo.

PROGRAMMA - IPA

Dopo una esperienza di tre cicli di programmazioni per cooperazioni transfrontaliere tra i paesi dell'unione europea

e quelli candidati e i potenziali candidati è stato istituito il nuovo quadro finanziario 2007-2013 che prevede un approccio unico attraverso un solo strumento di assistenza preadesione IPA (transfrontaliero adriatico - Programma di cooperazione transfrontaliero 2007 CB 16 IPO 001). Regolamento quadro di sostegno alla transizione e allo sviluppo istituzionale, cooperazione transfrontaliera e sviluppo regionale²⁰.

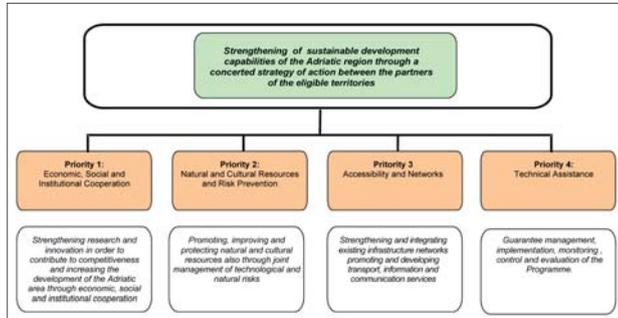
Gli obiettivi di programma cooperano alle agende di Lisbona e Göteborg.

Qui sono coinvolte le province italiane e le regioni che si affacciano sul mare Adriatico. Per l'Italia le aree di livello NUTS III ammissibili sono le province di Pescara, Teramo, Chieti (Abruzzo), Ferrara, Forlì - Cesena, Rimini, Ravenna (Emilia Romagna), Trieste, Gorizia, Udine (Friuli Venezia Giulia), Campobasso (Molise), Foggia, Bari, Brindisi, Lecce (Puglia), Venezia, Rovigo, Padova (Veneto). Ad esse si uniscono le province dell'Aquila, Pordenone, Taranto e Isernia²¹. Per quanto riguarda la regione Marche oggetto di studio abbiamo: Pesaro - Urbino, Ancona, Macerata, Ascoli Piceno.

Le province italiane individuate si relazionano a quelle scelte per la regione della Slovenia e Grecia interne all'UE, Croazia, candidata alla quale seguono Bosnia-Erzegovina, Montenegro, Albania e Serbia²².

All'interno del programma di cooperazione si

12



12 Obiettivi specifici in cui si articolano le priorità.

13 Priorità in cui si articola il programma IPA. La priorità n°2 riscontra affinità con i risultati attesi dalla ricerca.

rilevano affinità tra i risultati della ricerca e le finalità della priorità 2 relativa alle “Risorse naturali e Culturali e prevenzione dei rischi” che sull’intero programma hanno un’incidenza del 30% essendo questa una delle principali priorità relativa alla cooperazione²³. Nella quale si identifica l’obiettivo prioritario di “promuovere, migliorare e proteggere le risorse naturali e culturali attraverso la gestione congiunta dei rischi tecnologici e naturali”, con l’intento di massimizzare l’utilizzo delle risorse, migliorare la governance e la creazione di una migliore gestione.

Con riferimento alla misura 2.3 “Sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili e del risparmio energetico” nei quali si delineano gli obiettivi di:

- diffondere le migliori pratiche di risparmio energetico e fonti rinnovabili;
- promozione di campagne sul risparmio energetico e l’uso di fonti rinnovabili;
- elaborazione di programmi regionali e locali per la produzione e il consumo di energia sostenibile;
- promozione di progetti pilota e azioni dimostrative per l’uso delle fonti rinnovabili, in particolare attraverso la creazione di impianti a energia rinnovabile di piccola scala.

Quindi la misura mira al risparmio energetico, provvedimento in linea con gli obiettivi fissati dall’Unione Europea che mira a migliorare l’efficienza energetica con il finanziamento

13

Global objective:	Strengthening of sustainable development capabilities of the Adriatic region through a concerted strategy of action between the partners of the eligible territories
Priorities	Specific objectives
I. ECONOMIC, SOCIAL AND INSTITUTIONAL COOPERATION	
1 Strengthening research and innovation in order to contribute to competitiveness and increasing the development of the Adriatic area through economic, social and institutional cooperation	Improving research capacity, also by increasing levels of competence, encouraging the transfer of innovation by the creation of networks between the entrepreneurial, institutional, academic, training and research sectors, and principally by promoting joint activities Incentivising the territorial and productive systems to invest in research and innovation through diversified and innovative offers of financial instruments Creation of new, and strengthening of existing cooperation networks in social, labour and health policy Promoting innovative services to the citizenry through the exchange of technical and government expertise and the exchange of best practice between governments and local/public authorities
II. NATURAL AND CULTURAL RESOURCES AND RISK PREVENTION	
2 Promoting, improving and protecting natural and cultural resources also through joint management of technological and natural risks	Improvement and defence of the coast, also through joint management of the sea and coastal environment and risk prevention. Strengthening institutional ability to preserve and manage natural and cultural resources through regional cooperation Development of renewable energy sources and energy conservation Sustainable development of the competitiveness of Adriatic tourist destinations by improving quality and market-oriented package tours to the area getting the best from cultural and natural resources
III. ACCESSIBILITY AND NETWORKS	
3 Strengthening and integrating existing infrastructure networks, promoting and developing transport, information and communication services	Development of port, airport systems and connected services, guaranteeing interfunctionality and integration between existing transportation networks Promoting a system of sustainable transport services to improve links in the Adriatic area Increasing and developing communication and information networks and access to them
IV. TECHNICAL ASSISTANCE	
4 Guarantee management, implementation, monitoring, control and evaluation of the Programme.	Improving administration and implementation of the Programme Guaranteeing information, publicity and evaluation activities

di nuove tecnologie e a promuoverne con campagne di sensibilizzazione l’adozione da parte delle piccole e medie imprese, individuando come beneficiari piccole - medie imprese e autorità pubbliche.

I risultati della ricerca, ottenuti per la regione Marche possono avere un riscontro concreto ed esportabile in termini metodologici e strategico - progettuali nelle regioni che appartengono al gruppo IPA con particolare riferimento alla regione in oggetto e quelle che si trovano in asse geografico con essa per similitudine geografica e climatica nonché per le regioni più a sud per le quali le linee guida progettuali risultano verificate e suscettibili di valutazioni integrative.

In forma più ampia si può riuscire a colmare l’esigenza di avere dei riferimenti progettuali concreti che in forma preliminare siano in grado di definire modelli di edifici passivi in grado di risolvere in dette regioni le esigenze derivanti dal risparmio energetico per il raffrescamento estivo e per il riscaldamento invernale. Questo ottimizzando in maniera massiccia il risparmio energetico e diventando prassi comune di progettazione anche dopo una serie di casi pilota realizzabili con questi programmi di finanziamento, riuscendo a rafforzare la capacità di sviluppo sostenibile dell’area adriatica attraverso la cooperazione economica, sociale ed istituzionale, nell’ambito

Attività	Tipologia di beneficiari	Temî prioritari
Incremento della produzione di energia da fonti rinnovabili	Regione Marche; Enti pubblici; Soggetti pubblici e/o privati in forma singola e associata	39 – Energia rinnovabile: eolica; 40 – Energia rinnovabile: solare; 41 – Energia rinnovabile: da biomassa; 42- Energia rinnovabile: da geotermica; 43 – Efficienza energetica, cogenerazione, gestione energetica.
Promozione di azioni relative al miglioramento dell'efficienza energetica mediante la cogenerazione		
Iniziative di promozione del risparmio energetico in contesti urbani ed industriali		
Sostegno agli investimenti delle imprese finalizzati al risparmio energetico e all'utilizzo delle fonti rinnovabili	Imprese in forma singola o aggregata	

Tabelle 6

Attività	Descrizione attività prevista
Incremento della produzione di energia da fonti rinnovabili	Tale attività, considerati gli scarsi progressi della Regione Marche nell'utilizzo delle fonti energetiche rinnovabili, è finalizzata ad aumentare, in tutto il territorio regionale, il numero delle fonti di energia rinnovabile nell'ambito dei tre filoni previsti (elettricità, calore, biocombustibili), contribuendo così alla riduzione della forte dipendenza dalle fonti tradizionali. Gli interventi previsti nell'ambito dell'attività riguardano interventi infrastrutturali di realizzazione di impianti da fonti energetiche rinnovabili – energia eolica (minieolica), solare, biogas e biomassa - per la produzione di energia elettrica e termica.
Promozione di azioni relative al miglioramento dell'efficienza energetica mediante la cogenerazione	La linea di intervento prevede il sostegno alla realizzazione di impianti di cogenerazione e trigenerazione, anche da fonti rinnovabili. Tale attività permetterà di migliorare le performance regionale in termini di efficienza energetica e quindi di ridurre l'impatto complessivo del settore energetico sull'ambiente. E' anche previsto nell'ambito dell'attività il finanziamento di sistemi di teleriscaldamento a servizio delle utenze industriali e delle PMI. Gli interventi riguardanti le aziende energetiche dovranno rispettare la normativa relativa agli aiuti di stato.
Iniziative di promozione del risparmio energetico in contesti urbani ed industriali	L'attività fornisce un supporto attivo alla promozione di comportamenti e buone pratiche nell'ambito del risparmio energetico nel settore pubblico. Sono in particolare previsti interventi relativi al risparmio energetico nell'edilizia (esclusa l'edilizia residenziale), alla diffusione di nuove tecnologie eco-efficienti, nonché la promozione all'utilizzo di bio-materiali particolarmente nell'ambito di interventi di bioedilizia.
Sostegno agli investimenti delle imprese finalizzati al risparmio energetico e all'utilizzo delle fonti rinnovabili	La linea di intervento fornisce un supporto alla diffusione della cultura dell'efficienza energetica nei sistemi produttivi marchigiani. Gli interventi previsti riguardano in particolare: a) la diffusione di tecnologie che consentono un minor consumo energetico nel processo produttivo, e di conseguenza una riduzione dell'intensità energetica; b) la realizzazione di impianti (micro e mini) che sfruttano fonti energetiche rinnovabili, in particolare la biomassa; c) interventi che migliorano il sistema di gestione dell'energia sul sito produttivo (compreso l'audit energetico).

Tabelle 7

Obiettivo Operativo	Indicatori	Unità di misura
Promuovere il risparmio energetico in contesti urbani ed industriali	Interventi di risparmio energetico, di cui	numero
	riguardanti edilizia sostenibile	numero

Tabelle 8

Obiettivo Specifico	Indicatori	Unità di misura
Promuovere uno sviluppo energetico sostenibile attraverso l'utilizzo delle fonti rinnovabili, il miglioramento dell'efficienza energetica e la promozione del risparmio energetico	Energia da fonte fossile risparmiata	Tep/anno
	Emissioni evitate	tCO ₂ /anno

Tabelle 9

della ricerca e l'innovazione, per facilitare lo sviluppo, conducendo ad una crescita.

PROGRAMMA - POR - Programma operativo regionale Marche - Competitività e Occupazione

Con la decisione C(2007)3986 del 17/08/2007, CCI 2007IT162P0007, la Commissione europea ha approvato il POR.

La nuova programmazione comunitaria prevede che il Programma Operativo (POR) assuma un ruolo di indirizzo programmatico e indichi gli obiettivi da raggiungere nell'ambito del nuovo periodo di programmazione 2007-2013²⁴; spetta invece a specifiche disposizioni regionali

definire le metodologie attuative del Programma Operativo.

Perciò la regione Marche, con il documento MAPO²⁵ procede in maniera dettagliata a stabilire i meccanismi che governano la nuova programmazione 2007-2013 e che sono indirizzati all'efficiente ed efficace gestione degli interventi finanziati dal Fondo europeo per lo sviluppo regionale (FESR).

Negli assi d'azione che individuano, le attività, gli obiettivi specifici e gli indicatori, risulta coerente l'Asse Prioritario 3 "Efficienza energetica e promozione delle energie rinnovabili".

L'obiettivo dell'Asse è quello di contribuire al

perseguimento di uno sviluppo energetico equilibrato e sostenibile del territorio regionale, superando alcuni fattori nodali che creano situazioni di forte dipendenza rispetto alle fonti energetiche esterne alla Regione e migliorando le performances del sistema regione in termini di risparmio e di efficienza energetica.

Gli interventi previsti nell'ambito dell'Asse intendono impattare positivamente sulla situazione regionale sia riducendo i punti di debolezza rappresentati dalla forte dipendenza energetica della Regione rispetto alle fonti non rinnovabili, sia rafforzando o potenziando i punti di forza evidenziati sul territorio dall'analisi SWOT quali l'elevata sensibilità delle istituzioni e dell'opinione pubblica alla tematica energetica. In particolare tali interventi programmati forniranno un contributo sicuramente positivo al raggiungimento degli obiettivi che l'Unione Europea si è fissata nell'ambito delle energie rinnovabili e dell'emissione di gas effetto serra (Protocollo di Kyoto e gli obiettivi di Göteborg). Dal punto di vista qualitativo, inoltre, tali interventi contribuiranno alla promozione di una nuova cultura della produzione e dell'utilizzo dell'energia a livello regionale. Va inoltre precisato che la produzione di energia da fonti rinnovabili oltre che a contribuire alla riduzione delle emissioni inquinanti e climalteranti e dei precursori causanti l'inquinamento secondario, assicurerà un saldo

ambientale positivo non solo nel territorio in cui si interviene, ma anche in riferimento agli altri territori, e che si realizzeranno significative ricadute occupazionali attivando sinergie con le produzioni locali.

La probabilità di verifica di impatti rilevanti sul territorio sarà in particolare rafforzata dal rispetto dei due seguenti principi da implementare in fase di attuazione:

- la promozione dell'innovazione a tutti livelli, sia per la produzione e l'utilizzo dell'energia che in riferimento all'utilizzo di materiali più eco-efficienti, in un'ottica di promuovere i cambiamenti durevoli nelle prassi dei soggetti privati pubblici;

- la definizione di priorità per il finanziamento di interventi nelle aree di maggior criticità in termini di sviluppo sostenibile, con particolare riferimento alle aree Urbane Funzionali e l'AERCA (Area ad Elevato Rischio Ambientale).

Obiettivi

Ciascun obiettivo operativo, nello specifico potrebbe essere attuato attraverso le seguenti attività (linee d'intervento) e in riferimento ai seguenti possibili beneficiari come definito in tabella 6.

Nella tabella 7 sono riportate le attività che consentono di conseguire gli obiettivi definiti nell'ambito della strategia dell'asse prioritario.

In tabella 8 e 9 si individuano rispettivamente l'indicatore di realizzazione e indicatore di

risultato.

Con particolare riferimento all'attività 3.1.3; *"Iniziativa di promozione del risparmio energetico in contesti urbani ed industriali"*.

Rispetto a quest'ultime sono state definite schede di attuazione delle attività all'interno delle quali si riscontrino piene affinità e campi di applicazione della ricerca, ed è l'intervento 3.1.3.43.01 *"Promozione efficienza energetica negli enti pubblici e territoriali"* per il quale il PF responsabile è *"Aree Protette, Protocollo di Kyoto, Riqualificazione Urbana"*, in cui i caratteri si sono sintetizzati in tabella 10.

Contenuto dell'intervento

La presente attività intende favorire il risparmio energetico attraverso la concessione di contributi per la riduzione delle emissioni climalteranti in linea con quanto stabilito dal Protocollo di Kyoto, dando attuazione alle strategie energetiche delineate nel Piano Energetico Ambientale Regionale (PEAR).

In generale l'impostazione del PEAR si ispira alle logiche della riduzione del prelievo di risorse naturali, dell'utilizzo innovativo delle energie rinnovabili, della produzione distribuita a piccola scala di energia e di una forte dose di innovazione tecnologica e gestionale. Il PEAR individua tre assi principali, di cui uno è il risparmio energetico, ai quali destinare in via prioritaria le risorse a disposizione.

Sono ammessi a contributo, indicativamente, i

seguenti interventi di efficienza energetica:

- bioedilizia finalizzata al risparmio energetico;
- edifici passivi;
- impianti ad alta efficienza.

Modalità di attuazione

L'intervento verrà attuato attraverso un bando pubblico o un accordo di programma (si ricorre all'accordo di programma qualora vi siano più Enti interessati alla realizzazione dell'opera).

Tipologia dell'aiuto

Non è previsto alcun aiuto di stato.

Criteri di ammissibilità

- Rispetto della normativa sugli aiuti di stato e della pianificazione di settore.
- Presentazione del progetto definitivo.
- Nel caso di interventi diretti al risparmio energetico nell'edilizia, sono ammissibili esclusivamente interventi negli edifici pubblici non residenziali.
- Soglia minima dell'investimento.

Criteri di valutazione

Macro-criterio relativo alla qualità del progetto:

- Validità tecnico-economica del progetto e capacità di innovazione.
- Numero di utenti serviti.
- Uso dei materiali naturali, rinnovabili e riciclati.
- Massimizzazione del contributo alle riduzioni di gas effetto serra.
- Contributo alla riduzione dei consumi energetici da fonti fossili, rispetto all'investimento

Asse	Obiettivo specifico	Obiettivo operativo	Codice Tema Prioritario	Risorse disponibili
Asse 3 Efficienza energetica e promozione delle energie rinnovabili	3.1 Promuovere uno sviluppo energetico, sostenibile attraverso l'utilizzo delle fonti rinnovabili, il miglioramento dell'efficienza energetica e la promozione del risparmio energetico	3.1.3 Promuovere il risparmio energetico in contesti urbani ed industriali	43 - Efficienza energetica, cogenerazione, gestione energetica	1.000.000 euro

Tabella 10

Asse	Obiettivo specifico	Obiettivo operativo	Codice Tema Prioritario	Risorse disponibili
Asse 3 Efficienza energetica e promozione delle energie rinnovabili	3.1 Promuovere uno sviluppo energetico, sostenibile attraverso l'utilizzo delle fonti rinnovabili, il miglioramento dell'efficienza energetica e la promozione del risparmio energetico	3.1.3 Promuovere il risparmio energetico in contesti urbani ed industriali	43 - Efficienza energetica, cogenerazione, gestione energetica	5.000.000 euro

Tabella 11

ammissibile.

- Grado di partecipazione del beneficiario al co-finanziamento del progetto.

Macro-criterio relativo all'efficacia trasversale:

- Sinergie con altri assi del POR ed altri fondi di finanziamento comunitari, nazionali e regionali.

- Implementazione di progetti avviati nell'ambito della precedente programmazione comunitaria.

Criteri di priorità

- Occupazione creata, con particolare riguardo all'occupazione femminile creata.

- Localizzazione in aree di maggior criticità ambientale con particolare riferimento all'AERCA e/o alle FUAs (Aree Urbane Funzionali così come riportate nel DSR²⁶).

- Sinergia con obiettivi di particolare interesse sociale, con particolare riguardo a strutture riguardanti gli anziani, i giovani e l'infanzia.

Beneficiario

Enti pubblici.

Conformità delle procedure di attuazione con i regolamenti comunitari e le leggi nazionali e regionali di settore

Normativa di riferimento:

- Regolamenti comunitari e Direttiva 91/02/CE, legge 10/1991, dlgs 192/2005 e dlgs 311/2006;

- Piano Energetico Ambientale regionale (PEAR) DACR n. 75/2005. Proposta legge edilizia sostenibile DGR n. 5/2007, Protocollo Itaca

approvato dalla Conferenza delle Regioni nel gennaio 2004.

Ad esso segue l'intervento 3.1.3.43.02 "Promozione efficienza energetica nell'ente regione Marche" in cui il PF responsabile: "Aree Protette, Protocollo di Kyoto, Riqualificazione Urbana" (Tabella 11).

Contenuto dell'intervento

La presente attività intende favorire il risparmio energetico attraverso la concessione di contributi per la riduzione delle emissioni climalteranti in linea con quanto stabilito dal Protocollo di Kyoto, dando attuazione alle strategie energetiche delineate nel Piano Energetico Ambientale Regionale (PEAR).

In generale l'impostazione del PEAR si ispira alle logiche della riduzione del prelievo di risorse naturali, dell'utilizzo innovativo delle energie rinnovabili, della produzione distribuita a piccola scala di energia e di una forte dose di innovazione tecnologica e gestionale. Il PEAR individua tre assi principali, di cui uno è il risparmio energetico, ai quali destinare in via prioritaria le risorse a disposizione.

Sono ammessi a contributo indicativamente i seguenti interventi di efficienza energetica:

- bioedilizia finalizzata al risparmio energetico;
- edifici passivi;
- efficienza impianti.

Modalità di attuazione

L'intervento è a titolarità regionale e riguarda

edifici e/o impianti di proprietà dell'Ente regionale.

Tipologia dell'aiuto

Non è previsto alcun aiuto di stato.

Criteri di ammissibilità

- Rispetto della normativa sugli aiuti di stato e della pianificazione di settore.
- Presentazione del progetto definitivo.
- Nel caso di interventi diretti al risparmio energetico nell'edilizia, sono ammissibili esclusivamente interventi negli edifici pubblici non residenziali.
- Soglia minima dell'investimento.

Criteri di valutazione

Macro-criterio relativo alla qualità del progetto:

- Validità tecnico-economica del progetto e capacità di innovazione.
- Numero di utenti serviti.
- Uso dei materiali naturali, rinnovabili e riciclati.
- Massimizzazione del contributo alle riduzione di gas effetto serra.
- Contributo alla riduzione dei consumi energetici da fonti fossili, rispetto all'investimento ammissibile.
- Grado di partecipazione del beneficiario al co-finanziamento del progetto.

Macro-criterio relativo all'efficacia trasversale:

- Sinergie con altri assi del POR ed altri fondi di finanziamento comunitari, nazionali e regionali.
- Implementazione di progetti avviati

nell'ambito della precedente programmazione comunitaria.

Criteri di priorità

- Occupazione creata, con particolare riguardo all'occupazione femminile creata.
- Localizzazione in aree di maggior criticità ambientale con particolare riferimento all'AERCA e/o alle FUAs (Aree Urbane Funzionali così come riportate nel DSR).
- Sinergia con obiettivi di particolare interesse sociale, con particolare riguardo a strutture riguardanti gli anziani, i giovani e l'infanzia.

Beneficiario

Regione Marche

Conformità delle procedure di attuazione con i regolamenti comunitari e le leggi nazionali e regionali di settore

Normativa di riferimento - Regolamenti comunitarie Direttiva 91/02/CE, legge 10/1991, D.Lgs. 192/2005 e D.Lgs. 311/2006;

Piano Energetico Ambientale regionale (PEAR) DACR n. 75/2005. Proposta legge edilizia sostenibile DGR n. 5/2007, Protocollo Itaca approvato dalla Conferenza delle Regioni nel gennaio 2004.

In entrambi gli interventi si strutturano rispetto i movimenti delineati dal Piano energetico ambientale regionale adottato dalla regione PEAR²⁷ all'interno dei quali i modelli sviluppati nella ricerca possono diventare esempi che concretamente rispondo ai contenuti previsti

Tavola di Coerenza

Obiettivi Globali	OSC n. 1.1	OSC n. 1.2	Obiettivi specifici del Quadro Strategico Nazionale
Perseguire uno sviluppo energetico equilibrato e sostenibile della regione	1.1.3 - Affrontare l'uso intensivo delle fonti energetiche tradizionali in Europa.		3.1.1 - Diversificazione delle fonti energetiche e aumento dell'energia prodotta da fonti rinnovabili. 3.1.2 Promozione dell'efficienza energetica e del risparmio dell'energia.

Tabelle 12

Obiettivi Globali	Obiettivi PICO	Strategia rinnovata di Lisbona	Strategia di Goteborg
Perseguire uno sviluppo energetico equilibrato e sostenibile della regione.	Tutela dell'ambiente.	Incoraggiare l'uso sostenibile delle risorse e rafforzare le sinergie tra protezione ambientale e crescita.	- Lotta ai cambiamenti climatici. - Gestire le risorse naturali in modo più responsabile.

Tabelle 13

negli interventi stessi.

Coerenza con quanto illustrato dettagliatamente nello schema seguente, gli obiettivi globali individuati dalla strategia delineata dal POR FESR implicano l'implementazione di tipologie di intervento che vanno nella direzione delineata dagli Orientamenti Strategici Comuni (OSC) e dal Quadro di Riferimento Strategico Nazionale (QRSN). (Tabella 12)

Elevata è la coerenza del POR FESR anche con il Piano di intervento per la Crescita e l'Occupazione (PICO), la Strategia rinnovata di Lisbona e la strategia di Göteborg, così come riportato nella tabella 13.

NOTE

1 Descrizione contenuti e individuazione dei punti di criticità relativamente alla direttiva 2002-97 CE, Dlgs 192-05, Dlgs 311-06, Assemblea legislativa della regione Emilia-Romagna 4 Marzo 2008, Analisi della NORMA UNI 11300 TS e NORMA UNI 13790.

2 Al momento della pubblicazione della presente specifica tecnica è in vigore il Decreto Presidente Repubblica n. 412/93, che definisce, nell'articolo 3, le categorie degli edifici.

3 Comma 1 a e b

4 Come già espresso nel D. Lgs. 192/05 per tutte le categorie di edifici.

5 Edifici residenziali di cui alla classe E1, così come classificati, in base alla destinazione d'uso, all'articolo 3, del decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412, esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme.

6 DPR del 26 agosto 1993, n. 412, pubblicato nel supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale del 14 ottobre 1993, n. 242. «Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n. 10»:

«Art. 3 (Classificazione generale degli edifici per categorie).
- 1. Gli edifici sono classificati in base alla loro destinazione d'uso nelle seguenti categorie:

E.1 Edifici adibiti a residenza e assimilabili:

E.1 (1) abitazioni adibite a residenza con carattere continuativo, quali abitazioni civili e rurali, collegi, conventi, case di pena, caserme;

E.1 (2) abitazioni adibite a residenza con occupazione saltuaria, quali case per vacanze, fine settimana e simili;

E.1 (3) edifici adibiti ad albergo, pensione ed attività similari;

E.2 Edifici adibiti a uffici e assimilabili: pubblici o privati, indipendenti o contigui a costruzioni adibite anche ad attività industriali o artigianali, purché siano da tali costruzioni scorporabili agli effetti dell'isolamento termico;

E.3 Edifici adibiti a ospedali, cliniche o case di cura e assimilabili ivi compresi quelli adibiti a ricovero o cura di minori o anziani nonché le strutture protette per l'assistenza ed il recupero dei tossico-dipendenti e di altri soggetti affidati a

servizi sociali pubblici;

E.4 Edifici adibiti ad attività ricreative, associative o di culto e assimilabili:

E.4 (1) quali cinema e teatri, sale di riunione per congressi;

E.4 (2) quali mostre, musei e biblioteche, luoghi di culto;

E.4 (3) quali bar, ristoranti, sale da ballo;

E.5 Edifici adibiti ad attività commerciali e assimilabili: quali negozi, magazzini di vendita all'ingrosso o al minuto, supermercati, esposizioni;

E.6 Edifici adibiti ad attività sportive:

E.6 (1) piscine, saune e assimilabili;

E.6 (2) palestre e assimilabili;

E.6 (3) servizi di supporto alle attività sportive;

E.7 Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili;

E.8 Edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali e assimilabili.

7 Come sopra puntualizzato tale valutazione è richiesta anche nel caso di interventi di manutenzione straordinaria di involucri di edifici con superficie utile superiore a 1000 m² e nei casi di nuova installazione d'impianti termici in edifici esistenti.

8 Secondo l'art.4 comma 22.

9 Si intende la salvaguardia dell'ambiente e l'uso razionale delle risorse nella fase di produzione dei materiali, dei semilavorati e degli elementi prefabbricati. Questo significa che, ovunque possibile, deve essere preferito l'uso di materiali e componenti prodotti con il minore impatto ambientale, spreco di risorse e consumo di energia.

10 Si intende la salvaguardia dell'ambiente nelle fasi di esecuzione, ristrutturazione e demolizione del complesso insediativo ed edilizio.

11 Si intende la salvaguardia delle risorse climatiche ed energetiche (in riferimento la qualità dell'aria, al clima acustico, al campo elettromagnetico, all'accesso al sole al vento), della salubrità dell'aria, delle risorse idriche, del suolo e del sottosuolo, del paesaggio e del sistema del verde, delle risorse storico culturali, ed inoltre l'uso razionale dei rifiuti solidi e liquidi, delle risorse idriche e delle risorse climatiche ed energetiche per la realizzazione del risparmio energetico e del benessere ambientale degli utenti (benessere igrometrico, visivo, acustico, ecc.).

12 Spazi dove si svolgono contemporaneamente attività

principali e secondarie in ambiti precisamente individuati negli elaborati di progetto.

13 Formulati in riferimento alle ricadute che si hanno sulle regioni italiane oggetto di studio, le quali concorrono direttamente alla definizione delle linee guida rispetto alle esigenze e i risultati ottenuti dalla precedente programmazione 2000-2006.

14 Programma operativo regionale. Si farà riferimento a quello della regione marche oggetto di studio.

15 Seguono i tre fattori:

- le decisioni strategico dell'UE, come previsto dagli orientamenti strategici comunitari in materia di coesione (2006/702/CE).
- I bisogni specifici e le sfide della cooperazione Sud-Est europeo, area dell'operazione presentata nell'analisi e nella SWOT del presente documento.
- La portata e i limiti di un obiettivo 3 transnazionale programma di cooperazione, come indicato nei rispettivi regolamenti (ad esempio, il regolamento n. 1080/2006).

16 Esempi di partenariati transazionali sostenuti in quest'area.

17 Il Programma operativo di cooperazione territoriale MED si caratterizza da 5 assi prioritari con relativi obiettivi specifici.

18 FERS: Fondo Europeo di Sviluppo Regionale; Commissione Europea - Direzione Generale Politica Regionale (75%) e Fondi nazionali (25%).

19 Area d'azione della ricerca sono le regioni dell'Italia centrale. Si è scelto come caso studio di sperimentazione la regione Marche.

20 Nonché sviluppo delle risorse umane e rurali.

21 Province alle quali è stata applicata una deroga.

22 A quest'ultima è stato concesso d'inserirsi gradualmente nella partecipazione al programma IPA fino al 2012 incluso, dopo aver dimostrato idoneità per il precedente programma Italia2004-2006-Adriatico programma. Questo per un sostegno transitorio affinché si consenta ai partner serbi la cooperazione istituzionale, la cooperazione tra università, istituti di ricerca, istituti culturali, ecc.

23 Insieme alla 1 relativa la cooperazione in ambito economico, sociale e istituzionale.

24 Obiettivi formulati a seguito della comparazione tra una tabella di indicatori chiave che consente di collegare il contesto marchigiano agli indicatori di programma (impatto) ed agli obiettivi comunitari prioritari, definiti in particolare nell'ambito della Strategia di Lisbona e Göteborg.

25 Modalità attuative del piano operativo regionale.

26 Approvato con Deliberazione Amministrativa del Consiglio Regionale n.33/06 pubblicata nel BUR n.144 del 30/11/2006.

27 Piano a medio termine (anno 2015) di tutto il comparto energetico regionale, nel quale si segnala in primo luogo la revisione profonda delle modalità costruttive in edilizia con l'adozione di tecniche di risparmio energetico, di sfruttamento dell'energia solare e di edilizia bioclimatica. L'installazione di pannelli solari per la produzione di acqua calda sanitaria diventa obbligatoria in tutte le nuove costruzioni. Tre sono gli assi principali e costitutivi del PEAR e nel primo riscontano affinità con i contenuti della tesi:

- risparmio energetico tramite un vasto sistema di azioni diffuse sul territorio e nei diversi settori del consumo, soprattutto nel terziario e nel residenziale. Strumenti attivabili sono le campagne di sensibilizzazione ed informazione e programmi di incentivazione agili e significativi caratterizzati da semplicità burocratica nonché da sistematicità e continuità degli interventi;

3.1 Risparmio energetico ed efficienza negli usi finali
Viene promossa una revisione profonda delle modalità costruttive in edilizia con l'adozione di tecniche di risparmio energetico, di sfruttamento dell'energia solare e di edilizia bioclimatica. L'utilizzo di tali tecniche dovrà diventare lo stato dell'arte per tutti gli edifici nuovi e da ristrutturare attraverso l'inserimento progressivo di norme, anche cogenti, nel Regolamento Edilizio Tipo e nei Regolamenti Edilizi comunali. Tra le altre misure si segnala l'obbligo di installare pannelli solari per la produzione di acqua calda sanitaria in tutte le nuove costruzioni, in linea con le più avanzate esperienze delle città europee.

5 Abitare in edifici passivi E METODI DI STUDIO

INDICE PARZIALE

5.1 Abitare in edifici passivi in Italia.	188
5.2 Definizione degli obiettivi di comfort degli utenti in regime estivo. Parametri esigenziali – prestazionali.	191
5.2.1 Sicurezza, Benessere, Fruibilità e Gestione	192
5.3 Definizione dei requisiti Tipologici, Ambientali e Tecnologici degli edifici, rispetto le differenti localizzazioni di tipo urbano o extraurbano.	196
5.4 Definizione degli obiettivi finalizzati al miglioramento degli standard.	206
5.4.1 Metodi per la formulazione di modelli progettuali.	206
5.4.2 Strumenti per la verifica e la valutazione dei modelli di studio.	214

Viene sviluppato il concetto di abitare in architetture passive nelle regioni mediterranee dell'Italia. Verranno delineati i profili di utenza e definiti requisiti prestazionali necessari al soddisfacimento delle esigenze per il loro fabbisogno. Formulazione dei requisiti Tipologici, Ambientali e Tecnologici degli edifici considerando le diverse situazioni ambientali che caratterizzano le regioni geografiche prese in esame.

5.1 ABITARE IN EDIFICI PASSIVI IN ITALIA

In linea, con gli obiettivi del Protocollo di Kyoto, la Commissione Europea ha approvato nel dicembre 2006 un Action Plan for Energy Efficiency, il quale propone un obiettivo strategico per la politica energetica e delineato, sulla base dell'importanza del settore delle costruzioni nel bilancio energetico europeo (40% dei consumi totali). Si individuano:

- gli obiettivi per l'espansione della portata della Direttiva sulle Prestazioni Energetiche degli Edifici [EPBD] al 2009;

- l'inserimento di target minimo per le nuove costruzioni (e per gli edifici esistenti con superficie utile superiore a 1000 m²), con l'obiettivo di raggiungere, a partire dal 2015, il livello della casa passiva.

Il termine casa passiva viene utilizzato nella bibliografia di settore, con sfumature di significati differenti; secondo l'Action Plan il termine di casa passiva indica una casa priva dei tradizionali sistemi di riscaldamento e di ogni impianto di condizionamento di tipo attivo; concetto, questo, associato ad una serie di requisiti prestazionali, quali alti livelli di isolamento e adozioni di particolari tecnologie (sistemi di ventilazione meccanica combinati ad impianti per il recupero del calore) che definiscono, di fatto, uno standard costruttivo.

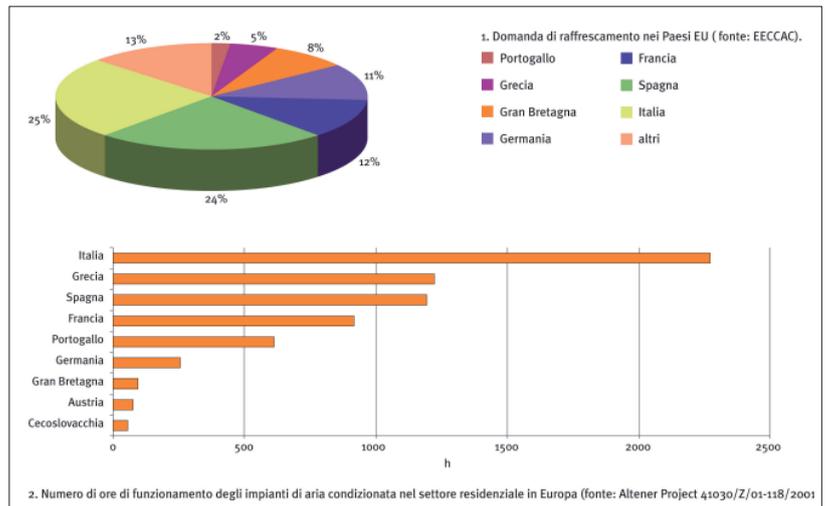
In realtà, per sistema passivo si dovrebbe intendere un sistema che fornisce un determi-

nato servizio utilizzando solo i flussi di energia rinnovabile, senza impiegare macchinari ausiliari (ad esempio, ventilatori o pompe), in una espressione che non proponga a priori alcuna indicazione precisa in merito al tipo di tecnologie utilizzate.

“Il termine edificio passivo è generalmente riferito a edifici in cui le condizioni di comfort (invernale e/o estivo) vengono raggiunte grazie a caratteristiche dell'involucro edilizio (forma orientamento, isolamento termico e massa, protezioni solari, ecc.) e a sistemi di trasporto del calore da o verso l'ambiente circostante (aria, terreno, cielo, ecc.) che non richiedano utilizzo di energia fossile o di altre fonti convenzionali”. (anche sistemi di recepimento passivi che sono attivi, fotovoltaico, solare termico, ecc.)

La definizione di edificio passivo nasce nell'Europa centrale, in relazione alle caratteristiche climatiche e alle abitudini degli abitanti in quella data regione e riguarda il regime invernale di riscaldamento.

In questa visione il termine casa passiva non corrisponde ad una procedura generale di progettazione, quanto piuttosto ad uno standard costruttivo specifico, ossia il modello “Passivhaus”, definito da Feist nel 1995, che identifica precisamente i requisiti di energia e di qualità e fornisce un insieme di soluzioni codificate con i quali essi possono essere raggiunti, sulla base di tre cardini progettuali:



1

1 Numero di ore di funzionamento degli impianti di aria condizionata nel settore residenziale in Europa (fonte: Altener Project 41030/Z/01-118/2001)

- un limite alla domanda totale di energia primaria [15 kw/m² anno];

- un requisito di comfort termico;

- un insieme di tecnologie passive preferenziali.

Ma il modello della "Passivhaus" è stato sviluppato negli ultimi 15 anni a partire dalle istanze connesse al clima relativamente freddo dell'Europa centrale, perciò rimane riduttivo definire un panorama extranazionale all'interno uno standard applicabile in forma generale a tutte le fasce climatiche del contesto europeo. Infatti l'architettura vernacolare del mediterraneo ci dimostra come le caratteristiche climatiche di molte regioni dell'Europa meridionale hanno sempre dovuto soddisfare l'esigenza di protezione dal surriscaldamento estivo. Quindi è necessario definire un modello più coerente alle aree del bacino mediterraneo.

Recuperando, ovviamente, le istanze originali della progettazione passiva che ricercano una interpretazione tecnologica delle indicazioni strategiche per il controllo e la riduzione dei consumi di energia e che trovano, nei requisiti di inerzia termica, ventilazione naturale e schermatura solare, nuovi cardini progettuali.

La stessa regione italiana infatti nel suo interno non ha un paesaggio climatico uniforme: è possibile distinguere nella stessa regione delle aree geografico - climatiche con caratteristiche molto differenti tra loro.

Ai fini dei consumi energetici e degli obiettivi

della ricerca possiamo pensare di suddividere l'Italia in due zone climatiche principali:

- una zona che include le regioni settentrionali e le aree appenniniche del centro Italia nelle quali i consumi energetici sono legati condizionati dal fabbisogno termico per il riscaldamento invernale;

- una zona che riguarda le aree centro meridionali dove i consumi per il raffrescamento estivo aumenta e proporzionalmente diminuiscono quelli per il riscaldamento invernale. Quest'ultima regione oggi viene definita fascia mediterranea, sia per le caratteristiche di consumo energetico sia per il clima, come definito da Köppen. E' per quanto che si parlerà per queste regioni di edifici passivi nel mediterraneo. "Con questa poco felice definizione ci si intende riferire ad elementi costruttivi dell'edificio (pareti, finestre, schermi, ecc.) capaci di trasferire energia solare allo stesso, e quindi di limitare il consumo di energia esterna non rinnovabile. Un uso intelligente di componenti passivi può ridurre considerevolmente (20 ÷ 35%) i consumi di energia degli edifici. In pratica il comportamento di questi elementi è assimilabile a quelli dei collettori solari; essi captano energia solare e la distribuiscono in qualche modo all'interno dell'edificio. Le problematiche sull'utilizzo dei componenti passivi sono sensibilmente diverse a seconda che ci si riferisca alle condizioni invernali o alle condizioni estive. Il comportamen-

Standard Passivhaus esteso	
Criterio di raffrescamento	La domanda di energia sensibile utile per il raffrescamento ambientale non superiore ai 15 kWh/m ² a di superficie netta abitabile per anno.
Criterio di riscaldamento	La domanda di energia sensibile utile per il riscaldamento ambientale non superiore ai 15 kWh/m ² a di superficie netta abitabile per anno.
Criterio di energia primaria	La domanda di energia primaria per tutti i servi energetici, inclusi riscaldamento, acqua calda sanitaria, elettricità per l'abitazione e gli ausiliari, non superiore ai 120 kWh/m ² a di superficie netta abitabile per anno.
Tenuta all'aria	Se una buona qualità dell'aria ed un altro comfort termico sono raggiunti per mezzo di un sistema di ventilazione meccanica, l'involucro edilizio dovrebbe presentare un risultato del test di pressurizzazione (a 50 Pa), non superiore 0.6 h ⁻¹ , secondo la EN 13829. Per località con temperature di progetto invernali esterne superiori a 0 °C, un risultato del test di pressurizzazione pari a 1.0 h ⁻¹ dovrebbe essere sufficiente.
Criterio di comfort estivo	Nelle stagioni calde ed umide, la temperatura operativa deve rimanere all'interno di comfort definito dalla norma EN 15251. Inoltre, se viene utilizzato un sistema di raffrescamento attivo la temperatura operativa può essere mantenuta sotto i 26 °C
Criterio di comfort estivo	In inverno, la temperatura operativa nelle stanze può essere mantenuta sopra i 20 °C, entro i limiti energetici sopra dimensionati

2

to di un elemento passivo, infatti, non è sempre positivo. Ad esempio, se utilizziamo un elemento per catturare molta energia solare durante il periodo invernale abbiamo poi l'esigenza di limitare il surriscaldamento estivo mediante artefici sullo stesso elemento passivo e anche con la sua parziale esclusione. Quasi sempre i componenti passivi hanno lo scopo di riscaldare l'edificio e quindi occorre sempre prevedere un sistema di protezione estivo dal surriscaldamento interno”.

Potremo quindi parlare, in maniera più corretta, di edificio ad alta efficienza energetica.

Il clima mite del Mediterraneo può essere sicuramente considerato come un notevole vantaggio per la realizzazione di edifici ad alta efficienza energetica, perché non occorrono i medesimi termici apporti di energia in regime invernale di un clima continentale: l'edificio deve essere pensato e costruito principalmente per evitare i surriscaldamenti estivi, e il problema degli apporti energetici invernali (determinante per un edificio passivo in climi freddi) è decisamente inferiore.

Quindi un edificio passivo rivela caratteristiche differenti per le regioni del sud Europa rispetto quelle delle regioni del nord:

- un elevato isolamento termico, con livelli differenziati per clima e per elemento costruttivo (tetto, pareti e superfici a contatto con il terreno);

- un livello di tenuta all'aria che può essere leggermente inferiore, soprattutto nelle località più a sud;

- finestre e altre superfici trasparenti dotate di protezioni solari fisse e mobili capaci di intercettare completamente la radiazione solare diretta;

- in estate, ventilazione notturna naturale in alcuni locali e nel vano scale e ventilazione meccanica in altri, per ottimizzare la riduzione del calore e il comfort acustico;

- un eventuale impianto (passivo o attivo) per assolvere alle necessità di raffrescamento residue .

Con il termine passivo “(...) non si esclude l'uso di un ventilatore o una pompa quando la loro applicazione può innalzare la prestazione. Questo termine enfatizza la utilizzazione di sorgenti di raffrescamento naturali, o pozzi di calore, per l'asportazione di calore fuori dall'edificio e, se è necessario fornire energia per attuare il sistema, allora il sistema di trasferimento di calore è a basso costo e semplice è il rapporto tra l'energia consumata e l'energia di raffrescamento ottenuta è piuttosto basso (...)”.

Quindi con il termine passivo si definisce un approccio progettuale, per la realizzazione di edifici ad alta efficienza energetica, considerando i caratteri climatici come principale strumento per assolvere alle esigenze energetiche dell'edificio, approccio preso come riferimento

2 Standard Passivhaus esteso. Tratto da Progetto Passive-On, progetto Europeo coordinato da eERG-Politecnico di Milano.

all'interno dello studio sviluppato.

Si parlerà di regioni mediterranee e di esigenze legate al fattore estivo all'interno delle quali si darà opportuna risposta anche al comfort invernale e di illuminazione.

Le strategie passive per le regioni mediterranee non sono richiudibili in uno schema, ma se ne possono rilevare i fattori e proporzionalmente quanto e come questi incidono all'interno del progetto d'architettura.

Tali criteri sono dei riferimenti legati all'esperienza che attualmente si ha rispetto alla tematica, in qualità di fase transitoria che subirà modificazioni nel divenire della ricerca.

Dall'esame delle caratteristiche di funzionamento delle architetture storiche e moderne in clima mediterraneo, si sono estrapolati quindi 10 fattori ritenuti determinanti per il progetto di architetture ad alta efficienza in clima mediterraneo:

- orientamento
- rapporto di forma
- inerzia termica
- trasmittanza
- schermatura solari
- ventilazione naturale
- spazi a differenti temperature
- strategie passive d'involucro
- impermeabilità all'aria
- colore

Nel capitolo 6 verranno singolarmente enunciati

e sviluppati in funzione del loro comportamento in regime estivo ed invernale e ne verrà illustrata la capacità di interferire sul comportamento energetico di un edificio tipo in funzione delle caratteristiche conferite alle unità tipologiche e ai sistemi tecnologici. Questo attraverso un percorso di validazione sperimentale, di seguito illustrato che permetterà di comprendere come variando uno solo di questi parametri si modifica il comportamento energetico, in termini di consumi per il raffrescamento.

Secondo lo standard Passivhaus esteso si definiscono i criteri di controllo del fabbisogno energetico per il raffrescamento come riportato in tabella, valori che verranno rivisti in seguito a una maggiore esperienza maturata in campo applicativo.

5.2 DEFINIZIONE DEGLI OBIETTIVI DI CONFORT DEGLI UTENTI IN REGIME ESTIVO. PARAMETRI ESIGENZIALI-PRESTAZIONALI.

Per delineare gli obiettivi di confort degli utenti in regime invernale ed estivo per la regione climatica oggetto di studio, analizzata nel paragrafo precedente, si considerano come utenti le famiglie.

Per la determinazione delle caratteristiche di spazio dei modelli abitativi-tipologici assimilati a residenze capaci di soddisfare gli obiettivi del comfort indoor, sono stati individuati i requisiti esigenziali-prestazionali, per definire su

quali basi dovranno essere formulati le diverse tipologie d'involucro nella differenziazione dei caratteri tipologici e tecnologici, con l'obiettivo di garantire il benessere degli utenti negli ambienti confinati, nonché i requisiti di controllo gestionale-ambientale dello stesso involucro che di conseguenza verrà predisposto e soddisferà l'esigenza anche di controllo ambientale. A questo scopo viene utilizzato lo schema di classificazione del sistema tecnologico definito dalla norma UNI 8290 prima e seconda parte, scelti sulla base della quale sono stati determinati i requisiti essenziali-prestazionali riportati nelle tabelle seguenti.

5.2.1 SICUREZZA, FRUIBILITÀ, GESTIONE E BENESSERE.

Sicurezza

Per la sicurezza si intende la sicurezza concreta dell'utente nella comodità d'uso dei dispositivi che lo spazio dell'abitare può presentare, come il controllo della scabrosità, per il quale si pone particolare attenzione sulle finiture utilizzate nella realizzazione degli intonaci interni e tinte, nonché alle finiture dei pavimenti interni degli ambienti abitati. Questi saranno realizzati rispettivamente in calce bianca rasata e legno di abete trattato con lucidanti e posato a colla su struttura lignea o chiodato su massetto, in relazione al sistema tecnologico utilizzato, leggero o pesante.

Segue la resistenza alle intrusioni esterne attraverso l'uso di sistemi di protezione alle finestre che oltre a regolare la captazione solare permetteranno di controllare l'ingresso di corpi estranei come animali o residui vegetali.

Si terminerà con il soddisfare il requisito di tenuta, in particolare riferito alla tenuta della portata d'aria, per cui si dovrà controllare l'ingresso delle masse ventose con una opportuna calibrazione dell'apertura delle parti vetrate. Tale controllo potrà essere regolato dai dispositivi di ombreggiamento che lasciati chiusi dopo avere aperto le finestre possono essere utilizzati come primo filtro che blocca la parte dei flussi di vento più incisivi, determinando anche un effetto ombra raffrescante che risulta efficace in particolare in stagione estiva. O ancora usufruendo del controllo dell'orientamento dell'edificio che consente di controllare non solo l'incidenza dei raggi solari ma l'angolo d'incidenza dei flussi ventosi.

Fruibilità

E' necessario formulare modelli tipologici che, oltre a essere assimilabili a una tipologia residenziale, presentino internamente una suddivisione spaziale in grado di soddisfare ogni esigenza di vivibilità e fruibilità degli spazi.

Per queste ragioni anche i modelli tipologici ipotizzati per le verifiche di ricerca presenteranno gli opportuni spazi distributivi e di collegamento ai diversi piani e si definiranno spazi per alloggi

3 Tabella requisiti (secondo la norma UNI8290) per edificio passivi in regioni mediterranee.

CLASSE ESIGENZIALE	CLASSI DI REQUISITI	REQUISITI	STRATEGIE DI CONTROLLO
SICUREZZA	Di sicurezza d'utenza	Controllo della scabrosità Comodità d'uso Resistenza alle intrusioni	
	Di tenuta	Controllo delle dispersioni Tenuta all'aria: controllo della portata Tenuta all'aria: controllo della velocità	
FRUIBILITA'	Di adattabilità delle finiture	Tenuta all'aria: controllo della velocità	
BENESSERE	Termici e igrometrici	Controllo del fattore solare	Orientamento Rapporto di forma Schermate solari Colore Spazi a differenti temperature
		Controllo della temperatura	Orientamento Trasmittanza Inerzia termica
		Isolamento termico	Inerzia termica Strategie passive d'involucro Trasmittanza
		Controllo dell'inerzia termica	Inerzia termica
	Tenuta all'aria	Impermeabilità all'aria	
	Ventilazione	Orientamento Ventilazione naturale	
	Visivi	Assorbimento luminoso Controllo del flusso luminoso	Schermate solari Colore Schermate solari
GESTIONE	Di economia	Controllo delle dispersioni di calore per trasmissione Controllo del fattore solare Isolamento termico	
	Manutenibilità	Facilità d'intervento Pulibilità	
	Di funzionamento	Controllo delle dispersioni Tenuta all'aria: controllo della portata Tenuta all'aria: controllo della velocità	
SALVAGUARDIA DELL'AMBIENTE	Di salvaguardia dell'ambiente		

3

o ambienti dimensionati al fine di poter ipotizzare differenti destinazioni d'uso, come ad esempio il lavoro terziario.

Gestione

Questo requisito è molto interessante visto nei casi di clima estivo e invernale. Nelle regioni oggetto di studio il fattore climatico estivo e quello invernale incidono entrambi in maniera significativa, con la prevalenza del primo. In questo caso si devono regolare i dispositivi che dovranno garantire un buon raffrescamento naturale degli ambienti abitati.

La scelta di studiare tipologie efficienti comporta la predisposizione di un sistema edilizio in grado di essere facilmente manutenibile. Le

strategie introdotte per il controllo di benessere termoigrometrico devono essere sufficientemente, semplici per essere gestiti da una famiglia.

Benessere

Garantire l'equilibrio termo igrometrico in un ambiente con l'intento di ottimizzare il confort dell'utente, grazie alla creazione di un adeguato microclima interno è il primo obiettivo che l'uomo nel suo percorso di vita attraverso la costruzione edilizia ha cercato di raggiungere. Pertanto, le scelte progettuali utilizzate sono finalizzate al miglioramento del benessere dell'utente con particolare riferimento al confort. Principale obiettivo della ricerca è poi il confort termico estivo.

	Fattori	Tipo di fattore
1	Orientamento	Tipologico-Morfologico
2	Rapporto di forma	Tipologico-Morfologico
3	Inerzia termica	Tecnologico
4	Trasmittanza	Tecnologico
5	Schermature solari	Tecnologico
6	Ventilazione naturale	Tipologico-Morfologico
7	Spazi a differente temperatura	Tipologico-Morfologico
8	Strategie passive d'involucro	Tecnologico
9	Impermeabilità all'aria	Tecnologico
10	Colore	Tecnologico

Tabella 1

I tre fattori importanti per il controllo del benessere indoor calore sono calore, luce ,aria, che vanno ad agire su dei parametri quali la temperatura dell'aria, la velocità dell'aria indoor, la temperatura superficiale delle pareti esterne, l'umidità relativa.

L'obiettivo di confort indoor è il filo conduttore che lega ogni fattore di controllo progettuale. Per esempio nella scelta dei componenti tecnologici si dovrà controllare il fattore luce inteso sia in termini di apporti di calore ma anche come fattore luminoso per garantire il corretto livello d'illuminazione naturale interna degli ambienti. Con la psicometria si è inoltre potuto comprendere come è possibile ottenere il benessere ambientale considerando quelle che sono le attività svolte dall'uomo all'interno dello spazio definito. A tale fine lo studio dei modelli sviluppati dovrà considerare parametri indispensabili al fine del controllo e il raggiungimento di questi obiettivi.

Vengono individuate le destinazioni d'uso degli spazi abitati all'interno del progetto edilizio e si considera il tasso di occupazione e il tempo di occupazione, ai fini di una più attendibile verifica di calcolo. Si considerano due tipi di spazi in funzione di una macro suddivisione tra spazi abitati e spazi non abitati destinati alla distribuzione ai differenti alloggi. Negli spazi abitati non si considerano suddivisioni interne di ambienti, ma si prende in esame i fattori che competono

agli effetti del tasso metabolico. L'attività svolta dall'individuo all'interno dell'abitazione è infatti un parametro che condiziona l'equilibrio termico interno dell'ambiente in virtù delle temperature corporee prodotte che vanno a interagire con le temperatura dell'ambiente indoor. Per ottenere condizioni termiche ideali è necessario equilibrare lo scambio di calore prodotto dal corpo umano e l'assorbimento conseguente da parte dell'ambiente confinato: in tal caso gioca un ruolo determinante la temperatura ottimale dell'aria. Ai fini del progetto si considera un tasso di occupazione degli ambienti pari a 0,2 persone/mq. L'attività prevista negli ambienti formulati è quella di consumare cibi, svolte da individui e riportate secondo questi valori: attività svolte da uomini, uomini = 1.00, donne = 0.85, bambini = 0.75

E' importante considerare la destinazione d'uso degli spazi perché questa calibrazione consente di ottimizzare le risorse termiche con un evidente risparmio energetico.

Poi si considerano come dati fissi la resistenza che comporta il vestiario in clima estivo e invernale calcolato secondo in Clo. Rispettivamente, vestiti invernali (clo) 1.00 – vestiti estivi (clo) 0.50.

Per ciò che riguarda la temperatura degli spazi interni si può affermare che non esiste il clima ottimale, ma esiste un campo ristretto che definisce le condizioni gradevoli, ammissibili o sod-

Tabella 1 Articolazione dei dieci principi progettuali.

	Lunedì	Martedì	Mercoledì	Giovedì	Venerdì	Sabato	Domenica
Gen	D.F.	D.F.	D.F.	D.F.	D.F.	On	On
Feb	D.F.	D.F.	D.F.	D.F.	D.F.	On	On
Mar	D.F.	D.F.	D.F.	D.F.	D.F.	On	On
Apr	D.F.	D.F.	D.F.	D.F.	D.F.	On	On
Mag	D.F.	D.F.	D.F.	D.F.	D.F.	On	On
Giu	D.F.	D.F.	D.F.	D.F.	D.F.	On	On
Lug	D.F.	D.F.	D.F.	D.F.	D.F.	On	On
Ago	D.F.	D.F.	D.F.	D.F.	D.F.	On	On
Set	D.F.	D.F.	D.F.	D.F.	D.F.	On	On
Ott	D.F.	D.F.	D.F.	D.F.	D.F.	On	On
Nov	D.F.	D.F.	D.F.	D.F.	D.F.	On	On
Dic	D.F.	D.F.	D.F.	D.F.	D.F.	On	On

Tabella 1

Tabella 2 Schematizzazione del tasso di occupazione ipotizzato nei calcoli dinamici. Con D.F. si intende dalle ore 7:00 alle 9:00 dalle 16:00 alle 23:00.

disfacenti.

In inverno secondo normativa si considera una temperatura interna degli ambienti che deve essere uguale a 20 °C, in generale si può considerare come temperatura ammissibile anche i 18 °C, ma limitatamente a quelle che possono essere le ore lavorative durante il giorno. In estate la temperatura interna deve essere compresa tra i 26 e 28 °C, per temperature più alte non si può parlare di comfort termico, soprattutto se il caldo si sviluppa per un lungo periodo. Infatti temperature superiori ai 28° si tollerano per breve tempo. Molto importante è anche la temperatura superficiale interna dell'involucro e la differenza di temperatura che si crea tra queste e la temperatura dell'aria: minore è la differenza e maggiore sarà il comfort termico dell'utente.

Per ciò che riguarda l'umidità quando la temperatura dell'aria media è di 20 °C si considera un'umidità relativa compresa fra 40 e 70% in generale senza scendere al 30%. Questi parametri sono condizioni di comfort che l'uomo nel corso della sua storia ha rispettato al fine di produrre un'architettura nel rispetto di queste esigenze per la costruzione di ambienti confinati. Diventano per questo importanti i fattori che influenzano il progetto dell'involucro dell'edificio in qualità di frontiera che delimita lo spazio abitato fungendo da termoregolatore.

Le caratteristiche tecnico costruttive dell'invo-

lucro dovranno per questo essere in grado di rispondere alle esigenze di benessere del microclima interno riuscendo a soddisfare le classi di requisiti di benessere termo-igrometrico, oltre quelle visive e tattile, più legate agli aspetti psico-fisici della percezione che ha l'individuo, in particolare nelle regioni oggetto di studio in cui diventa incisivo il fattore di calore estivo.

I fattori vengono riassunti nella tabella allegata suddivisibili in strategie tipologiche-morfologiche e strategie tecnologiche.

Le strategie introdotte sono correlate alla conoscenza dei basilari strumenti di controllo energetico conosciuti attraverso la bibliografia ed evidenziati rispetto all'analisi delle caratteristiche tipologiche e tecnologiche tipiche dell'architettura pre e post industriale analizzata nel territorio mediterraneo.

Da qui si confermano i dieci fattori di progetto per un edificio efficiente, che verranno esplicitati nel capitolo successivo per le loro caratteristiche prestazionali in regime estivo ed invernale (tabella 1).

Finalità della ricerca è di comprendere quando ciascun fattore è in grado di incidere in termini di consumi energetici estivi ed invernali, nel progetto di un edificio energeticamente efficiente. Per poter raggiungere questo obiettivo è necessario predisporre i dati necessari a implementare il sistema di calcolo.

Primo riferimento è ottenere un benessere in-

terno dell'ambiente in termine termo-igrometrico rispetto il quale la normativa UNI 11300 e 15251, presuppone una temperatura interna indoor di 26 °C per il periodo estivo e di 20 °C per quello invernale.

In fase sperimentale (utilizzando il programma Design Builder), nella programmazione di requisiti attribuiti agli spazi abitati si ipotizza un template di attività *Dwell_DomLounge* per tutti gli ambienti riscaldati corrispondente alla funzione abitativa.

Il tasso di occupazione prevista è pari a una densità di persone/mq pari a 0,2 la cui frequenza è schematizzata in tabella 2.

In cui D.F. corrisponde a Domestic Family che corrispondono a un lasso di tempo che va dalle ore 7:00 alle 9:00 e dalle 16:00 alle 23:00 e si può considerare valido per tutti i giorni feriali, mentre il sabato e la domenica si considera un ambiente sempre occupato.

Si individua nell'impostazione degli ambienti interni le temperature come Set Point di Riscaldamento (20 °C) e Set Point di Raffrescamento (26 °C). Si considera una quantità di apporti di energie corrispondenti ad attività che vengono svolte all'interno dell'ambiente abitato, pari a 6,00 W/mq, in cui la frazione dispersa è pari a 0 e la frazione radiante 0,2.

5.3 DEFINIZIONE DEI REQUISITI TIPOLOGICI, AMBIENTALI E TECNOLOGICI DEGLI EDIFICI, RISPETTO ALLE DIFFERENTI LOCALIZZAZIONI DI TIPO URBANO ED EXTRA URBANO

Come descritto nel paragrafo precedente viene considerata la regione Marche oggetto di studio, la quale presenta un'interessante variazione climatica articolata in montana-collinare, pianura e mare, nel quale si includono anche le aree di fiume e laghi.

Rispetto a ogni condizione climatica si ipotizzano 6 tipologie d'involucro differenti, capaci di soddisfare per ogni clima i requisiti precedentemente rilevati: l'analisi strumentale ne verificherà la reale incidenza quantitativa per le differenti condizioni climatiche in virtù dell'area campione presa in esame.

Nei successivi paragrafi vengono descritte le condizioni climatiche delle regioni climatiche prese in considerazione.

Area montana e collinare

L'area montana e collinare presenta un clima freddo in cui le temperature sono rigide in inverno e rimangono altrettanto basse in estate. Queste si elevano solo durante alcuni periodi dell'anno in cui i fattori estivi tendono ad aumentare anche le temperature appenniniche avendo cime che non superino i mille metri di altezza. Questo in funzione di un maggiore irraggiamento solare e l'assenza di venti freddi, costante climatica nella stagione invernale.

Considerando and esempio quote all'altezza di mille metri si registrano infatti temperature invernali minime che oscillano tra 9° e -9,8°C contro quelle massime che possono arrivare in ottobre ad avere valori fino a 15°C. Di contro durante il periodo estivo nelle medie massime si registrano temperature che possono arrivare a 25°C.

Nelle zone collinari più assimilabili a quelle montane si rileva un aumento di questi valori in favore di un addolcimento dalle temperature invernali e l'aumento dell'incidenza dei fattori estivi che conducono le temperature medie massime a valori di 30°C ma che in inverno registrano temperature fino a -7,9 °C, con un'incidenza annuale di radiazione solare pari a 5200 MJ/mq. E' interessante rilevare da qui che tra i requisiti correlati all'esigenza di benessere termo igrometrico all'interno dell'unità abitativa, determina l'incidenza dei fattori termo-igrometrici enunciati, per i quali si privilegiano strategie tipologiche d'involucro pesanti

Area di pianura

Nella zona di pianura si registra un clima caldo secco caratterizzato da poche precipitazioni e cospicua escursione termica giornaliera e stagionale infatti in per aree campioni si evidenziano temperature invernali che possono arrivare a picchi di -7°C per arrivare nella stagione calda a temperature di 33°C.

Area di fiume e mare

Nelle località di mare, di fiume e lago si possono definire caldo-umide, in cui diventa interessante l'incidenza del fattore d'inerzia che determinano le masse d'acqua specialmente durante la stagione estiva, in grado di mitigare il microclima estivo. Ottenendo un buon livello di umidità relativo esterno e un opportuno abbassamento d'incidenza delle temperature che rimane comunque molto alto, arrivando a dei picchi di circa 37°C arrivando durante l'inverno anche a picchi di -5°C.

Area di approfondimento Report Meteorologico
Come enunciato nel paragrafo al primo capitolo, riferito alla limitazione del campo d'indagine, in riferimento all'ambito di sperimentazione, è stata scelta la regione Marche, sia rispetto alle caratteristiche climatiche con significative escursioni termiche giornaliere e stagionali, ed anche in funzione della completa varietà paesaggistica caratterizzata da mare, pianura, collina e montagna, all'interno della quale si è scelta come località di studio la città di Falconara.

Temperature: Come rilevato nella stazione meteorologica di Falconara Marittima, dall'aeronautica militare, nel triennio 61-90', in un confronto con i dati rilevati dal ENEA si nota un aumento delle temperature massime nel mese di agosto tanto da eguagliare nel 2001 il mese di luglio. Per quanto riguarda le minime nel mese di Gennaio si registra un aumento delle

temperatore di +1,5 °C.

Temperature massime: relativamente al CliNo 61'90 del mese di Maggio, sono state osservate sulle regioni centro-settentrionali, con valori fino a + 5.0 unità di deviazioni standard, I valori più alti, con anomalie relative superiori a +4 unità, sono stati registrati su un vasta area della Lombardia, nella zona di Civitavecchia e sull'Appennino tra l'Umbria e la Toscana. Anomalie positive comprese tra +2.5 e +3.5 unità sono state registrate su gran parte del Lazio, della Toscana, delle Marche, dell'Emilia-Romagna, della Lombardia, del Piemonte orientale, del Veneto e dell'Alto Adige. Nel corso del mese di Maggio si è avuto un progressivo e costante aumento delle temperature massime su gran parte del paese con una brusca diminuzione negli ultimi quattro giorni del mese, specie sulle regioni del settore orientale. Durante la prima decade le temperature massime sono state essenzialmente comprese tra 20°C e 25 °C, su gran parte del paese ad eccezione del settore alpino, dove sono state relativamente più basse .

A partire dall'inizio della seconda decade fino al 27 maggio le temperature sono costantemente aumentate fino ad assumere valori tra 30 °C e 35°C.

LETTURA DATI CLIMATICI. LEGENDA

- msg: num. synop appartenenti al periodo.
- min: valore minimo
avg: valore medio.
- max: valore massimo.
- sqm: scarto quadratico medio.
- dataval: data in cui si registrato il valore
min/max p>1, p<1, tmax>30, tmin< 0
: n.di giorni in cui precip<1 mm, precip >1 mm, tmax>30 C.
Nelle righe indicate con 'globale' sono riportati i valori riepilogativi dell'intero intervallo: valori min/max assoluti, valori medi totali (avg, sqm, tot, p>1, p<1, t_aria>30, t_rug<0).

DATI METEOROLOGICI DELLA LOCALITA' DI FALCONARA MARITTIMA (AN)

Dati forniti dall'Aeronautica Militare - Pratica di Mare (Roma)

Dati riferiti all'anno solare 2009.

FALCONARA MARITTIMA (AN)	
Zona climatica	D
Grdi - giorno	1888
Altitudine	5 m s.l.m
Coordinate	43°



TEMPERATURE DELL'ARIA

periodo	t>30	min	avg	max
1	0	-2,8	5,6	14,4
2	0	-1,9	6,7	18,6
3	0	0,2	10	19,9
4	0	7,9	13,5	23,4
5	8	8,6	19,6	32,4
6	10	13	21,8	34,5
7	23	15,1	24,8	36,6
8	26	18,1	24,9	35,1
9	4	13,5	21	32,7
10	0	5	14,7	25,6
11	0	2,2	11,2	18,8
12	0	-4,5	7,3	21,6

UMIDITA' RELATIVA

periodo	hum<30	min	avg	max
1	0	51,7	77,5	92,5
2	0	30,8	66,1	95,4
3	1	30	68	96,7
4	0	31	79,9	97,5
5	1	30	69,1	100
6	0	30,8	68,7	100
7	7	16,6	63,8	96,8
8	3	20,2	67,8	96,3
9	0	36,8	74	98,7
10	0	39,1	76,7	100
11	0	49,6	86,8	100
12	0	39,5	80,9	99,3

PRECIPITAZIONI

MESE	n° bollettini con precipitazione < 1	N. bollettini con precipitazione = 0	prec. Massima (mm)	precipitazione cumulata (mm)
1	11	156	19	63,6
2	9	149	5	24,6
3	7	166	10	38
4	11	166	13	65,4
5	3	162	49	79
6	12	159	12	66
7	2	175	4	6,6
8	3	171	16	25,8
9	1	164	14	15,2
10	19	161	23	113,4
11	14	156	10	65,2
12	19	158	8	58,2

DISTRIBUZIONE DEI VENTI ORE 00

	Calme	NNW-NNE	NNW-NNE	NNW-NNE	NNE-ENE	NNE-ENE	NNE-ENE	ENE-ESE	ENE-ESE	ENE-ESE
	Calme	01 - 10	11 - 20	>=21	01 - 10	11 - 20	>=21	01 - 10	11 - 20	>=21
Gen	0	3,45	3,45	0	0	0	0	0	0	0
Feb	0	0	4	0	4	4	0	8	0	0
Mar	0	0	3,45	0	0	3,45	0	0	3,45	0
Apr	0	3,33	0	0	3,33	0	0	3,33	3,33	0
Mag	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
Giu	0	3,85	3,85	0	3,85	0	0	0	0	0
Lug	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
Ago	0	3,45	0	0	0	0	0	3,45	0	0
Set	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0
Ott	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0
Nov	3,7	3,7	0	0	0	0	0	3,7	0	0
Dic	0	3,7	3,7	0	0	0	0	0	0	0

DISTRIBUZIONE DEI VENTI ORE 03

	Calme	NNW-NNE	NNW-NNE	NNW-NNE	NNE-ENE	NNE-ENE	NNE-ENE	ENE-ESE	ENE-ESE	ESE-SSE
	Calme	01 - 10	11 - 20	>=21	01 - 10	11 - 20	>=21	01 - 10	11 - 20	01 - 10
Gen	0	11,54	0	0	0	0	0	3,85	0	7,69
Feb	0	3,85	3,85	0	0	7,69	3,85	0	0	7,69
Mar	0	3,57	0	0	3,57	3,57	0	0	3,57	3,57
Apr	0	0	0	0	0	0	0	10	0	3,33
Mag	0	3,7	0	0	0	0	0	0	0	3,7
Giu	0	4	0	0	0	0	0	12	0	8
Lug	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ago	3,7	0	0	0	0	3,7	0	3,7	0	7,41
Set	0	0	3,45	0	6,9	0	0	0	0	6,9
Ott	0	0	0	0	3,33	0	0	3,33	0	6,67
Nov	0	6,67	0	0	0	0	0	3,33	0	10
Dic	0	0	0	0	3,45	0	0	0	0	6,9

DISTRIBUZIONE DEI VENTI ORE 06

	Calme	NNW-NNE	NNW-NNE	NNW-NNE	NNE-ENE	NNE-ENE	NNE-ENE	ENE-ESE	ENE-ESE	ESE-SSE
	Calme	01 - 10	11 - 20	>=21	01 - 10	11 - 20	>=21	01 - 10	11 - 20	01 - 10
Gen	0	6,45	0	0	0	0	0	0	0	0
Feb	0	0	8	0	0	8	0	0	0	4
Mar	0	6,9	3,45	0	6,9	0	0	0	0	3,45
Apr	0	0	0	0	0	0	0	6,9	3,45	0
Mag	0	6,9	0	0	0	0	0	0	0	17,24
Giu	0	10	3,33	0	0	0	0	0	0	3,33
Lug	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ago	0	3,23	3,23	0	3,23	0	0	0	0	3,23
Set	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,85
Ott	0	0	0	0	0	6,67	0	3,33	0	6,67
Nov	0	0	0	0	0	0	0	3,7	0	3,7
Dic	0	3,23	6,45	0	3,23	0	0	0	0	6,45

ESE-SSE	ESE-SSE	ESE-SSE	SSE-SSW	SSE-SSW	SSE-SSW	SSW-WSW	SSW-WSW	WSW-WNW	WNW-NNW	WNW-NNW
01 - 10	11 - 20	>=21	01 - 10	11 - 20	>=21	01 - 10	11 - 20	01 - 10	01 - 10	11 - 20
0	0	0	37,93	0	0	27,59	0	13,79	10,34	3,45
4	0	0	44	0	0	8	4	8	12	0
6,9	0	0	37,93	3,45	0	24,14	3,45	6,9	3,45	3,45
10	0	0	56,67	0	0	10	0	6,67	3,33	0
0	0	0	64	0	0	24	0	8	0	0
0	0	0	57,69	0	0	23,08	3,85	3,85	0	0
20	0	0	56	0	0	16	0	4	0	0
17,24	0	0	68,97	0	0	0	0	6,9	0	0
12	0	0	72	0	0	8	0	0	0	0
8	4	0	60	0	0	16	0	4	4	0
3,7	0	0	37,04	0	0	25,93	0	7,41	14,81	0
11,11	0	0	37,04	0	0	18,52	0	18,52	3,7	3,7

ESE-SSE	ESE-SSE	SSE-SSW	SSE-SSW	SSE-SSW	SSW-WSW	SSW-WSW	WSW-WNW	WSW-WNW	WNW-NNW	WNW-NNW
11 - 20	>=21	01 - 10	11 - 20	>=21	01 - 10	11 - 20	01 - 10	>=21	01 - 10	11 - 20
0	0	23,08	0	0	19,23	0	26,92	0	7,69	0
0	0	46,15	0	0	15,38	0	3,85	0	7,69	0
0	0	50	3,57	0	10,71	7,14	3,57	0	3,57	3,57
0	0	56,67	0	0	16,67	0	6,67	0	6,67	0
0	0	59,26	0	0	22,22	0	3,7	0	7,41	0
0	0	52	0	0	20	0	4	0	0	0
0	0	84	0	0	16	0	0	0	0	0
0	0	77,78	0	0	0	0	0	0	3,7	0
0	0	72,41	0	0	10,34	0	0	0	0	0
0	0	66,67	0	0	16,67	0	0	0	3,33	0
0	0	43,33	0	0	23,33	0	13,33	0	0	0
0	0	34,48	3,45	0	13,79	3,45	20,69	0	10,34	3,45

SSE-SSW	SSE-SSW	SSW-WSW	SSW-WSW	SSW-WSW	WSW-WNW	WSW-WNW	WSW-WNW	WNW-NNW	WNW-NNW	WNW-NNW
01 - 10	11 - 20	01 - 10	11 - 20	>=21	01 - 10	11 - 20	>=21	01 - 10	11 - 20	>=21
29,03	3,23	22,58	0	0	22,58	0	0	12,9	3,23	0
56	4	4	0	0	12	0	0	4	0	0
41,38	0	27,59	0	3,45	0	0	0	6,9	0	0
51,72	0	17,24	0	0	13,79	0	0	3,45	3,45	0
44,83	0	27,59	0	0	3,45	0	0	0	0	0
36,67	0	36,67	0	0	3,33	0	0	6,67	0	0
61,29	0	29,03	0	0	0	0	3,23	6,45	0	0
77,42	0	9,68	0	0	0	0	0	0	0	0
80,77	0	11,54	0	0	3,85	0	0	0	0	0
60	0	10	0	0	3,33	0	0	0	6,67	0
51,85	0	29,63	0	0	11,11	0	0	0	0	0
35,48	0	6,45	0	0	16,13	0	0	19,35	3,23	0

DISTRIBUZIONE DEI VENTI ORE 09

	Calme	NNW- NNE	NNW- NNE	NNW- NNE	NNE-ENE	NNE-ENE	NNE-ENE	ENE-ESE	ENE-ESE	ENE-ESE
	Calme	01 - 10	11 - 20	>=21	01 - 10	11 - 20	>=21	01 - 10	11 - 20	>=21
Gen	0	3,85	0	0	3,85	0	0	0	0	0
Feb	0	0	11,11	0	0	7,41	0	0	0	0
Mar	0	24,14	6,9	0	6,9	3,45	0	0	0	0
Apr	0	24,14	0	0	10,34	0	0	6,9	0	0
Mag	0	37,93	3,45	0	13,79	0	0	6,9	3,45	0
Giu	0	16,67	0	0	16,67	10	0	3,33	0	0
Lug	0	32,26	0	0	22,58	0	0	3,23	0	0
Ago	0	46,67	3,33	0	20	0	0	3,33	0	0
Set	3,7	14,81	0	0	7,41	3,7	0	0	0	0
Ott	0	10	0	0	6,67	0	0	0	0	0
Nov	3,7	3,7	0	0	0	0	0	3,7	0	0
Dic	0	9,68	6,45	0	0	0	0	6,45	0	0

DISTRIBUZIONE DEI VENTI ORE 12

	Calme	NNW- NNE	NNW- NNE	NNW- NNE	NNE-ENE	NNE-ENE	NNE-ENE	ENE-ESE	ENE-ESE	ENE-ESE
	Calme	01 - 10	11 - 20	>=21	01 - 10	11 - 20	>=21	01 - 10	11 - 20	>=21
Gen	0	16,67	0	0	6,67	0	0	0	0	0
Feb	0	18,52	25,93	0	14,81	0	0	0	0	0
Mar	0	20	3,33	0	16,67	13,33	0	6,67	0	0
Apr	0	24,14	6,9	0	31,03	0	0	6,9	0	0
Mag	0	34,48	6,9	0	37,93	3,45	0	0	3,45	0
Giu	0	20	3,33	0	26,67	6,67	0	10	3,33	0
Lug	0	22,58	3,23	0	48,39	6,45	0	6,45	0	0
Ago	0	23,33	6,67	0	46,67	10	0	0	0	0
Set	0	28,57	3,57	0	21,43	10,71	0	3,57	0	0
Ott	0	16,67	3,33	0	36,67	0	0	6,67	0	0
Nov	3,57	21,43	0	0	7,14	0	0	0	0	0
Dic	0	16,67	0	0	3,33	0	0	0	0	0

DISTRIBUZIONE DEI VENTI ORE 15

	Calme	NNW- NNE	NNW- NNE	NNW- NNE	NNE-ENE	NNE-ENE	NNE-ENE	ENE-ESE	ENE-ESE	ENE-ESE
	Calme	01 - 10	11 - 20	>=21	01 - 10	11 - 20	>=21	01 - 10	11 - 20	>=21
Gen	0	7,41	0	0	3,7	0	0	3,7	0	0
Feb	0	42,31	3,85	0	7,69	0	0	0	0	0
Mar	0	6,9	3,45	0	24,14	10,34	0	0	3,45	0
Apr	0	31,03	0	0	13,79	10,34	0	10,34	3,45	0
Mag	0	25,93	0	0	37,04	3,7	0	11,11	7,41	0
Giu	0	25	0	0	25	0	0	3,57	3,57	0
Lug	0	20	0	0	36,67	6,67	0	3,33	3,33	0
Ago	0	17,86	0	0	42,86	10,71	0	14,29	0	0
Set	0	34,62	15,38	0	42,31	0	0	0	0	0
Ott	0	21,43	7,14	0	21,43	0	0	14,29	0	0
Nov	3,85	7,69	0	0	19,23	0	0	0	0	0
Dic	3,33	16,67	6,67	0	3,33	3,33	0	0	0	0

ESE-SSE	ESE-SSE	SSE-SSW	SSE-SSW	SSE-SSW	SSW-WSW	SSW-WSW	WSW-WNW	WSW-WNW	WNW-NNW	WNW-NNW
01 - 10	11 - 20	01 - 10	11 - 20	>=21	01 - 10	11 - 20	01 - 10	11 - 20	01 - 10	11 - 20
7,69	0	15,38	0	0	26,92	0	23,08	0	11,54	7,69
3,7	0	29,63	3,7	0	22,22	0	7,41	0	14,81	0
3,45	0	13,79	0	0	13,79	10,34	6,9	0	3,45	6,9
6,9	0	3,45	0	0	10,34	0	3,45	0	31,03	3,45
0	0	0	0	0	6,9	0	3,45	0	17,24	6,9
6,67	0	6,67	0	0	16,67	6,67	3,33	0	3,33	10
0	0	6,45	0	0	3,23	9,68	0	0	19,35	3,23
0	0	0	0	0	6,67	0	10	0	10	0
7,41	0	7,41	0	0	3,7	7,41	0	0	37,04	7,41
0	0	13,33	0	0	26,67	3,33	23,33	0	13,33	0
3,7	0	25,93	0	0	33,33	0	18,52	0	7,41	0
6,45	0	16,13	0	0	16,13	3,23	25,81	0	9,68	0

ESE-SSE	ESE-SSE	SSE-SSW	SSE-SSW	SSE-SSW	SSW-WSW	SSW-WSW	WSW-WNW	WSW-WNW	WNW-NNW	WNW-NNW
01 - 10	11 - 20	01 - 10	11 - 20	>=21	01 - 10	11 - 20	01 - 10	11 - 20	01 - 10	11 - 20
6,67	0	16,67	0	0	3,33	0	10	3,33	23,33	13,33
11,11	0	0	3,7	0	7,41	3,7	0	3,7	3,7	7,41
10	3,33	3,33	0	0	3,33	6,67	0	0	0	13,33
0	6,9	3,45	0	0	3,45	3,45	0	0	10,34	3,45
0	0	0	0	0	0	3,45	3,45	0	0	6,9
3,33	0	3,33	0	0	0	6,67	0	3,33	13,33	0
0	0	0	0	0	0	6,45	0	0	0	0
3,33	0	0	0	0	3,33	0	0	0	6,67	0
3,57	0	0	0	0	0	7,14	0	0	7,14	14,29
6,67	0	10	0	0	0	0	3,33	0	10	6,67
17,86	0	14,29	0	0	3,57	0	7,14	3,57	21,43	0
3,33	0	6,67	0	0	10	6,67	16,67	0	23,33	13,33

ESE-SSE	ESE-SSE	SSE-SSW	SSE-SSW	SSE-SSW	SSW-WSW	SSW-WSW	WSW-WNW	WSW-WNW	WNW-NNW	WNW-NNW
01 - 10	11 - 20	01 - 10	11 - 20	>=21	01 - 10	11 - 20	01 - 10	11 - 20	01 - 10	11 - 20
14,81	0	3,7	0	0	3,7	0	7,41	0	48,15	7,41
11,54	0	7,69	0	0	0	11,54	0	3,85	7,69	3,85
17,24	10,34	3,45	0	0	0	3,45	0	0	6,9	10,34
10,34	6,9	3,45	0	0	0	0	0	0	6,9	3,45
3,7	0	0	0	0	0	3,7	0	0	7,41	0
7,14	7,14	3,57	0	0	10,71	0	7,14	3,57	3,57	0
10	0	3,33	3,33	0	6,67	0	0	3,33	3,33	0
7,14	0	3,57	0	0	0	0	3,57	0	0	0
3,85	0	0	0	0	0	0	0	0	3,85	0
7,14	0	3,57	0	0	3,57	0	0	0	10,71	7,14
15,38	0	11,54	0	0	7,69	3,85	7,69	0	23,08	0
10	0	3,33	0	0	10	0	13,33	6,67	13,33	10

DISTRIBUZIONE DEI VENTI ORE 18

	Calme	NNW- NNE	NNW- NNE	NNW- NNE	NNE-ENE	NNE-ENE	NNE-ENE	ENE-ESE	ENE-ESE	ENE-ESE
	Calme	01 - 10	11 - 20	>=21	01 - 10	11 - 20	>=21	01 - 10	11 - 20	>=21
Gen	0	3,33	0	0	3,33	0	0	0	0	0
Feb	0	7,41	7,41	0	3,7	0	0	3,7	0	0
Mar	0	6,9	3,45	0	6,9	6,9	0	0	0	0
Apr	0	13,33	3,33	0	10	0	0	23,33	0	0
Mag	0	18,52	0	0	0	0	0	11,11	7,41	3,7
Giu	3,45	20,69	0	0	3,45	3,45	0	3,45	0	0
Lug	0	20	0	0	10	0	0	23,33	0	0
Ago	3,57	17,86	0	0	10,71	0	0	14,29	0	0
Set	3,57	10,71	3,57	0	7,14	0	0	7,14	0	0
Ott	3,23	9,68	3,23	0	6,45	0	0	6,45	0	0
Nov	0	10	3,33	0	0	0	0	3,33	0	0
Dic	3,23	6,45	6,45	0	0	0	0	3,23	0	0

DISTRIBUZIONE DEI VENTI ORE 21

	Calme	NNW- NNE	NNW- NNE	NNW- NNE	NNE-ENE	NNE-ENE	NNE-ENE	ENE-ESE	ENE-ESE	ENE-ESE
	Calme	01 - 10	11 - 20	>=21	01 - 10	11 - 20	>=21	01 - 10	11 - 20	>=21
Gen	0	0	3,7	0	3,7	0	0	0	0	0
Feb	0	3,7	7,41	0	7,41	3,7	0	3,7	0	0
Mar	0	0	3,45	0	0	3,45	0	6,9	0	0
Apr	0	6,67	0	0	6,67	0	0	3,33	0	0
Mag	0	0	0	0	3,85	0	0	0	0	0
Giu	0	6,9	3,45	0	3,45	0	0	0	0	0
Lug	3,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ago	0	3,33	0	0	3,33	3,33	0	3,33	0	0
Set	0	3,45	6,9	0	6,9	0	0	0	0	0
Ott	3,23	3,23	3,23	0	3,23	0	0	0	0	0
Nov	3,33	0	0	0	3,33	0	0	0	0	0
Dic	0	6,45	3,23	0	0	0	0	0	0	0

ESE-SSE	ESE-SSE	SSE-SSW	SSE-SSW	SSW-WSW	SSW-WSW	WSW-WNW	WSW-WNW	WSW-WNW	WNW-NNW	WNW-NNW
01 - 10	11 - 20	01 - 10	11 - 20	01 - 10	11 - 20	01 - 10	11 - 20	>=21	01 - 10	11 - 20
10	0	16,67	3,33	26,67	0	26,67	0	0	6,67	3,33
22,22	0	14,81	0	11,11	3,7	0	0	0	22,22	3,7
34,48	3,45	3,45	6,9	10,34	0	10,34	0	0	6,9	0
13,33	6,67	10	0	6,67	0	0	0	0	13,33	0
22,22	0	11,11	0	7,41	0	0	0	0	18,52	0
27,59	0	3,45	0	17,24	0	10,34	0	0	6,9	0
26,67	0	3,33	0	3,33	0	0	3,33	0	10	0
32,14	0	3,57	0	3,57	0	0	0	0	14,29	0
25	0	3,57	0	7,14	0	17,86	0	0	14,29	0
16,13	0	35,48	0	6,45	0	0	3,23	0	6,45	0
16,67	0	53,33	0	3,33	0	3,33	0	0	6,67	0
6,45	0	29,03	0	16,13	0	16,13	0	0	9,68	3,23

ESE-SSE	ESE-SSE	SSE-SSW	SSE-SSW	SSW-WSW	SSW-WSW	WSW-WNW	WSW-WNW	WSW-WNW	WNW-NNW	WNW-NNW
01 - 10	11 - 20	01 - 10	11 - 20	01 - 10	11 - 20	01 - 10	11 - 20	>=21	01 - 10	11 - 20
7,41	0	25,93	0	18,52	0	37,04	0	0	3,7	0
3,7	3,7	40,74	0	11,11	3,7	11,11	0	0	0	0
10,34	0	34,48	0	6,9	6,9	10,34	0	0	17,24	0
16,67	3,33	40	0	16,67	0	6,67	0	0	0	0
3,85	0	65,38	0	15,38	3,85	3,85	0	0	3,85	0
13,79	0	41,38	0	27,59	0	0	0	0	3,45	0
33,33	0	40	0	20	0	3,33	0	0	0	0
23,33	0	50	0	10	0	3,33	0	0	0	0
13,79	0	51,72	0	10,34	3,45	0	0	0	3,45	0
9,68	0	58,06	0	12,9	0	3,23	0	0	0	0
3,33	3,33	43,33	0	20	0	16,67	0	0	6,67	0
6,45	0	41,94	0	19,35	0	9,68	0	0	3,23	9,68

5.4 DEFINIZIONE DEGLI OBIETTIVI FINALIZZATI AL MIGLIORAMENTO DEGLI STANDARD

5.4.1 METODI PER LA FORMULAZIONE DI MODELLI PROGETTUALI.

Per la determinazione dei modelli di studio si sono scelti modelli tipologici-morfologici e tecnologici, quali involucro e sistemi di schermature.

Modelli tipologici - Per le verifiche scientifiche; sono stati individuati tre modelli tipologici di edifici.

Il modello Corte, Lineare e Articolato. Tipologie che riflettono lo studio svolto sui modelli della tradizione vernacolare introdotta nella prima parte della ricerca. Infatti ognuno di essi ne presenta almeno una peculiarità.

Il modello a corte sfrutta la caratteristica morfologica del patio come riserva di aria fresca e in qualità di spazio d'ombra e termoregolatore.

Nel modello lineare si ritrovano le caratteristiche di una tipologia allungata e compatta.

Mentre nel modello articolato, si combinano la compattezza della componente costruita e l'uso di un patio interrato come spazio d'ombra e riserva di aria fresca, nonché l'elevato grado d'inerzia del terreno, veicolo d'accumulo in periodo estivo.

Come si potrà vedere dalla descrizione delle singole tipologie riportate di seguito, sono sta-

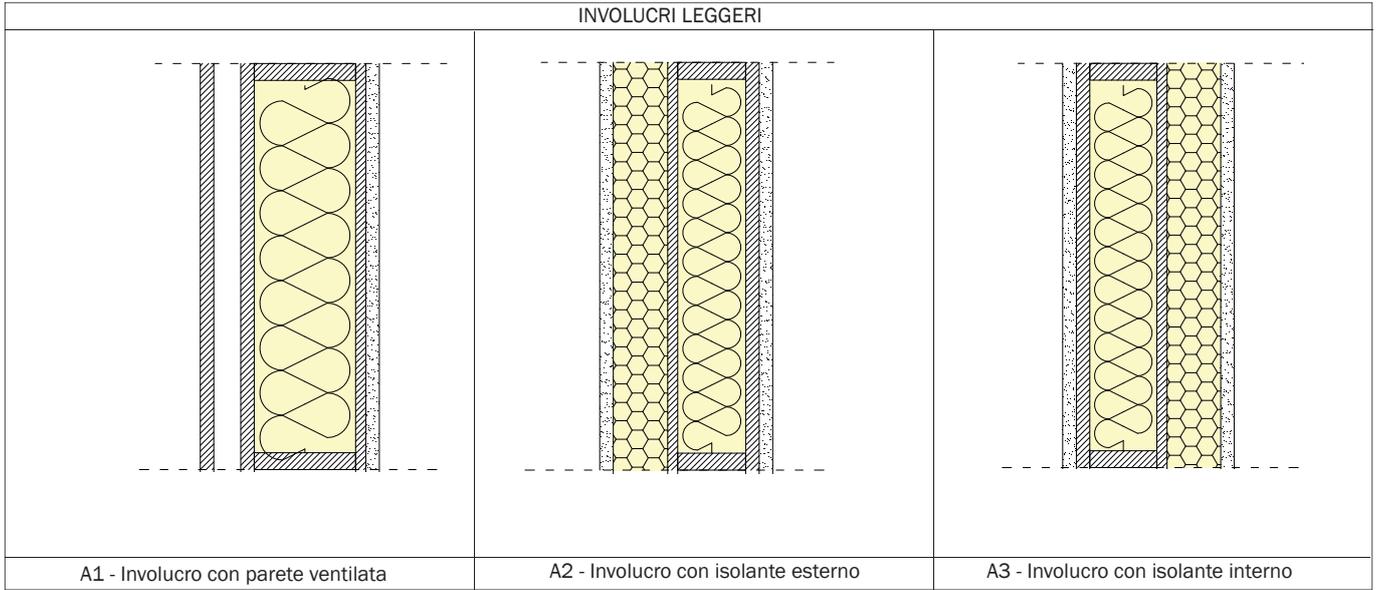
ti scelti edifici con differenti caratteristiche dimensionali. Il modello a corte e lineare infatti hanno una superficie riscaldata pari a 900 mq circa, mentre la tipologia articolata di circa 180 mq, al fine di comprendere come le varianti di verifica introdotte nei modelli possano incidere in maniera diversificata per tipologie con caratteristiche dimensionali simili o differenti.

Per le tipologie il rapporto S/V è compreso tra 0,4 e 0,6.

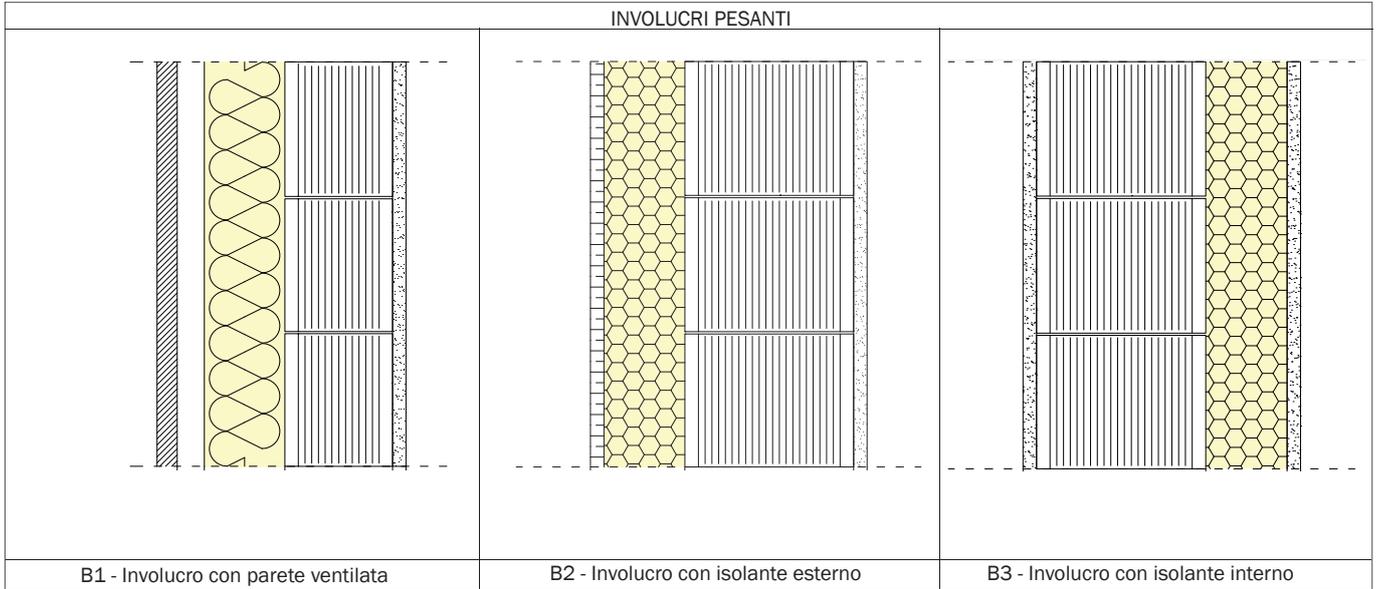
Modelli tecnologici - I tecnologici d'involucro scelti sono stati suddivisi in leggeri e pesanti. Considerando per leggeri tipologie d'involucro con sistema costruttivo in legno. Con il termine pesanti si intende l'uso di involucri in laterizio. La loro diversificazione in qualità di variante sull'analisi del comportamento, dei modelli tipologici formulati, è legata alla posizione dell'isolante, esterno all'involucro, interno e interposto in un sistema di parete ventilata.

Le caratteristiche di questi involucri scelti sono riassunte nelle successive schede che ne analizzano il valore di sfasamento e per la tipologia A1 mostrano la struttura di un modello tipo, svolta in regime dinamico con il programma Design Builder.

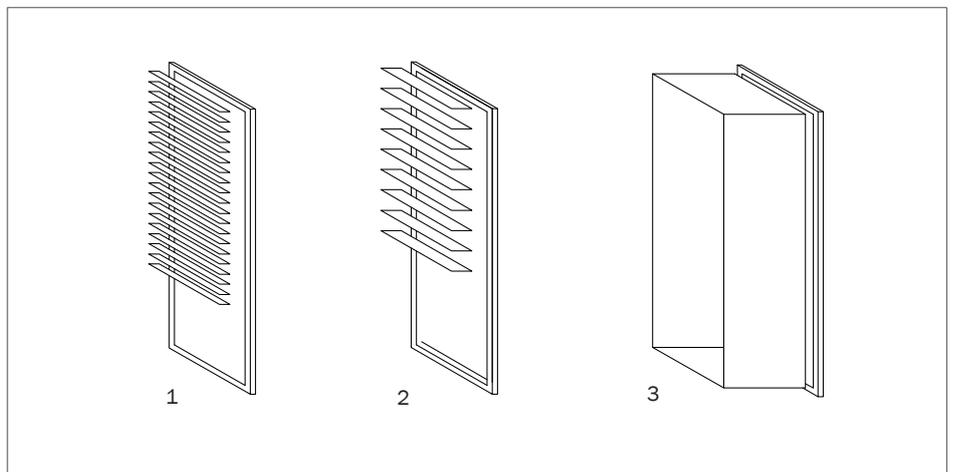
INVOLUCRI LEGGERI



INVOLUCRI PESANTI



MODELLI TECNOLOGICI



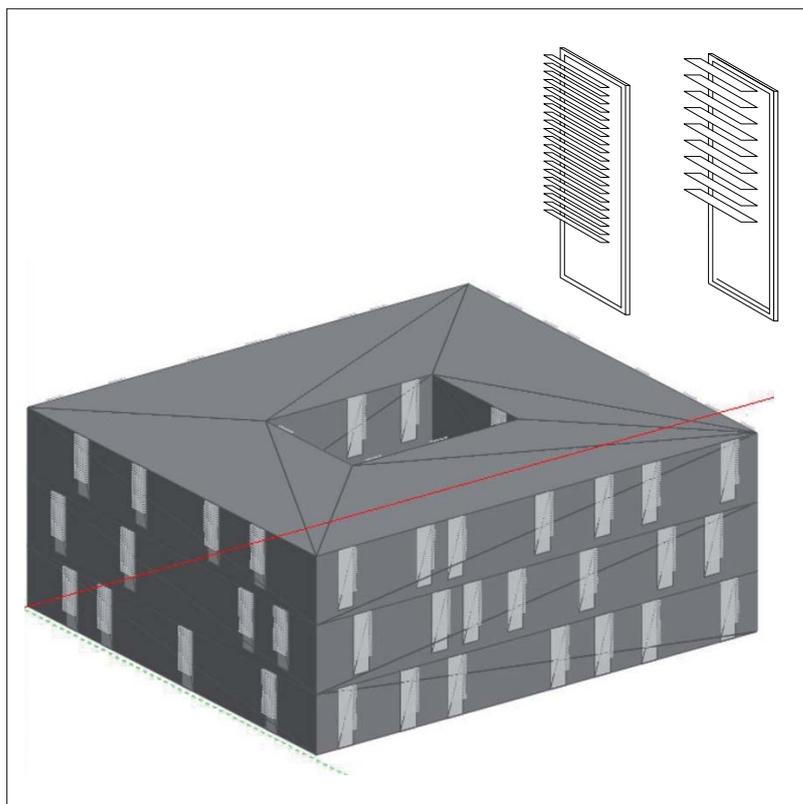
Sistemi di schermature scelte per le analisi

1 TIPOLOGIA CORTE

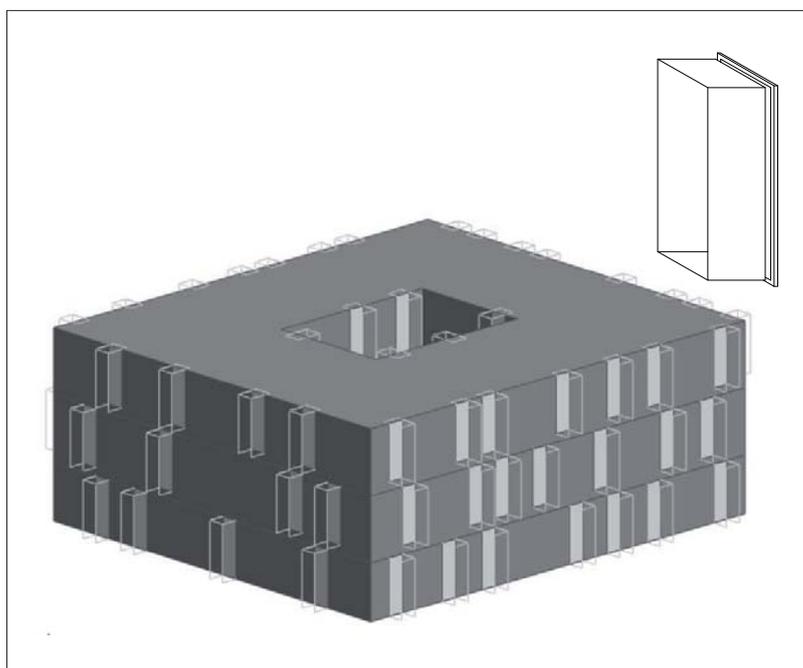
La tipologia suddetta è stata scelta perché ritenuta importante in termini di interesse costruttivo per imprese e progettisti che dovranno proporre nuovi modi di abitare.

Si tratta un modello che ricalca il perimetro di una possibile palazzina in grado di ospitare fino a dodici appartamenti dell'ampiezza ciascuno di 80 mq lordi. Si considerano piani di 375.21 mq. Il volume complessivo incluso vano scale e di servizio comuni è 3510 mq. L'altezza del modello è 9,7 ml, si considerano solai di 0,40 ml e un interpiano di 2,7 ml.

Il rapporto S/V è pari a 0,40.

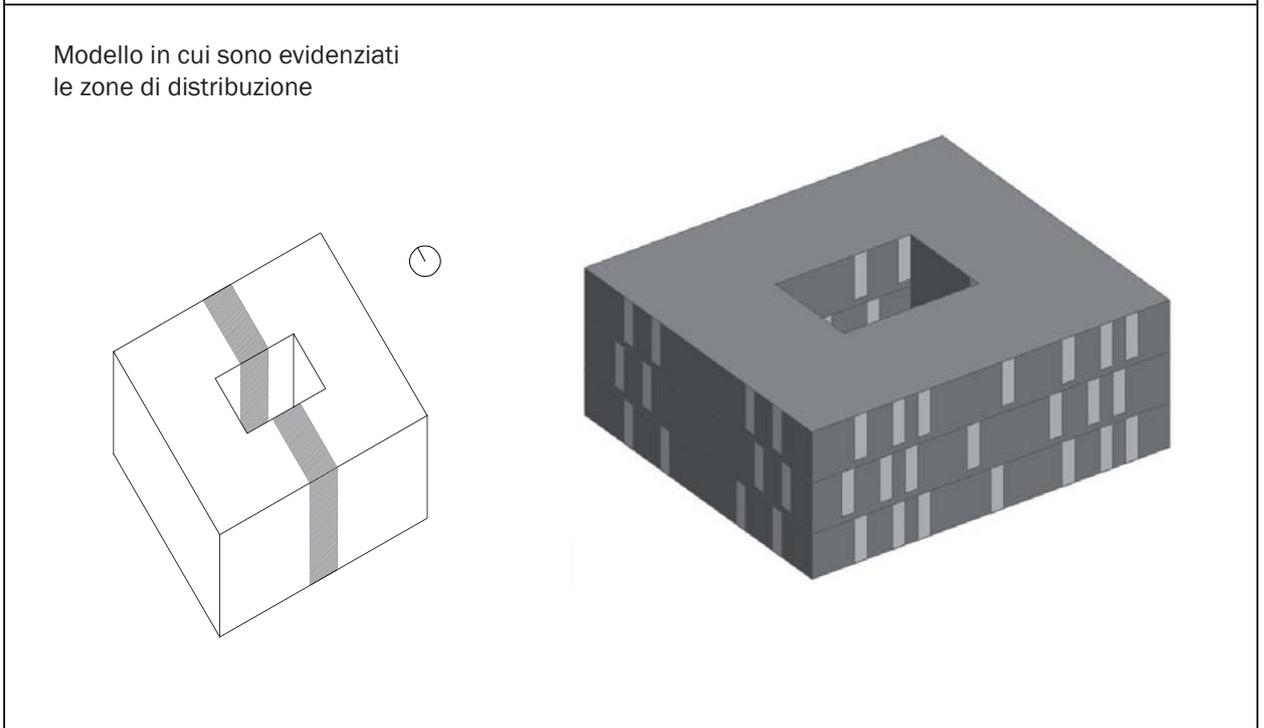
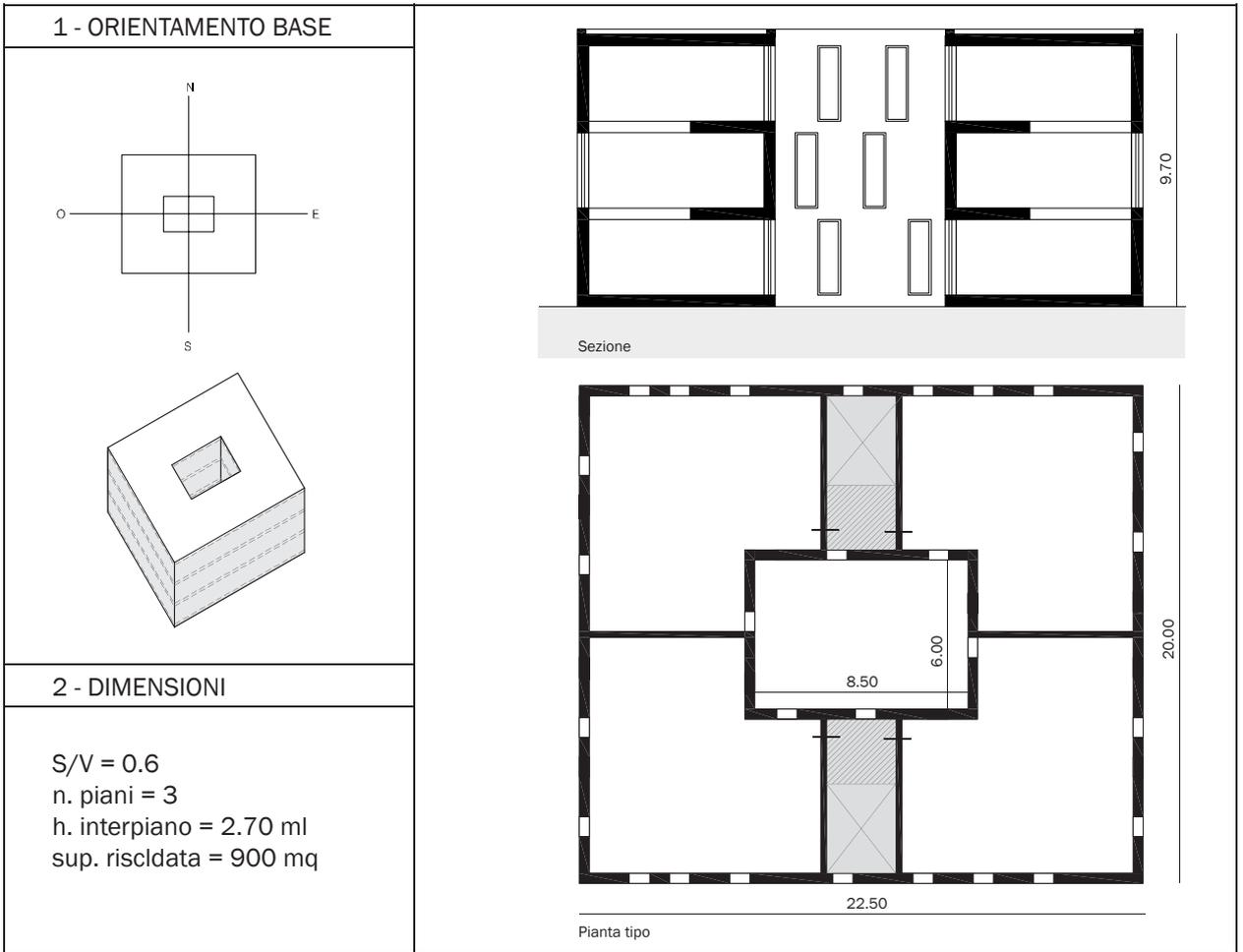


1



2

1 MODELLO CORTE



1 TIPOLOGIA LINEARE

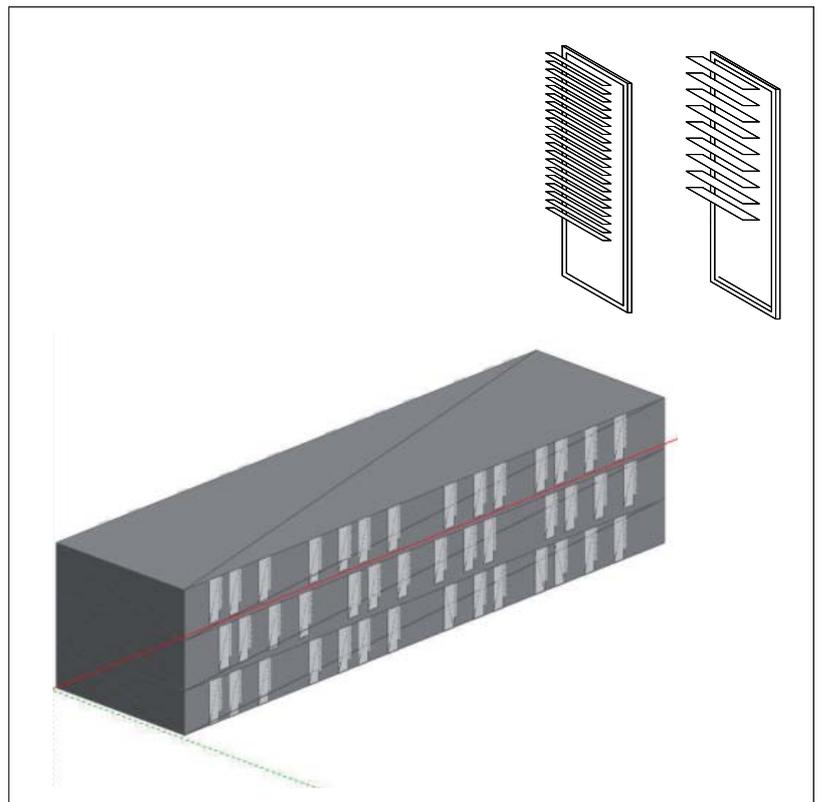
La tipologia suddetta è stata scelta perché ritenuta importante in termini di interesse costruttivo per imprese e progettisti che dovranno proporre nuovi modi di abitare.

Si tratta un modello che ricalca il perimetro di una possibile palazzina in linea in grado di ospitare fino a dodici appartamenti dell'ampiezza ciascuno di 80 mq lordi. Nel volume complessivo sono inclusi due vani scala distributivi.

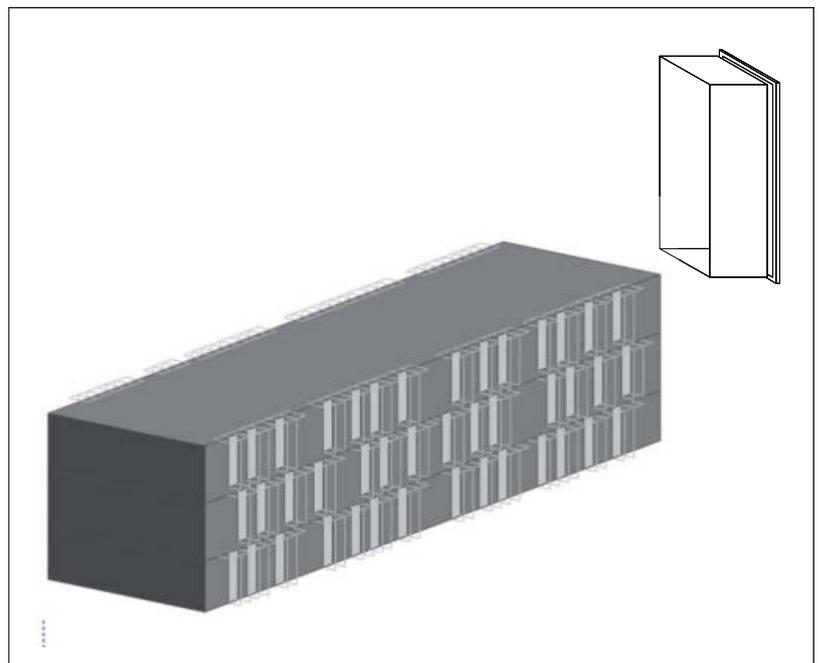
Si considerano piani di 300 mq riscaldati. L'altezza del modello è 9,7 ml, si considerano so-lai di 0,40 ml e un interpiano di 2,7 ml. Per un volume complessivo di 7950. Il rapporto S/V è di 0,6.

1 modello con schermature orizzontali di (tipo 2) composte da venti lamelle ciascuna di profondità 10 cm distante l'una dall'altra 10 cm e distante dalla superficie vetrata 10 cm. Schermatura (tipo 2) composta da 9 doghe orizzontali, con profondità di 20 cm, distanti l'una dall'altra 20 cm e distante dalla finestra 20 cm.

2 Schermatura verticale e orizzontale (tipo 3) con sporgenza sui quattro lati di di 80 cm.

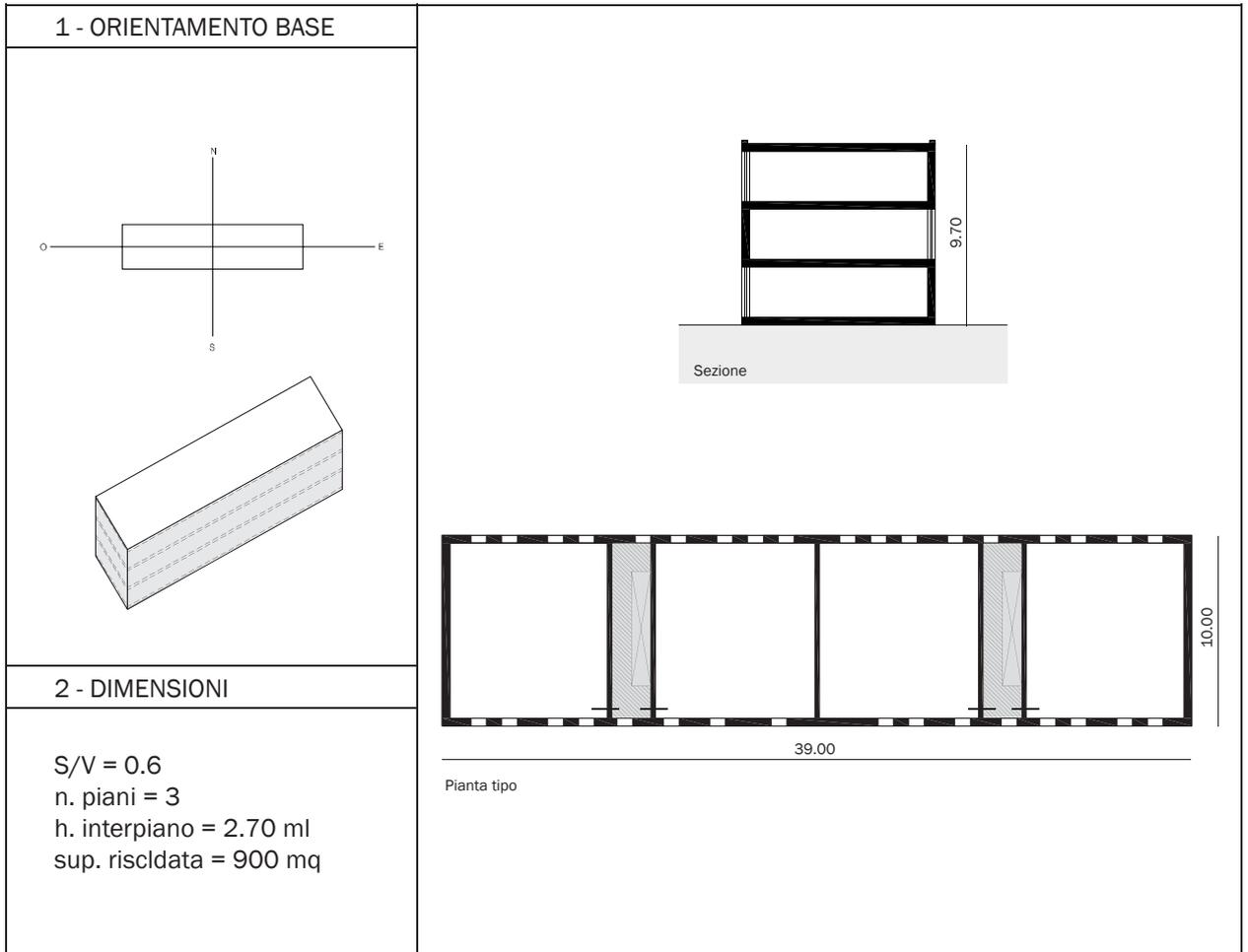


1

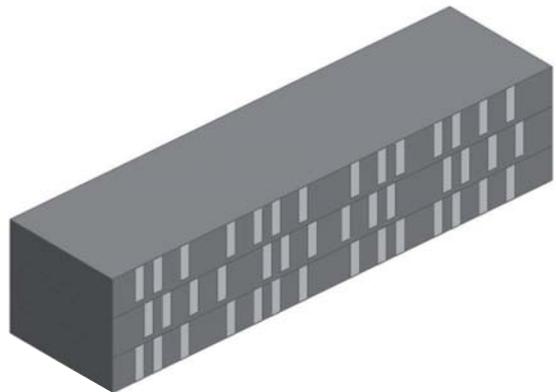
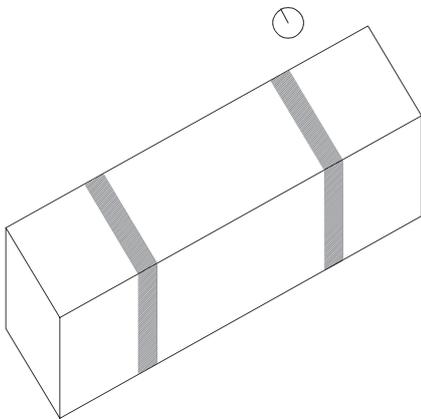


2

2 MODELLO LINEARE



Modello in cui sono evidenziati
le zone di distribuzione



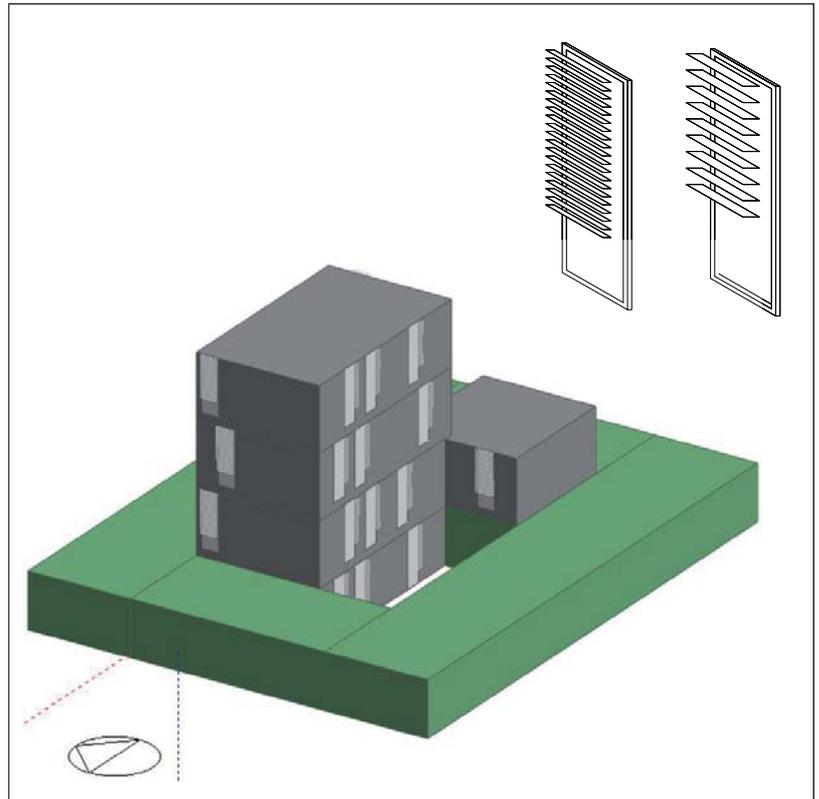
3 TIPOLOGIA ARTICOLATA

La tipologia suddetta è stata così formulata perché in essa convergono caratteristiche morfologiche di due corpi accostati con patio interrato. Composizione scelta perché ritenuta importante in termini di interesse costruttivo per imprese e progettisti che dovranno proporre nuovi modi di abitare.

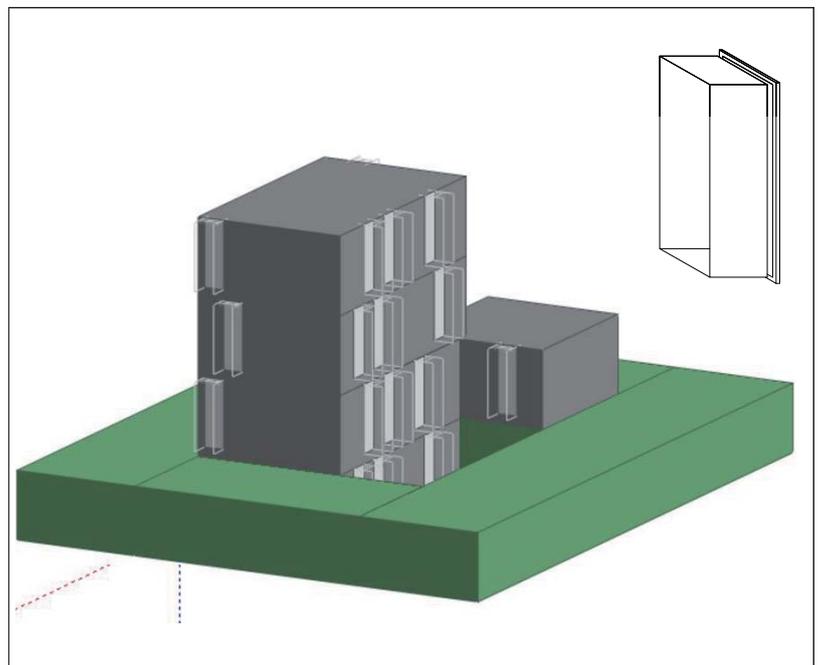
Si tratta un modello che ricalca il perimetro di una possibile abitazione unifamiliare singola o aggregata a schiera. La sua superficie riscaldata è pari a 180 mq ed ha un volume lordo complessivo di 602 mc. Nel volume sono inclusi vano scale e servizi (il corpo più basso si è ipotizzato come servizio). Si considerano piani di 45 mq per un'altezza complessiva di 9,7 ml, considerando come riferimento base per l'analisi, solai di 0,40 ml e un interpiano di 2,7 ml. Il valore di S/V relativo al complesso è pari a 0,6.

1 modello con schermature orizzontali di (tipo 2) composte da venti lamelle ciascuna di profondità 10 cm distante l'una dall'altra 10 cm e distante dalla superficie vetrata 10 cm. Schermatura (tipo 2) composta da 9 doghe orizzontali, con profondità di 20 cm, distanti l'una dall'altra 20 cm e distante dalla finestra 20 cm.

2 Schermatura verticale e orizzontale (tipo 3) con sporgenza sui quattro lati di 80 cm.

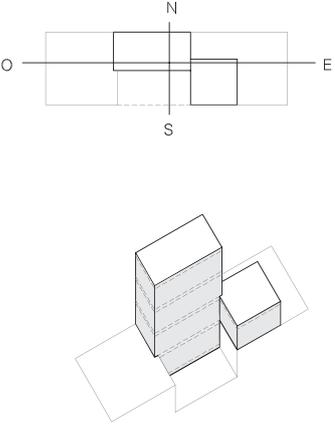
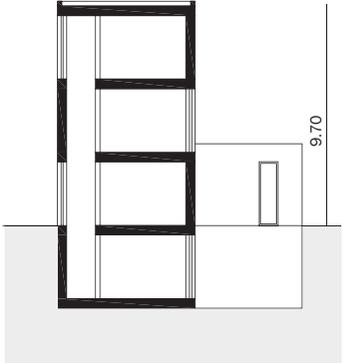
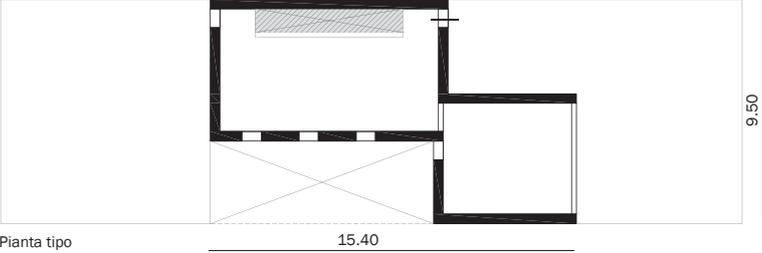


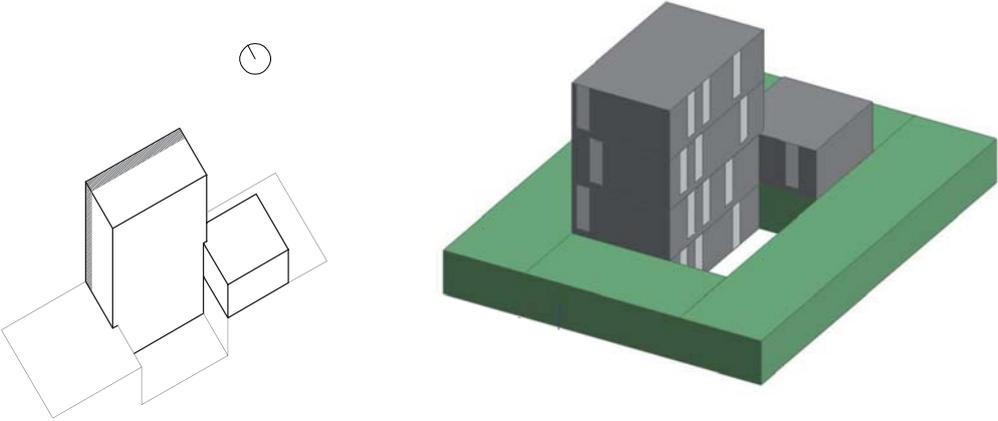
1



2

3 MODELLO ARTICOLATO

1 - ORIENTAMENTO BASE	
	 <p>Sezione</p>
2 - DIMENSIONI	
<p>S/V = 0.6 n. piani = 3 fuori terra 1 interrato h. interpiano = 2.70 ml sup. riscaldata = 180 mq</p>	 <p>Pianta tipo</p>

<p>Modello in cui sono evidenziati le zone di distribuzione</p> 
--

5.4.2 STRUMENTI PER LA VERIFICA E LA VALUTAZIONE DEI MODELLI DI STUDIO

ANALISI CON IL PROGRAMMA JTEMPEST

CARATTERISTICHE E PROPRIETA' DI SFASAMENTO E SMORZAMENTO DEGLI INVOLUCRI SCELTI

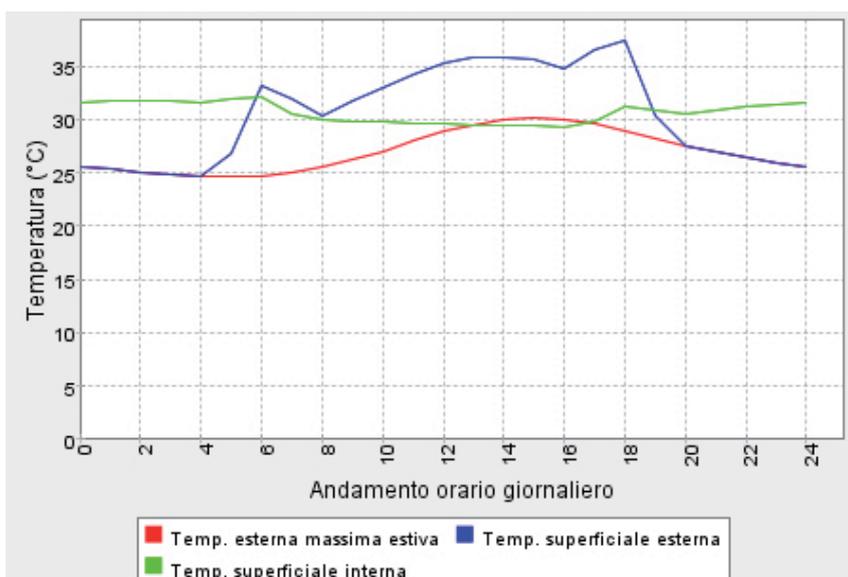
A.1 CARATTERISTICHE DEL SITO E PROPIETA' DELLA STRUTTURA	
<p>A.1 Partizione verticale esterna in legno con parete ventilata.</p>	

CARATTERISTICHE DEL SITO E PROPIETA' DELLA STRUTTURA	
Localizzazione	FALCONARA (AN)
Latitudine 43° 36'	Zona Climatica - D
Tipo struttura	Partizione verticale esterna in legno con parete ventilata
Orientamento parete	Sud
Colore parete esterna	Bianco
Numero strati	7
Spessore totale	0,273 m
Resistenza termica totale	4,8611 m ² K/W
Trasmittanza termica totale	0,2057 W/(m ² K)
Attenuazione	0,2146
Sfasamento	11 h 53'

COMPOSIZIONE DEGLI STRATI DELLA PARTIZIONE VERTICALE ESTERNA						
	Descrizione Materiale	Spessore [m]	Resistenza [m ² K/W]	Conduttività [W/(mK)]	Densità [kg/m ³]	Cal. spec. [J/kgK]
	<i>Superficie esterna</i>		0,0741			
1	Legno larice 0,02	0,02	0,1538	0,13	600,00	2719,5999
2	Aria up 0,04	0,04	0,16	0,25	1000,00	1004,16
3	Membrana neoprene	0,003	0,013	0,23	1240,00	2510,4001
4	Legno larice 0,02	0,02	0,1538	0,13	600,00	2719,5999
5	Lana di roccia 0,15	0,15	3,9474	0,038	40,00	1171,52
6	Legno abete 0,02	0,02	0,1538	0,13	470,00	2719,5999
7	Cartongesso	0,02	0,08	0,25	2800,00	1046,00
	<i>Superficie interna</i>		0,125			

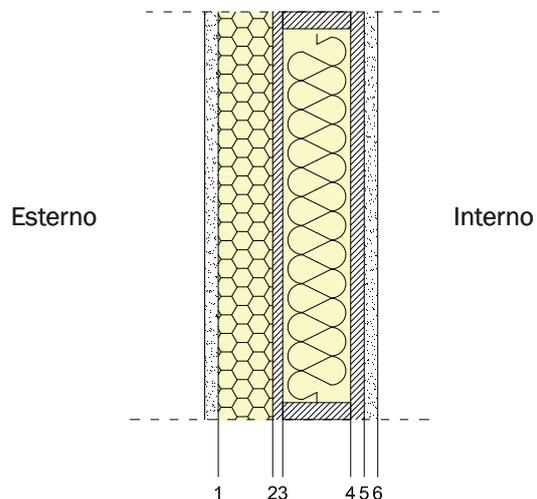
ANDAMENTO ORARIE DELLE TEMPERATURE

Orario	Temp. esterna massima estiva	Irraggiamento incidente	Temp. superficiale esterna	Temp. superficiale interna
0	25,590	0	25,590	31,629
1	25,315	0	25,315	31,7515
2	25,040	0	25,040	31,7601
3	24,820	0	24,820	31,7001
4	24,655	0	24,655	31,5312
5	24,600	48	26,733	31,8968
6	24,710	191	33,198	32,0912
7	24,985	157	31,962	30,5741
8	25,480	110	30,368	29,963
9	26,195	124	31,706	29,8332
10	27,020	134	32,975	29,7152
11	27,955	143	34,310	29,6208
12	28,835	145	35,279	29,55
13	29,495	143	35,850	29,491
14	29,935	134	35,890	29,432
15	30,100	124	35,611	29,3848
16	29,935	110	34,823	29,3493
17	29,550	157	36,527	29,7953
18	28,945	191	37,433	31,1826
19	28,230	48	30,363	30,9173
20	27,515	0	27,515	30,5753
21	26,910	0	26,910	30,8623
22	26,360	0	26,360	31,1346
23	25,920	0	25,920	31,4211



A.2 CARATTERISTICHE DEL SITO E PROPIETA' DELLA STRUTTURA

A.2 Partizione verticale esterna in legno con isolante esterno.



CARATTERISTICHE DEL SITO E PROPIETA' DELLA STRUTTURA

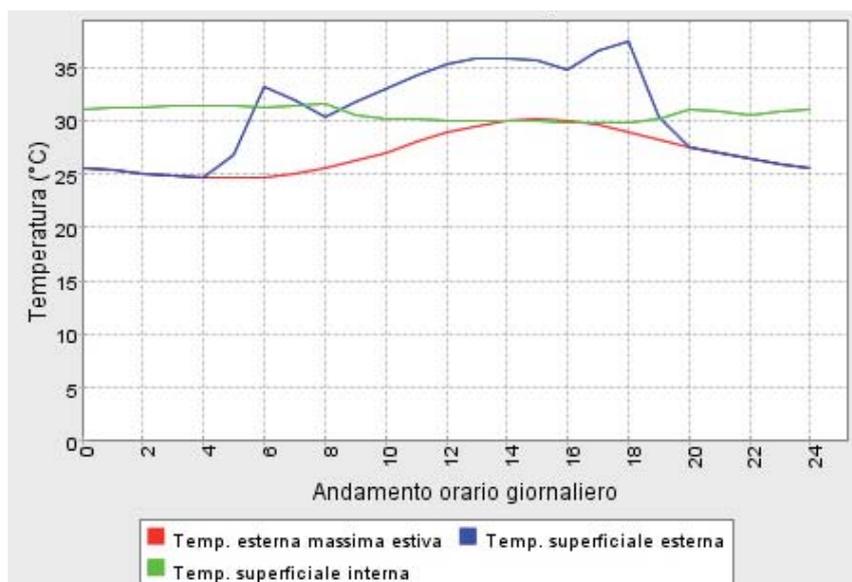
Localizzazione	FALCONARA (AN)
Latitudine 43° 36'	Zona Climatica - D
Tipo struttura	Partizione verticale esterna in legno con isolante esterno
Orientamento parete	Sud
Colore parete esterna	Bianco
Numero strati	6
Spessore totale	0,255 m
Resistenza termica totale	5,2021 m ² K/W
Trasmittanza termica totale	0,1922 W/(m ² K)
Attenuazione	0,1383
Sfasamento	14 h 0'

COMPOSIZIONE DEGLI STRATI DELLA PARTIZIONE VERTICALE ESTERNA

	Descrizione Materiale	Spessore [m]	Resistenza [m ² K/W]	Conduttività [W/(mK)]	Densità [kg/m ³]	Cal. spec. [J/kgK]
	<i>Superficie esterna</i>		0,0741			
1	Intonaco con rete	0,02	0,0222	0,90	1800,00	1464,40
2	Fibra di legno	0,08	2,00	0,04	160,00	2719,60
3	Legno abete 0,015	0,015	0,1154	0,13	470,00	2719,60
4	Lana di roccia 0,10	0,10	2,6316	0,038	40,00	1171,52
5	Legno abete 0,02	0,02	0,1538	0,13	470,00	2719,5999
6	Cartongesso	0,02	0,08	0,25	2800,00	1046,00
	<i>Superficie interna</i>		0,125			

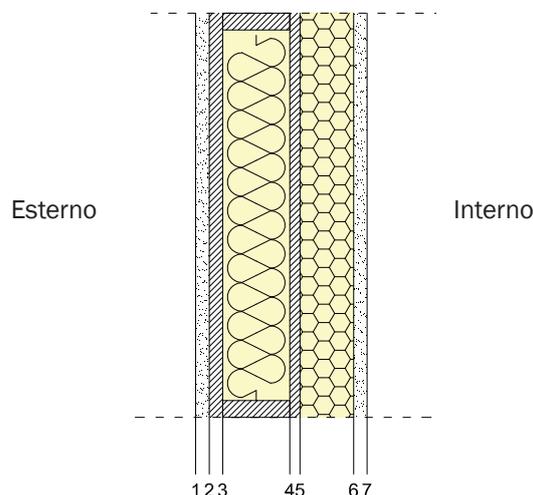
ANDAMENTO ORARIE DELLE TEMPERATURE

Orario	Temp. esterna	Irraggiamento	Temp. superficiale	Temp. superficiale
	massima estiva	incidente	esterna	interna
0	25,590	0	25,590	30,9558
1	25,315	0	25,315	31,1404
2	25,040	0	25,040	31,2744
3	24,820	0	24,820	31,3534
4	24,655	0	24,655	31,3589
5	24,600	48	26,733	31,3203
6	24,710	191	33,198	31,2114
7	24,985	157	31,962	31,4470
8	25,480	110	30,368	31,5723
9	26,195	124	31,706	30,5946
10	27,020	134	32,975	30,2008
11	27,955	143	34,310	30,1171
12	28,835	145	35,279	30,0410
13	29,495	143	35,850	29,9802
14	29,935	134	35,890	29,9346
15	30,100	124	35,611	29,8965
16	29,935	110	34,823	29,8585
17	29,550	157	36,527	29,8281
18	28,945	191	37,433	29,8053
19	28,230	48	30,363	30,0927
20	27,515	0	27,515	30,9867
21	26,910	0	26,910	30,8158
22	26,360	0	26,360	30,5954
23	25,920	0	25,920	30,7803



A.3 CARATTERISTICHE DEL SITO E PROPIETA' DELLA STRUTTURA

A.3 Partizione verticale esterna in legno con isolante interno.



CARATTERISTICHE DEL SITO E PROPIETA' DELLA STRUTTURA

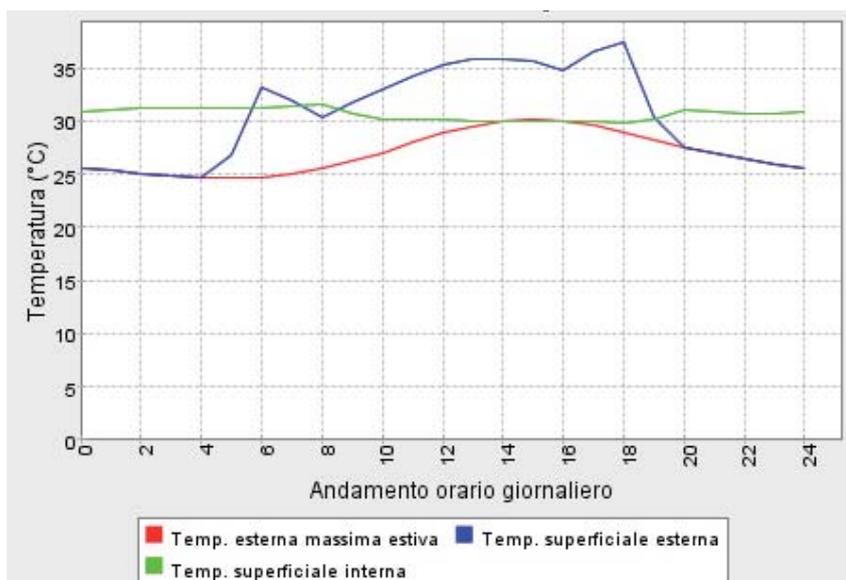
Localizzazione	FALCONARA (AN)
Latitudine 43° 36'	Zona Climatica - D
Tipo struttura	Partizione verticale esterna in legno con isolante interno
Orientamento parete	Sud
Colore parete esterna	Bianco
Numero strati	7
Spessore totale	0,2613 m
Resistenza termica totale	5,2506 m ² K/W
Trasmittanza termica totale	0,1905 W/(m ² K)
Attenuazione	0,1265
Sfasamento	14 h 14'

COMPOSIZIONE DEGLI STRATI DELLA PARTIZIONE VERTICALE ESTERNA

	Descrizione Materiale	Spessore [m]	Resistenza [m ² K/W]	Conduttività [W/(mK)]	Densità [kg/m ³]	Cal. spec. [J/kgK]
	<i>Superficie esterna</i>		0,0741			
1	Intonaco con rete	0,02	0,0222	0,90	1800,00	1464,40
2	Legno abete 0,02	0,02	0,1538	0,13	470,00	2719,60
3	Lana di roccia 0,10	0,10	2,6316	0,038	40,00	1171,52
4	Legno abete 0,02	0,02	0,1538	0,13	470,00	2719,60
5	Fibra di legno	0,08	2,00	0,04	160,00	2719,60
6	Natural	0,0013	0,01	0,13	910,00	1255,20
7	Cartongesso	0,02	0,08	0,25	2800,00	1046,00
	<i>Superficie interna</i>		0,125			

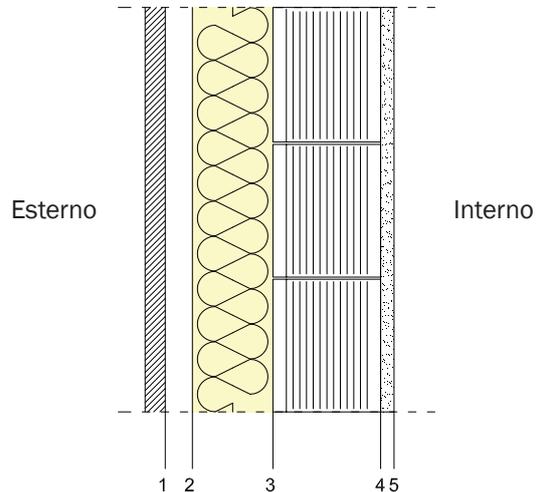
ANDAMENTO ORARIE DELLE TEMPERATURE

Orario	Temp. esterna massima estiva	Irraggiamento incidente	Temp. superficiale esterna	Temp. superficiale interna
0	25,590	0	25,590	30,9282
1	25,315	0	25,315	31,0970
2	25,040	0	25,040	31,2195
3	24,820	0	24,820	31,2917
4	24,655	0	24,655	31,2968
5	24,600	48	26,733	31,2615
6	24,710	191	33,198	31,1619
7	24,985	157	31,962	31,3774
8	25,480	110	30,368	31,4920
9	26,195	124	31,706	30,5978
10	27,020	134	32,975	30,2376
11	27,955	143	34,310	30,1611
12	28,835	145	35,279	30,0915
13	29,495	143	35,850	30,0359
14	29,935	134	35,890	29,9941
15	30,100	124	35,611	29,9593
16	29,935	110	34,823	29,9246
17	29,550	157	36,527	29,8967
18	28,945	191	37,433	29,8759
19	28,230	48	30,363	30,1387
20	27,515	0	27,515	30,9564
21	26,910	0	26,910	30,8001
22	26,360	0	26,360	30,5985
23	25,920	0	25,920	30,7676



B.1 CARATTERISTICHE DEL SITO E PROPIETA' DELLA STRUTTURA

B.1 Partizione verticale esterna in laterizio con parete ventilata.



CARATTERISTICHE DEL SITO E PROPIETA' DELLA STRUTTURA

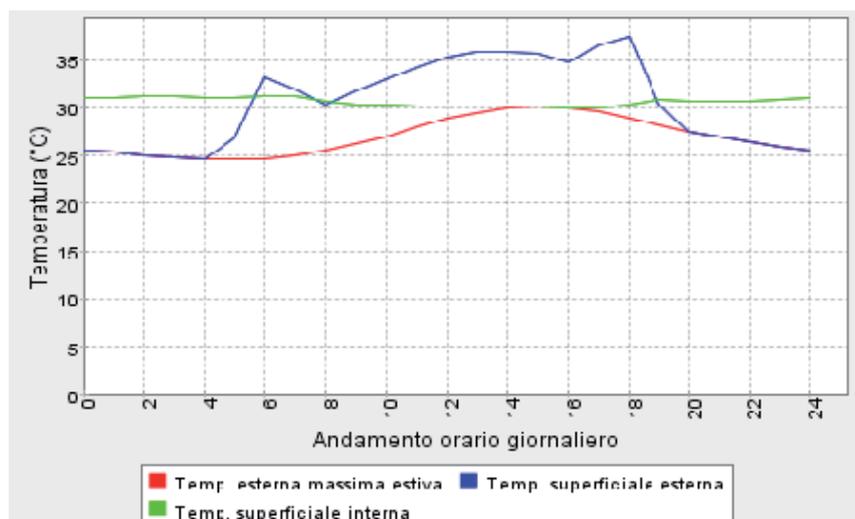
Localizzazione	FALCONARA (AN)
Latitudine 43° 36'	Zona Climatica - D
Tipo struttura	Partizione verticale esterna in laterizio con parete ventilata
Orientamento parete	Sud
Colore parete esterna	Rosso laterizio
Numero strati	5
Spessore totale	0,37 m
Resistenza termica totale	3,8234 m ² K/W
Trasmittanza termica totale	0,2615 W/(m ² K)
Attenuazione	0,0975
Sfasamento	13 h 13'

COMPOSIZIONE DEGLI STRATI DELLA PARTIZIONE VERTICALE ESTERNA

	Descrizione Materiale	Spessore [m]	Resistenza [m ² K/W]	Conduttività [W/(mK)]	Densità [kg/m ³]	Cal. spec. [J/kgK]
	<i>Superficie esterna</i>		0,0741			
1	Laterizio pieno ventilato	0,03	0,0357	0,84	1700,00	920,48
2	Aria up 0,04	0,04	0,16	0,25	1000,00	1004,16
3	Eps	0,12	3,00	0,04	15,00	1673,60
4	Laterizio forato	0,16	0,40	0,40	744,00	2092,00
5	Intonaco calce di gesso	0,02	0,0286	0,70	1400,00	1255,20
	<i>Superficie interna</i>		0,125			

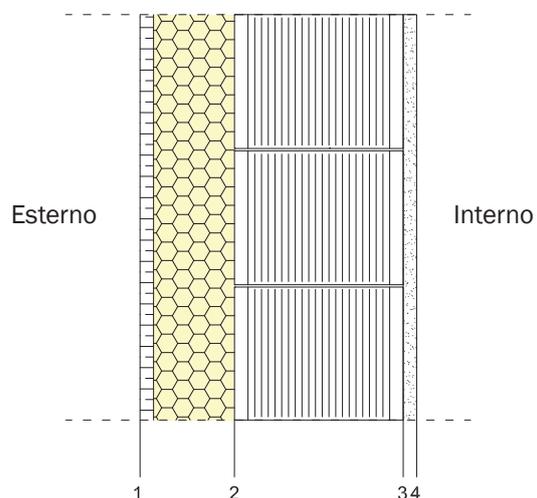
ANDAMENTO ORARIE DELLE TEMPERATURE

Orario	Temp. esterna	Irraggiamento	Temp. superficiale	Temp. superficiale
	massima estiva	incidente	esterna	interna
0	25,590	0	25,590	30,9903
1	25,315	0	25,315	31,0847
2	25,040	0	25,040	31,1403
3	24,820	0	24,820	31,1442
4	24,655	0	24,655	31,1170
5	24,600	48	26,733	31,0403
6	24,710	191	33,198	31,2063
7	24,985	157	31,962	31,2946
8	25,480	110	30,368	30,6056
9	26,195	124	31,706	30,3280
10	27,020	134	32,975	30,2690
11	27,955	143	34,310	30,2154
12	28,835	145	35,279	30,1725
13	29,495	143	35,850	30,1404
14	29,935	134	35,890	30,1136
15	30,100	124	35,611	30,0868
16	29,935	110	34,823	30,0653
17	29,550	157	36,527	30,0493
18	28,945	191	37,433	30,2518
19	28,230	48	30,363	30,8819
20	27,515	0	27,515	30,7615
21	26,910	0	26,910	30,6061
22	26,360	0	26,360	30,7364
23	25,920	0	25,920	30,8602



B.2 CARATTERISTICHE DEL SITO E PROPIETA' DELLA STRUTTURA

B.2 Partizione verticale esterna in laterizio con isoalmento esterno.



CARATTERISTICHE DEL SITO E PROPIETA' DELLA STRUTTURA

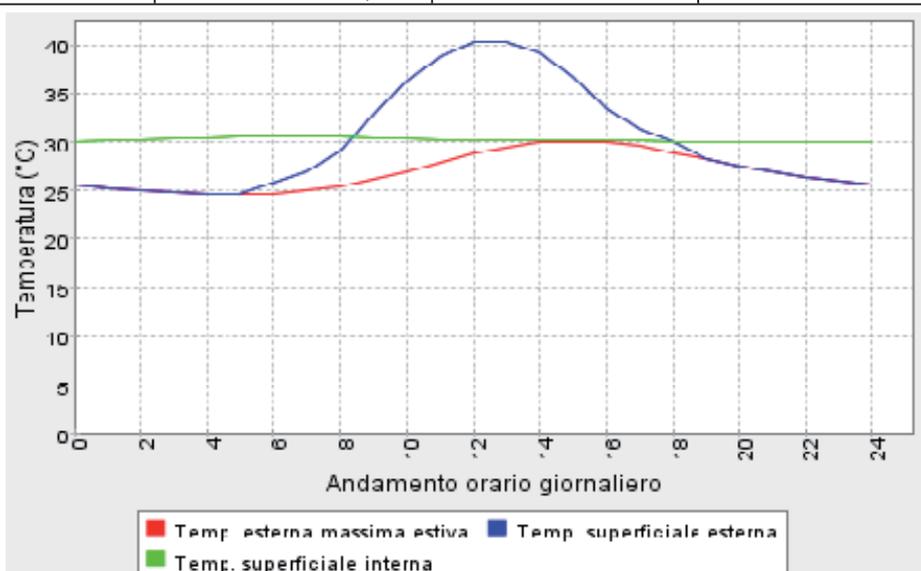
Localizzazione	FALCONARA (AN)
Latitudine 43° 36'	Zona Climatica - D
Tipo struttura	Partizione verticale esterna in laterizio con isoalmento esterno
Orientamento parete	Sud
Colore parete esterna	Bianco
Numero strati	4
Spessore totale	0,41 m
Resistenza termica totale	3,5416 m ² K/W
Trasmittanza termica totale	0,2824 W/(m ² K)
Attenuazione	0,0338
Sfasamento	18 h 9'

COMPOSIZIONE DEGLI STRATI DELLA PARTIZIONE VERTICALE ESTERNA

	Descrizione Materiale	Spessore [m]	Resistenza [m ² K/W]	Conduktività [W/(mK)]	Densità [kg/m ³]	Cal. spec. [J/kgK]
	<i>Superficie esterna</i>		0,074			
1	Intonaco con rete	0,02	0,022	0,90	1800,00	1464,40
2	Minopor 45	0,12	2,667	0,05	115,00	1548,08
3	Laterizio forato 0,25	0,25	0,625	0,40	774,00	2092,00
4	Intonaco calce di gesso	0,02	0,029	0,70	1400,00	1255,20
	<i>Superficie interna</i>		0,125			

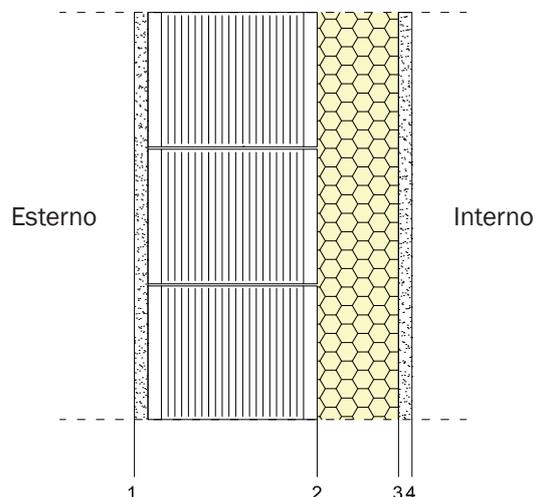
ANDAMENTO ORARIE DELLE TEMPERATURE

Orario	Temp. esterna massima estiva	Irraggiamento incidente	Temp. superficiale esterna	Temp. superficiale interna
0	25,590	0	25,590	30,107
1	25,315	0	25,315	30,145
2	25,040	0	25,040	30,219
3	24,820	0	24,820	30,348
4	24,655	0	24,655	30,461
5	24,600	7	24,756	30,548
6	24,710	46	25,732	30,598
7	24,985	85	26,874	30,600
8	25,480	161	29,058	30,560
9	26,195	300	32,862	30,480
10	27,020	414	36,220	30,370
11	27,955	488	38,799	30,299
12	28,835	514	40,257	30,250
13	29,495	488	40,339	30,196
14	29,935	414	39,135	30,167
15	30,100	300	36,767	30,146
16	29,935	161	33,513	30,128
17	29,550	85	31,439	30,113
18	28,945	46	29,967	30,102
19	28,230	7	28,386	30,092
20	27,515	0	27,515	30,083
21	26,910	0	26,910	30,076
22	26,360	0	26,360	30,070
23	25,920	0	25,920	30,074



B.3 CARATTERISTICHE DEL SITO E PROPIETA' DELLA STRUTTURA

B.3 Partizione verticale esterna in laterizio con isoalmento interno.



CARATTERISTICHE DEL SITO E PROPIETA' DELLA STRUTTURA

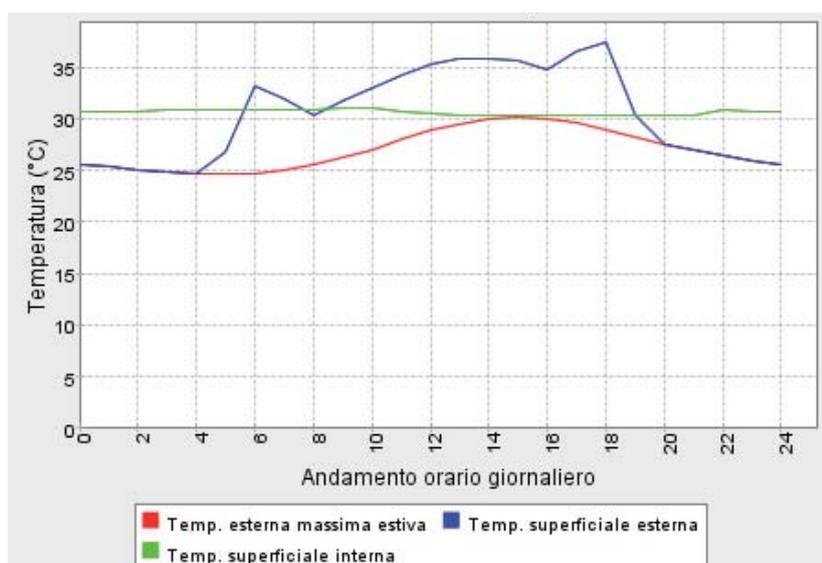
Localizzazione	FALCONARA (AN)
Latitudine 43° 36'	Zona Climatica - D
Tipo struttura	Partizione verticale esterna in laterizio con isoalmento interno
Orientamento parete	Sud
Colore parete esterna	Bianco
Numero strati	4
Spessore totale	0,41 m
Resistenza termica totale	3,8749 m ² K/W
Trasmittanza termica totale	0,2581 W/(m ² K)
Attenuazione	0,0576
Sfasamento	15 h 52'

COMPOSIZIONE DEGLI STRATI DELLA PARTIZIONE VERTICALE ESTERNA

	Descrizione Materiale	Spessore [m]	Resistenza [m ² K/W]	Conduttività [W/(mK)]	Densità [kg/m ³]	Cal. spec. [J/kgK]
	<i>Superficie esterna</i>		0,0741			
1	Intonaco con rete	0,02	0,0222	0,90	1800,00	1464,40
2	Latterizio forato 0,25	0,25	0,625	0,40	774,00	2092,00
3	Eps	0,12	3,00	0,04	15,00	1673,60
4	Intonaco calce di gesso	0,02	0,0286	0,70	1400,00	1255,2001
	<i>Superficie interna</i>		0,125			

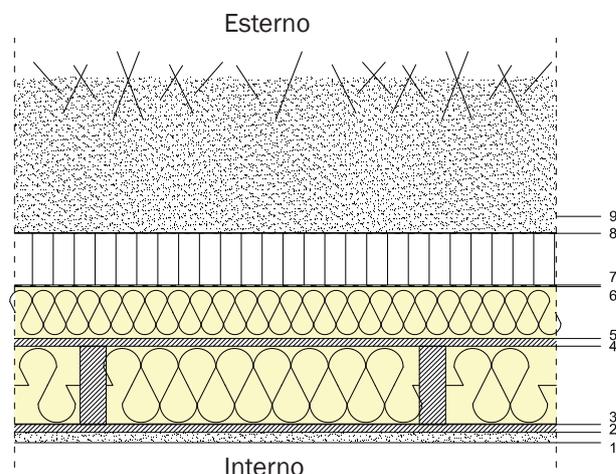
ANDAMENTO ORARIE DELLE TEMPERATURE

Orario	Temp. esterna	Irraggiamento	Temp. superficiale	Temp. superficiale
	massima estiva	incidente	esterna	interna
0	25,590	0	25,590	30,6166
1	25,315	0	25,315	30,6936
2	25,040	0	25,040	30,7667
3	24,820	0	24,820	30,8435
4	24,655	0	24,655	30,8993
5	24,600	48	26,733	30,9321
6	24,710	191	33,198	30,9344
7	24,985	157	31,962	30,9184
8	25,480	110	30,368	30,8730
9	26,195	124	31,706	30,9711
10	27,020	134	32,975	31,0233
11	27,955	143	34,310	30,6163
12	28,835	145	35,279	30,4523
13	29,495	143	35,850	30,4175
14	29,935	134	35,890	30,3858
15	30,100	124	35,611	30,3605
16	29,935	110	34,823	30,3415
17	29,550	157	36,527	30,3257
18	28,945	191	37,433	30,3099
19	28,230	48	30,363	30,2972
20	27,515	0	27,515	30,2877
21	26,910	0	26,910	30,4073
22	26,360	0	26,360	30,7795
23	25,920	0	25,920	30,7084



C.1 CARATTERISTICHE DEL SITO E PROPIETA' DELLA STRUTTURA

C.1 Solaio di copertura in legno.



CARATTERISTICHE DEL SITO E PROPIETA' DELLA STRUTTURA

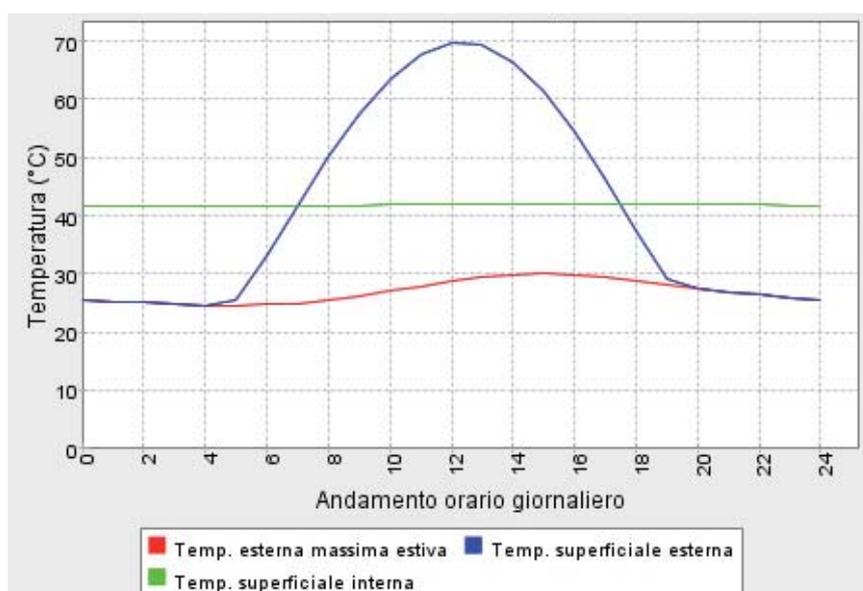
Localizzazione	FALCONARA (AN)
Latitudine 43° 36'	Zona Climatica - D
Tipo struttura	Solaio di copertura in legno
Orientamento parete	Sud
Colore parete esterna	Bianco
Numero strati	9
Spessore totale	0,6006 m
Resistenza termica totale	4,9073 m ² K/W
Trasmittanza termica totale	0,2038 W/(m ² K)
Attenuazione	0,0083
Sfasamento	28 h 13'

COMPOSIZIONE DEGLI STRATI DELLA PARTIZIONE VERTICALE ESTERNA

	Descrizione Materiale	Spessore [m]	Resistenza [m ² K/W]	Conduttività [W/(mK)]	Densità [kg/m ³]	Cal. spec. [J/kgK]
	<i>Superficie esterna</i>		0,0741			
1	Terra	0,30	0,2344	1,28	1460,00	1046,00
2	Natural	0,0013	0,01	0,13	910,00	1255,20
3	Polipropilene	0,10	0,40	0,25	1150,00	1255,20
4	Membrana neoprene	0,003	0,013	0,23	1240,00	2510,40
5	Legno abete	0,015	0,1154	0,13	470,00	2719,60
6	Fibra di legno	0,15	3,75	0,04	160,00	2719,60
7	Natural	0,0013	0,01	0,13	910,00	1255,20
8	Legno abete	0,015	0,1154	0,13	470,00	2719,60
9	Cartongesso	0,015	0,06	0,25	2800,00	1046,00
	<i>Superficie interna</i>		0,125			

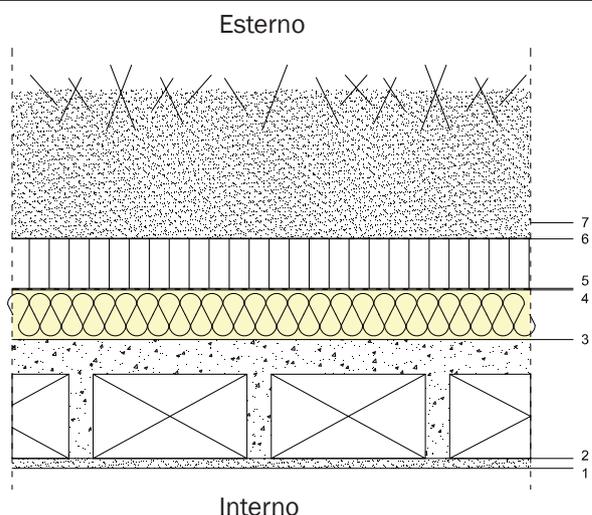
ANDAMENTO ORARIE DELLE TEMPERATURE

Orario	Temp. esterna	Irraggiamento	Temp. superficiale	Temp. superficiale
	massima estiva	incidente	esterna	interna
0	25,59	0	25,59	41,7769
1	25,315	0	25,315	41,7719
2	25,04	0	25,04	41,7673
3	24,82	0	24,82	41,7636
4	24,655	0	24,655	41,7609
5	24,6	19	25,4444	41,7586
6	24,71	188	33,0656	41,7563
7	24,985	377	41,7406	41,7545
8	25,48	554	50,1022	41,7531
9	26,195	706	57,5728	41,7597
10	27,02	822	63,5533	41,8231
11	27,955	895	67,7328	41,8953
12	28,835	920	69,7239	41,9648
13	29,495	895	69,2728	42,027
14	29,935	822	66,4683	42,0767
15	30,1	706	61,4778	42,1115
16	29,935	554	54,5572	42,1281
17	29,55	377	46,3056	42,1243
18	28,945	188	37,3006	42,101
19	28,23	19	29,0744	42,0595
20	27,515	0	27,515	42,0019
21	26,91	0	26,91	41,9332
22	26,36	0	26,36	41,8583
23	25,92	0	25,92	41,7899



C.2 CARATTERISTICHE DEL SITO E PROPIETA' DELLA STRUTTURA

C.2 Solaio di copertura in laterizio.



CARATTERISTICHE DEL SITO E PROPIETA' DELLA STRUTTURA

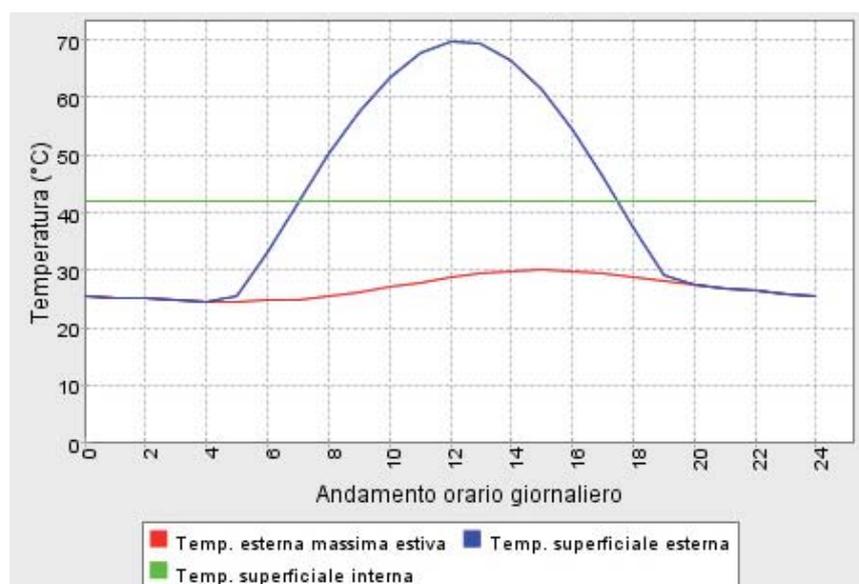
Localizzazione	FALCONARA (AN)
Latitudine 43° 36'	Zona Climatica - D
Tipo struttura	Solaio di copertura in laterizio
Orientamento parete	Sud
Colore parete esterna	Scuro
Numero strati	7
Spessore totale	0,7643 m
Resistenza termica totale	4,8851 m ² K/W
Trasmittanza termica totale	0,2047 W/(m ² K)
Attenuazione	0,0026
Sfasamento	30 h 29'

COMPOSIZIONE DEGLI STRATI DELLA PARTIZIONE VERTICALE ESTERNA

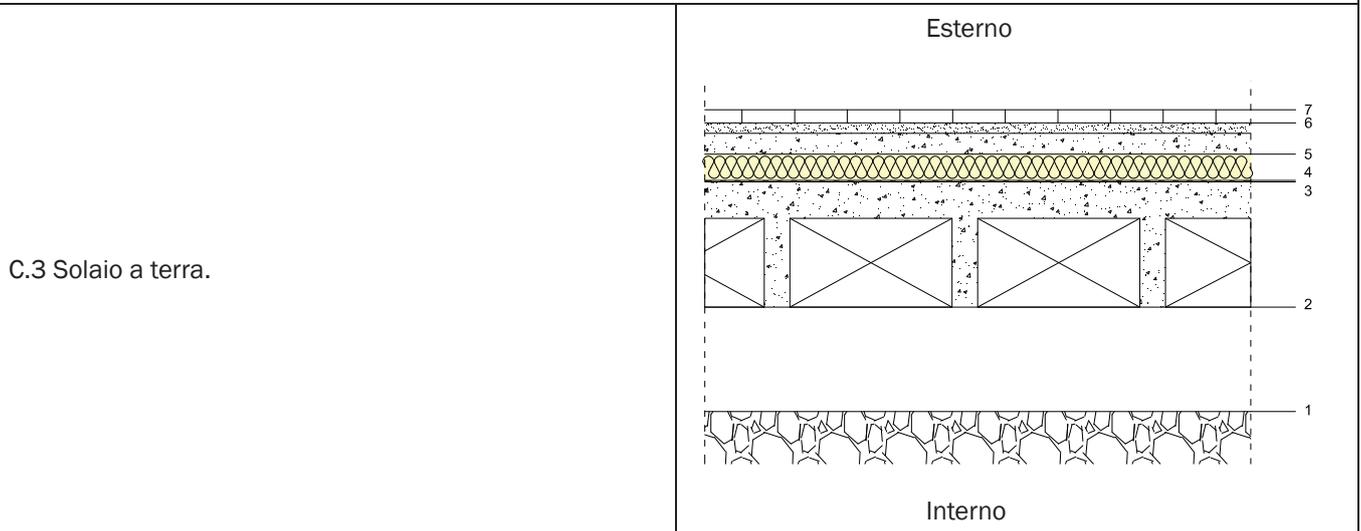
	Descrizione Materiale	Spessore [m]	Resistenza [m ² K/W]	Conduttività [W/(mK)]	Densità [kg/m ³]	Cal. spec. [J/kgK]
	<i>Superficie esterna</i>		0,0741			
1	Terra	0,30	0,2344	1,28	1460,00	1046,00
2	Natural	0,0013	0,01	0,13	910,00	1255,20
3	Polipropilene	0,10	0,40	0,25	1150,00	1255,20
4	Membrana neoprene	0,003	0,013	0,23	1240,00	2510,40
5	Eps	0,10	2,50	0,04	15,00	1673,60
6	Solaio latero cemento	0,24	1,50	0,16	900,00	1004,16
7	Intonaco calce di gesso	0,02	0,0286	0,70	1400,00	1255,20
	<i>Superficie interna</i>		0,125			

ANDAMENTO ORARIE DELLE TEMPERATURE

Orario	Temp. esterna	Irraggiamento	Temp. superficiale	Temp. superficiale
	massima estiva	incidente	esterna	interna
0	25,59	0	25,59	41,8848
1	25,315	0	25,315	41,8637
2	25,04	0	25,04	41,8597
3	24,82	0	24,82	41,8582
4	24,655	0	24,655	41,8568
5	24,6	19	25,4444	41,8557
6	24,71	188	33,0656	41,8548
7	24,985	377	41,7406	41,8541
8	25,48	554	50,1022	41,8534
9	26,195	706	57,5728	41,8528
10	27,02	822	63,5533	41,8524
11	27,955	895	67,7328	41,8544
12	28,835	920	69,7239	41,8739
13	29,495	895	69,2728	41,8962
14	29,935	822	66,4683	41,9176
15	30,1	706	61,4778	41,9367
16	29,935	554	54,5572	41,952
17	29,55	377	46,3056	41,9627
18	28,945	188	37,3006	41,9678
19	28,23	19	29,0744	41,9666
20	27,515	0	27,515	41,9594
21	26,91	0	26,91	41,9467
22	26,36	0	26,36	41,929
23	25,92	0	25,92	41,9078



C.3 CARATTERISTICHE DEL SITO E PROPIETA' DELLA STRUTTURA



CARATTERISTICHE DEL SITO E PROPIETA' DELLA STRUTTURA

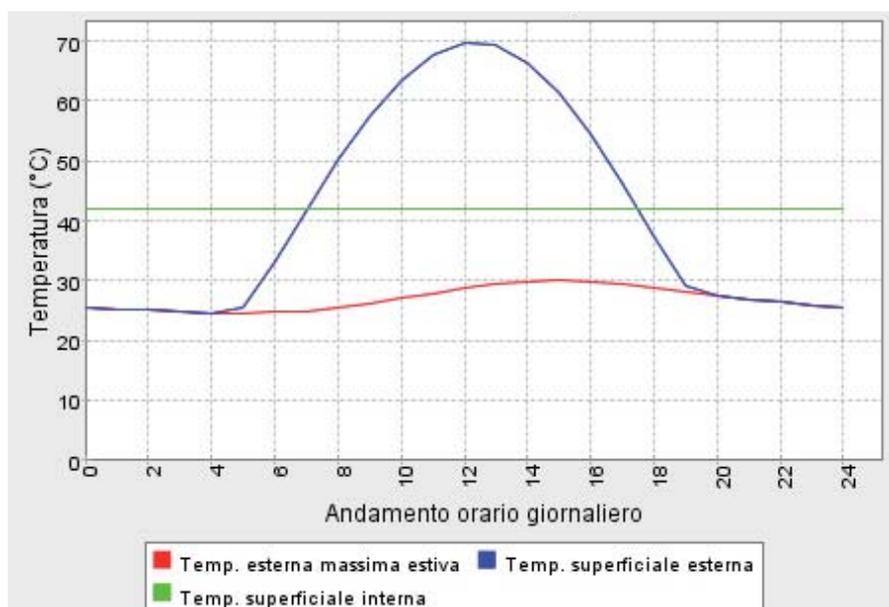
Localizzazione	FALCONARA (AN)
Latitudine 43° 36'	Zona Climatica - D
Tipo struttura	Solaio a terra
Orientamento parete	Sud
Colore parete esterna	Scuro
Numero strati	7
Spessore totale	0,878 m
Resistenza termica totale	4,4406 m ² K/W
Trasmittanza termica totale	0,2252 W/(m ² K)
Attenuazione	0,0019
Sfasamento	29 h 59'

COMPOSIZIONE DEGLI STRATI DELLA PARTIZIONE VERTICALE ESTERNA

	Descrizione Materiale	Spessore [m]	Resistenza [m ² K/W]	Conduttività [W/(mK)]	Densità [kg/m ³]	Cal. spec. [J/kgK]
	<i>Superficie esterna</i>		0,0741			
1	Ghiaia	0,30	0,5769	0,52	2050,00	209,20
2	Aria 0,2	0,20	0,16	1,25	1000,00	1004,16
3	Solaio latero cemento	0,24	1,50	0,16	900,00	1004,16
4	Membrana neoprene	0,003	0,013	0,23	1240,00	2510,40
5	Xps polistirene	0,05	1,6667	0,03	35,00	1673,60
6	Getto di posa	0,06	0,1463	0,41	1200,00	1004,16
7	Pavimento in legno	0,025	0,1786	0,14	650,00	1422,56
	<i>Superficie interna</i>		0,125			

ANDAMENTO ORARIE DELLE TEMPERATURE

Orario	Temp. esterna	Irraggiamento	Temp. superficiale	Temp. superficiale
	massima estiva	incidente	esterna	interna
0	25,59	0	25,59	41,8879
1	25,315	0	25,315	41,8724
2	25,04	0	25,04	41,8694
3	24,82	0	24,82	41,8683
4	24,655	0	24,655	41,8672
5	24,6	19	25,4444	41,8664
6	24,71	188	33,0656	41,8658
7	24,985	377	41,7406	41,8653
8	25,48	554	50,1022	41,8647
9	26,195	706	57,5728	41,8643
10	27,02	822	63,5533	41,8640
11	27,955	895	67,7328	41,8655
12	28,835	920	69,7239	41,8799
13	29,495	895	69,2728	41,8963
14	29,935	822	66,4683	41,9120
15	30,1	706	61,4778	41,9261
16	29,935	554	54,5572	41,9374
17	29,55	377	46,3056	41,9453
18	28,945	188	37,3006	41,9491
19	28,23	19	29,0744	41,9482
20	27,515	0	27,515	41,9429
21	26,91	0	26,91	41,9335
22	26,36	0	26,36	41,9204
23	25,92	0	25,92	41,9049



ESEMPIO DI DATI UTILIZZATI PER LA COSTRUZIONE DI UN MODELLO DI STUDIO ANALIZZATO

ANALISI ELABORATE IN REGIME DINAMICO

1. COMPOSIZIONE DEGLI STRATI DELLA PARTIZIONE VERTICALE ESTERNA *							
	Descrizione Materiale	Spessore [m]	Conduttività [W/(mK)]	Densità [kg/m³]	Cal. spec. [J/kgK]	%	
	<i>Superficie esterna</i>						
1	Intonaco con rete	0,02	0,90	1800,00	1464,40		
2	Minopor 45	0,12	0,05	115,00	1548,08		
3	Laterizio forato 0,25	0,25	0,40	774,00	2092,00		
3*	Cemento armato		2,50	2400,00	1000,00	10	
4	Intonaco calce di gesso	0,02	0,70	1400,00	1255,20		
	<i>Superficie interna</i>						
	<i>Trasmittanza U (W/mqK)</i>						0,285
	Trasmittanza U (W/mqK)*						0,296

* Lo strato è termicamente eterogeneo (UNI 6946), il materiale con numerazione e simbolo ad apice indica il secondo materiale presente in quella sezione e la quantità di esso espressa in percentuale

1.1 COMPOSIZIONE DEGLI STRATI DELLA PARTIZIONE VERTICALE INTERNA							
	Descrizione Materiale	Spessore [m]	Conduttività [W/(mK)]	Densità [kg/m³]	Cal. spec. [J/kgK]	%	
	<i>Superficie interna</i>						
1	Intonaco calce di gesso	0,02	0,70	1400,00	1255,20		
2	Laterizio forato	0,14	0,40	774,00	2092,00		
3	Lana di roccia	0,06	0,038	40,00	840,00		
4	Tavella in laterizio	0,03	0,40	774,00	2092,00		
5	Intonaco calce di gesso	0,02	0,70	1400,00	1255,20		
	<i>Superficie interna</i>						
	Trasmittanza U (W/mqK)						0,448

2 COMPOSIZIONE DEGLI STRATI DEL SOLAIO DI COPERTURA*							
	Descrizione Materiale	Spessore [m]	Conduttività [W/(mK)]	Densità [kg/m³]	Cal. spec. [J/kgK]	%	
	<i>Superficie esterna</i>						
1	Terreno per vegetazione	0,30	1,28	1460,00	880,00		
2	Rete filtrante ferma radici	0,0013	0,13	910,00	1100,00		
2*	Air gup>=15 mm (upwards)		0,30	1000,00	1000,00	50	
3	Polipropilene	0,10	0,25	1150,00	1000,00		
3*	Air gup>=15 mm (upwards)		0,30	1000,00	1000,00	50	
4	Membrana di neoprene	0,003	0,23	1240,00	2140,00		
5	EPS	0,10	0,04	15,00	1400,00		
6	Solaio in laterocemento	0,24	0,16	500,00	840,00		
7	Intonaco calce di gesso	0,02	0,70	1400,00	1255,20		
	<i>Superficie interna</i>						
	<i>Trasmittanza U (W/mqK)</i>						0,207
	Trasmittanza U (W/mqK)*						0,212

* Lo strato è termicamente eterogeneo (UNI 6946), il materiale con numerazione e simbolo ad apice indica il secondo materiale presente in quella sezione e la quantità di esso espressa in percentuale

2.1 COMPOSIZIONE DEGLI STRATI DEL SOLAIO INTERPIANO							
	Descrizione Materiale	Spessore [m]	Conduttività [W/(mK)]	Densità [kg/m³]	Cal. spec. [J/kgK]	%	
	<i>Superficie interna</i>						
1	Intonaco calce di gesso	0,02	0,70	1400,00	1255,20		
2	Solaio in laterocemento	0,24	0,16	500,00	840,00		
3	Membrana di neoprene	0,003	0,23	1240,00	2140,00		
4	EPS	0,10	0,04	10,00	1400,00		
5	Massetto di posa e integrazione impiantistica	0,09	0,41	1200,00	840,00		
6	Pavimento in doghe di legno	0,02	0,14	650,00	1200,00		
	<i>Superficie interna</i>						
	Trasmittanza U (W/mqK)						0,264

2.2 COMPOSIZIONE DEGLI STRATI DEL SOLAIO A TERRA

	Descrizione Materiale	Spessore [m]	Conduttività [W/(mK)]	Densità [kg/m³]	Cal. spec. [J/kgK]	%	
	<i>Superficie interna</i>						
1	Vespaio	0,30	0,52	2050,00	184,00		
2	Air gup >=15 mm (upwards)	0,20	0,30	1000,00	1000,00		
3	Solaio in laterocemento	0,24	0,16	500,00	840,00		
4	Membrana di neoprene	0,003	0,23	1240,00	2140,00		
5	EPS	0,10	0,04	10,00	1400,00		
6	Massetto di posa e integrazione impiantistica	0,09	0,41	1200,00	840,00		
7	Pavimento in doghe di legno	0,02	0,14	650,00	1200,00		
	<i>Superficie interna</i>						
	Trasmittanza						0,237

3 TIPOLOGIA DI APERTURA

Orientamento	N - S - E - O	Ante	1	Superficie vetrata su involucro	14,5%	
Dimensione	0,8 * 2,7 [m]	Area	2,18 [mq]	Numero di aperture per ambiente riscaldato	5 - 6 unità	

3.1 COMPOSIZIONE FINESTRE - VETRO UTILIZZATO NELL'INFISSO

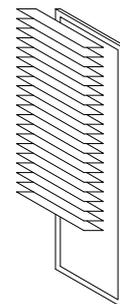
	Descrizione Materiale	Spessore [m]	Categoria	Valori calcolati	
	<i>Doppio vetro</i>			Trasmissione solare totale (SHGC)	0,635
1	PYRB Clear	0,006	Chiaro	Trasmissione solare diretta	0,531
2	Argon	0,013		Trasmissione luce	0,721
3	PYRB Clear 6mm	0,006	Chiaro		
	Trasmittanza U (W/mqK)				1,689

3.2 COMPOSIZIONE FINESTRE - TELAIO INFISSO

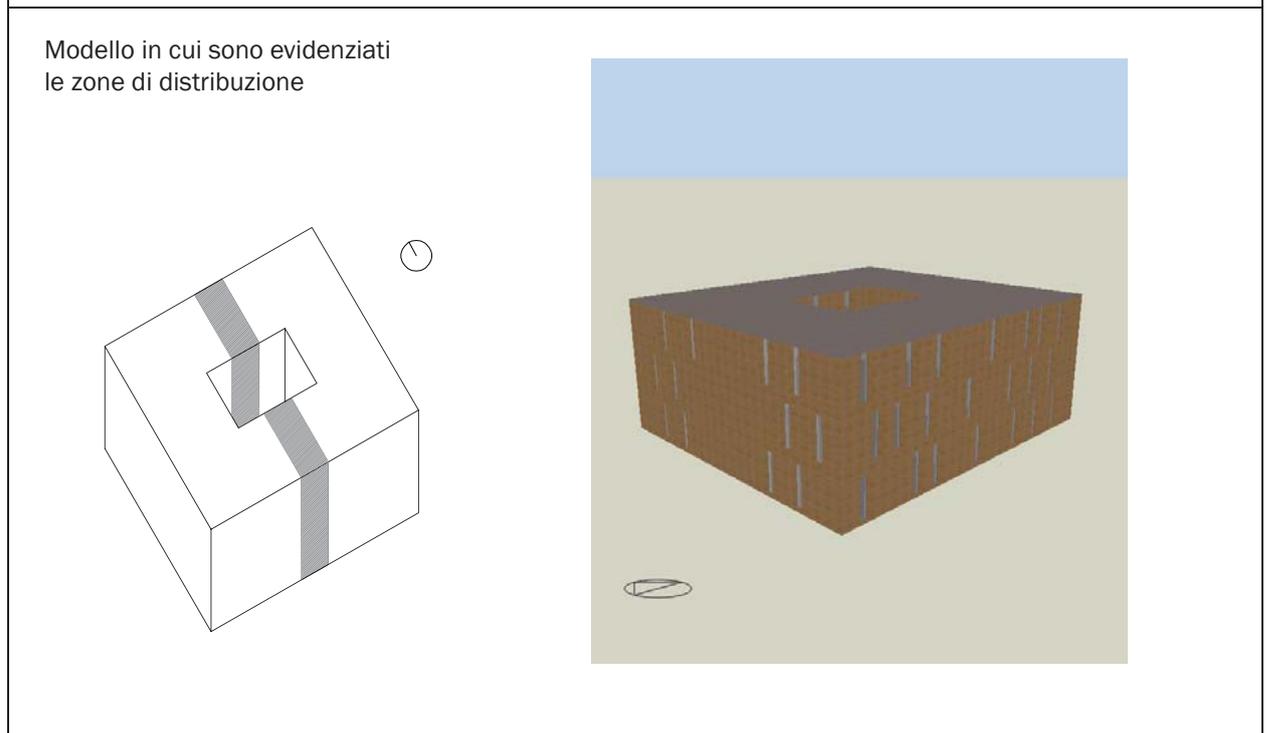
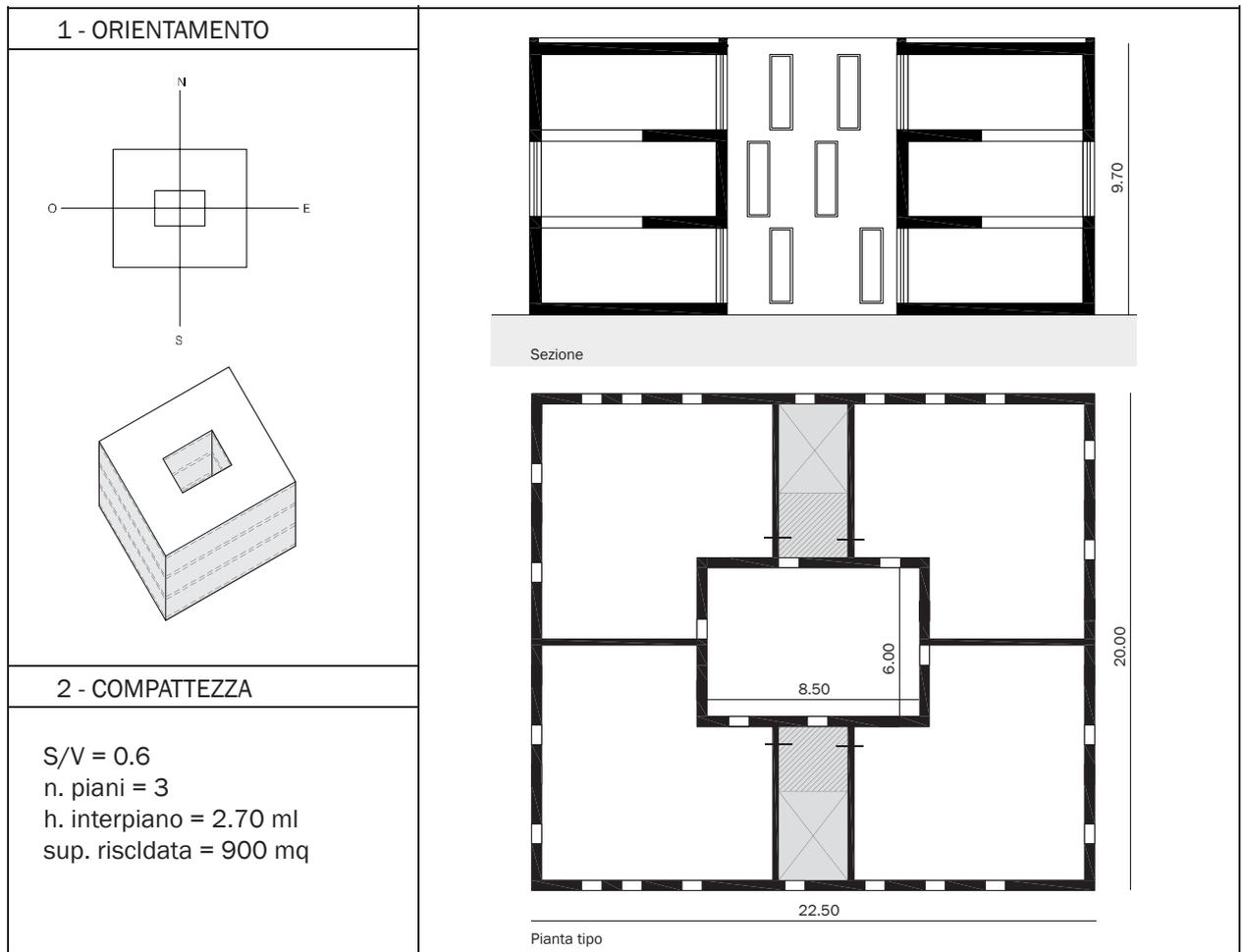
	Descrizione Materiale	Spessore [m]	Conduttività [W/(mK)]	Densità [kg/m³]	Cal. spec. [J/kgK]	%	
	<i>Telaio finestra</i>						
1	Legno di abete	0,13	470,00	470,00	2100,00		
2	Air gup >=15 mm (upwards)	0,04	160,00	2800,00	880,00		
3	Legno di abete	0,13	470,00	470,00	2100,00		
	Trasmittanza						1,583

3.3 SISTEMA DI OMBREGGIAMENTO SOLARE - FRANGISOLE ORIZZONATLE

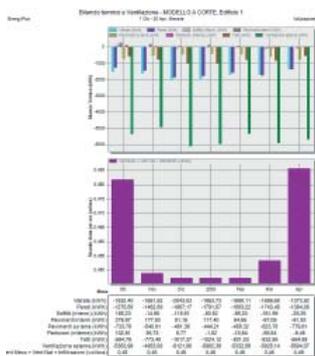
	Frangisole	Spessore [m]	Conduttività [W/(mK)]	Densità [kg/m³]	Cal. spec. [J/kgK]	
1	Legno di larice	0,13	470,00	600,00	2100,00	
	Numero di palette				20	
	Interspazio verticale				0,10 [m]	
	Amgolo				0	
	Distanza dalla finestra				0,10 [m]	
	Profondità delle palette				0,10 [m]	
	Direzione doghe				orizzontali	
	Ombreggiamento				80%	



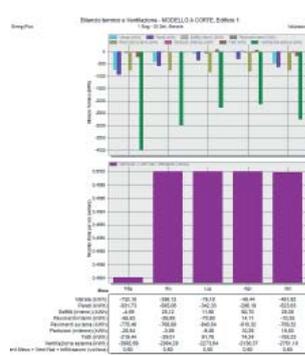
1 MODELLO COMPATTO - Partizione esterna pesante ventilata leggera (legno)



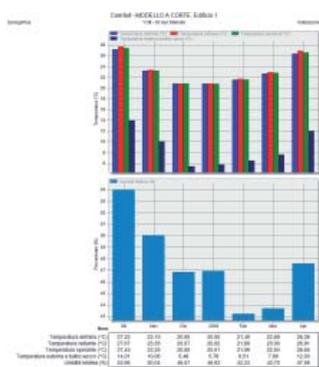
Analisi invernale - 1 ottobre al 30 aprile



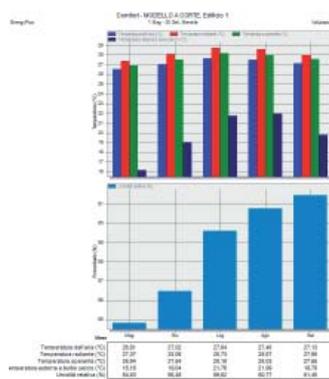
Analisi estiva - 1 maggio al 30 settembre



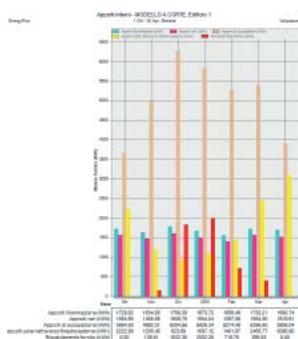
Bilancio termico e ventilazione invernale



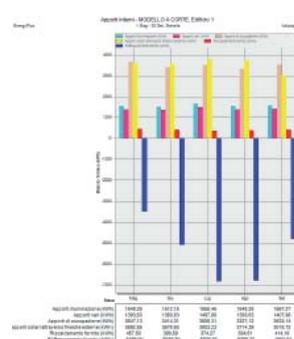
Bilancio termico e ventilazione estiva



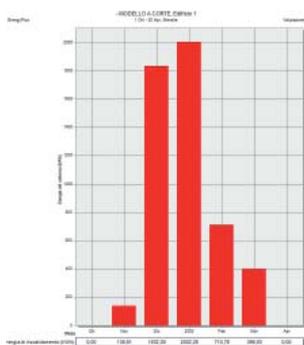
Confort invernale



Confort estivo

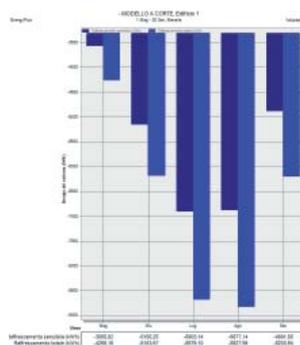


Apporti interni invernali



Consumi invernali

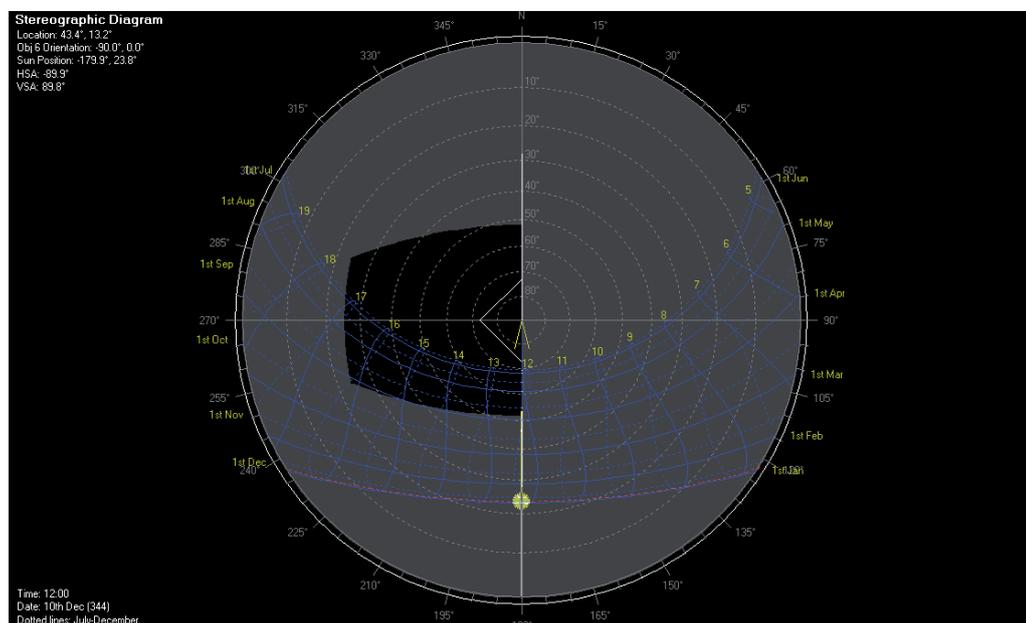
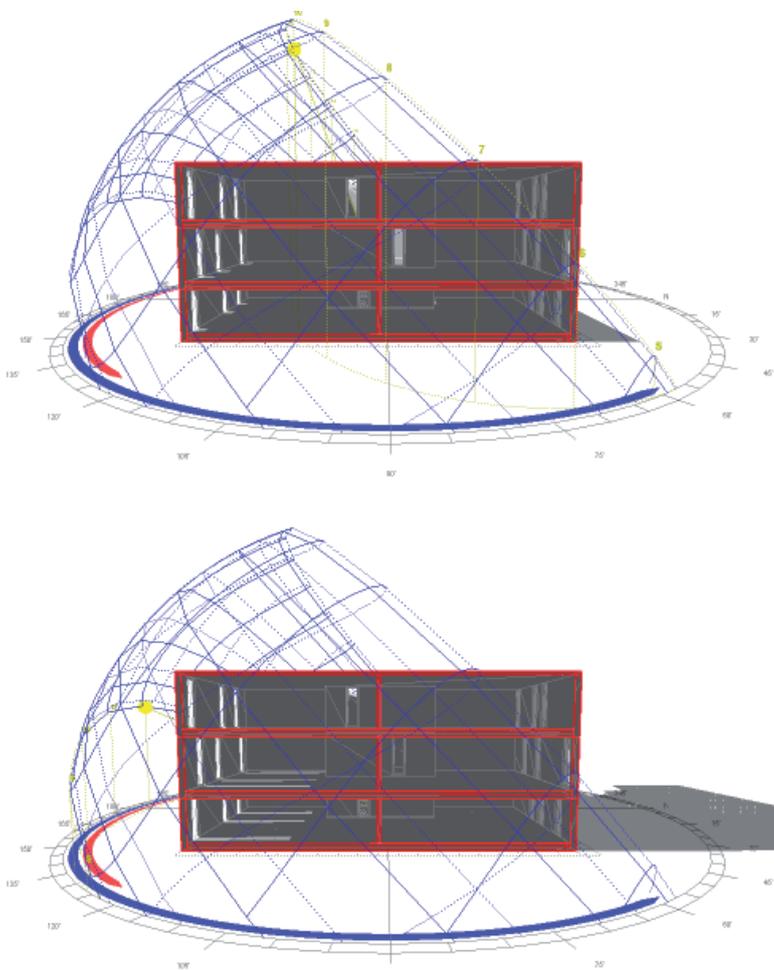
Apporti interni estivi

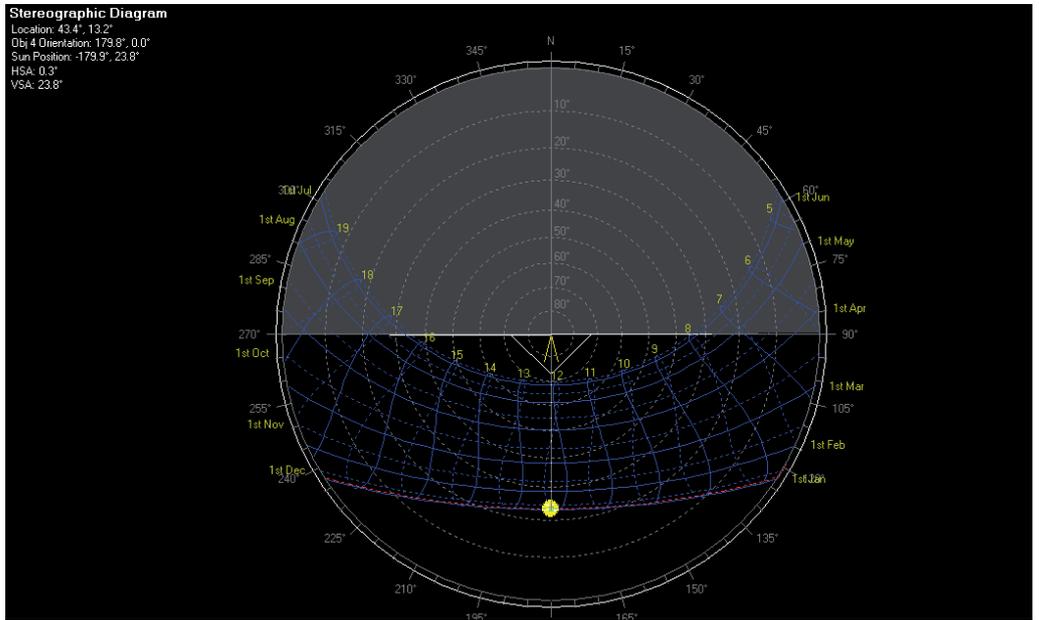
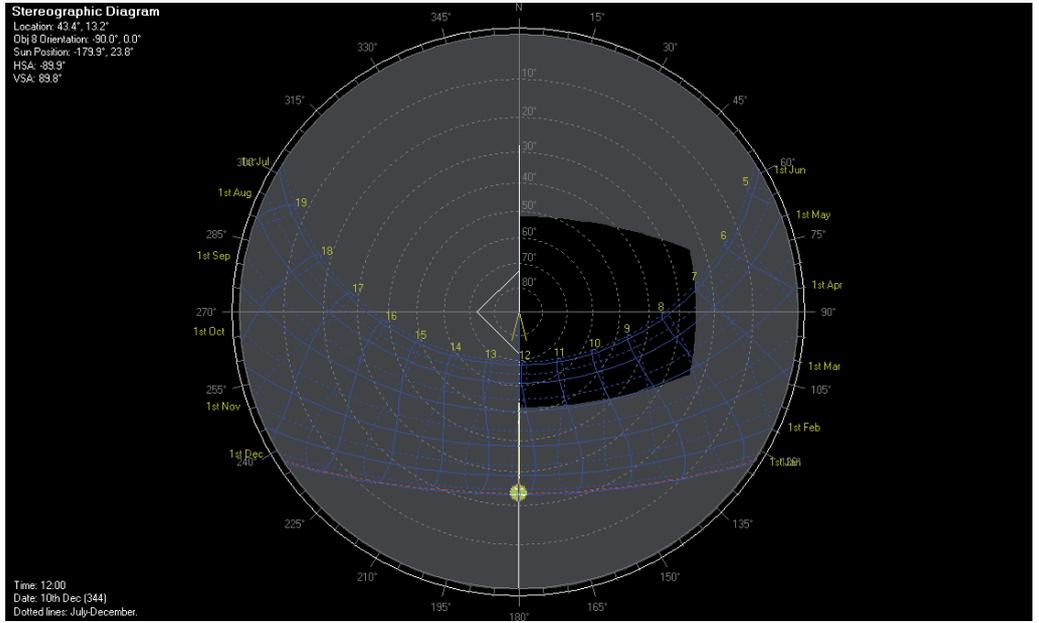
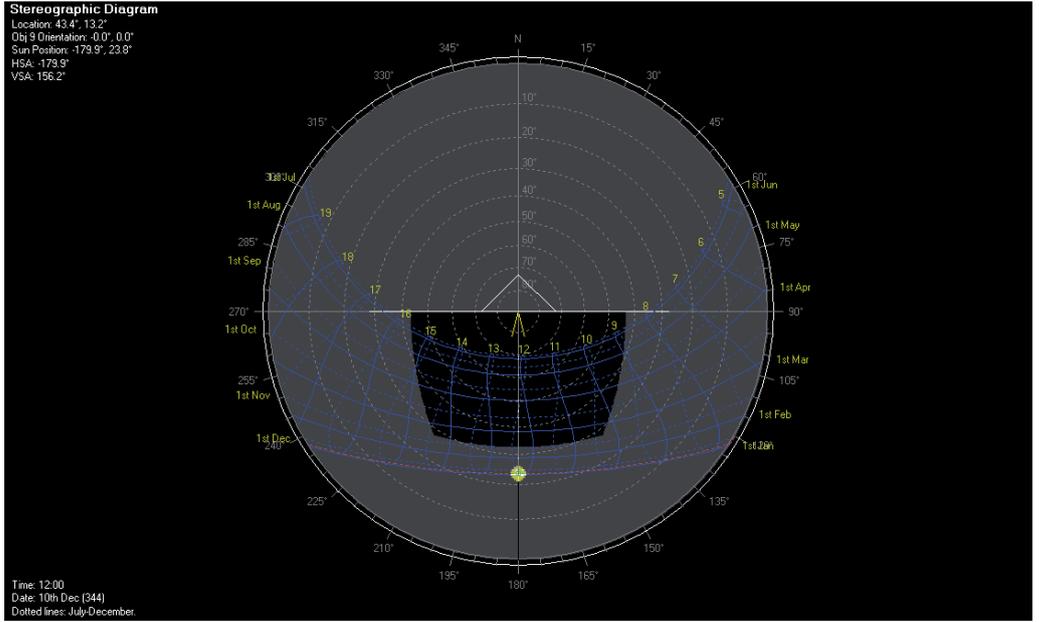


Consumi estivi

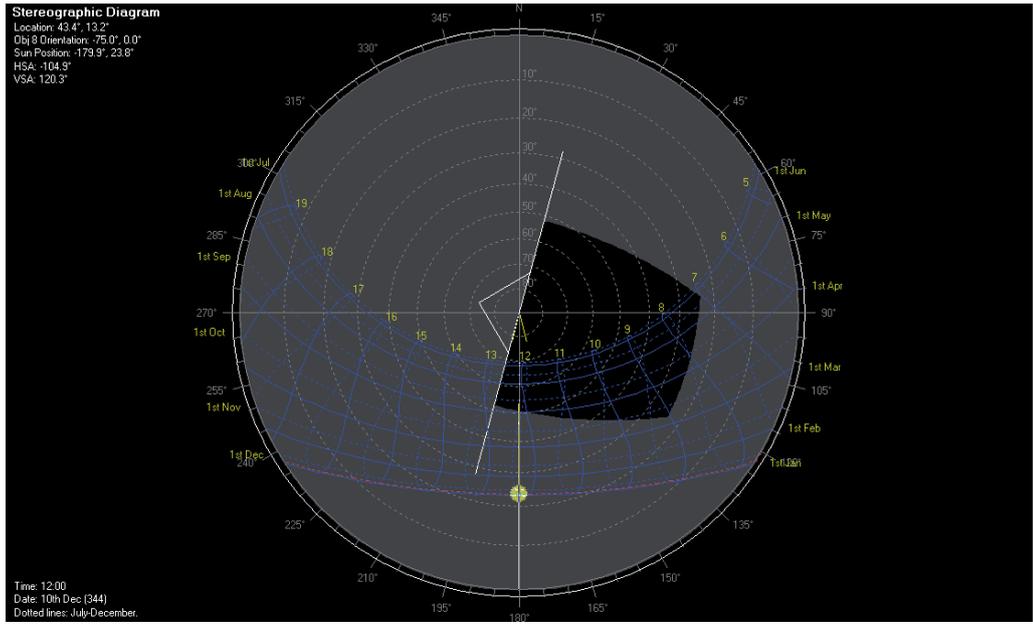
ANALISI DI VERIFICA DEL SOLEGGIAMENTO ESTERNO E INTERNO DEI MODELLI CON IL PROGRAMMA ECOTEC

Definizione delle maschere di ombreggiamento per i modelli a corte e lineri, orientati nord sud e ruotati ad est e ovest fino a 45° con movimenti di 15°. Seguiranno le analisi di soleggiamento interno nel mese di luglio e nel mese di dicembre, utilizzando per ciascuna tipologia tre diversi sistemi di ombreggiamento. Verifica che verrà eseguita con orientamento dei modelli a sud e ruotati in direzione est e ovest fino a 45°.

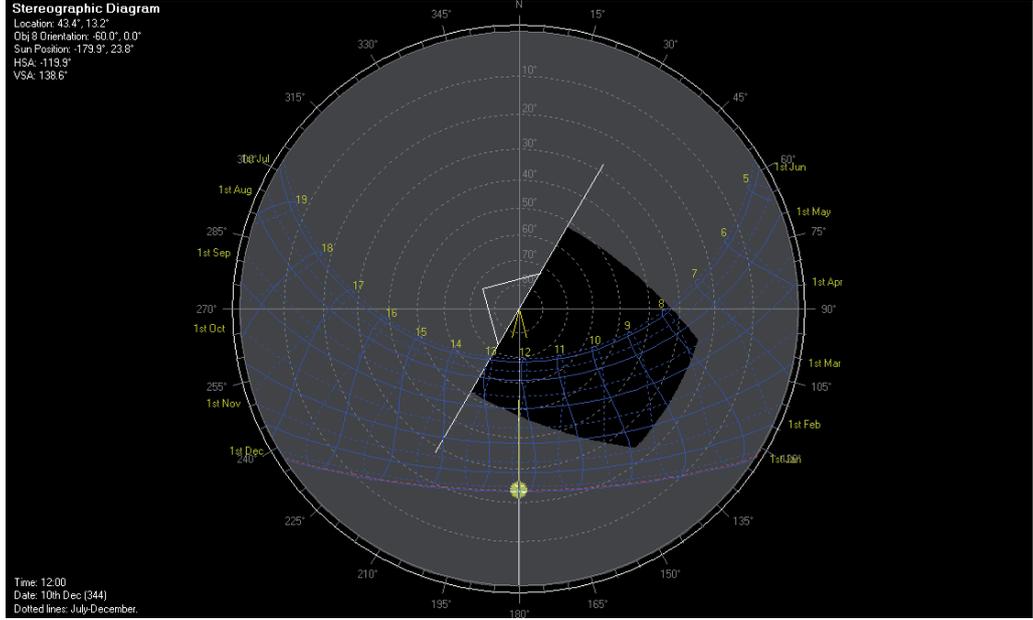




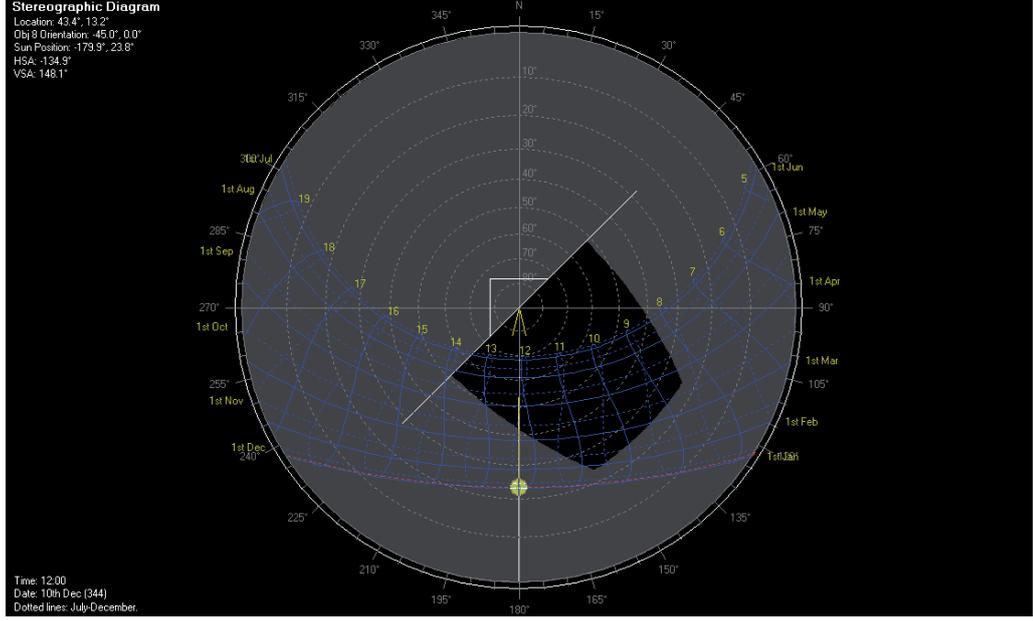
MASCHERE OMBREGGIAMENTO - MODELLO CORTE - SENZA SCHERMATURE - 12 LUG
 LATO INTERNO EST - OVEST 15°



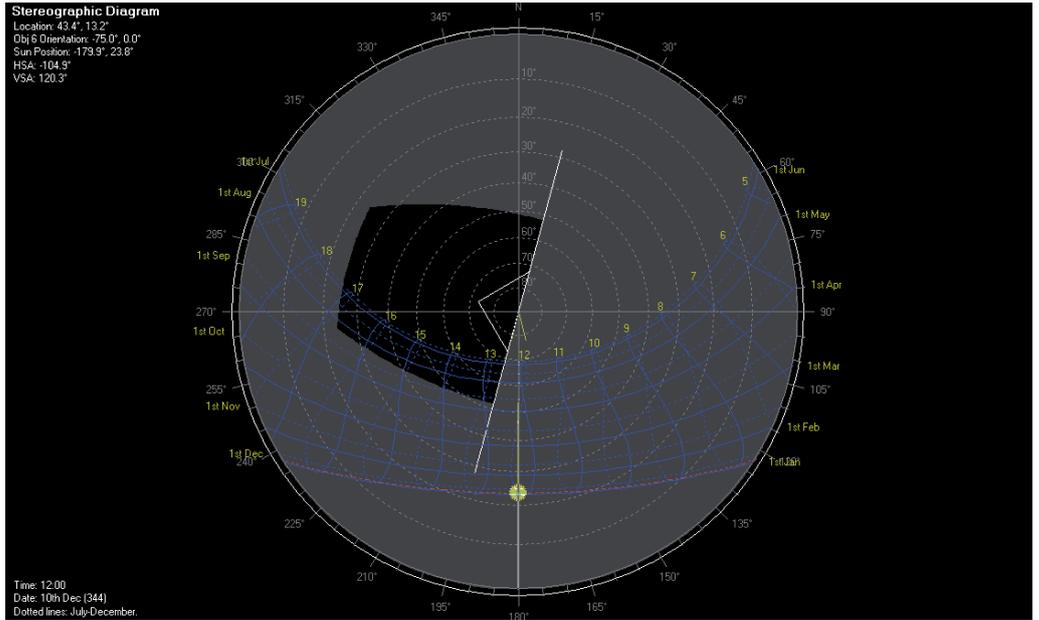
LATO INTERNO EST - OVEST 30°



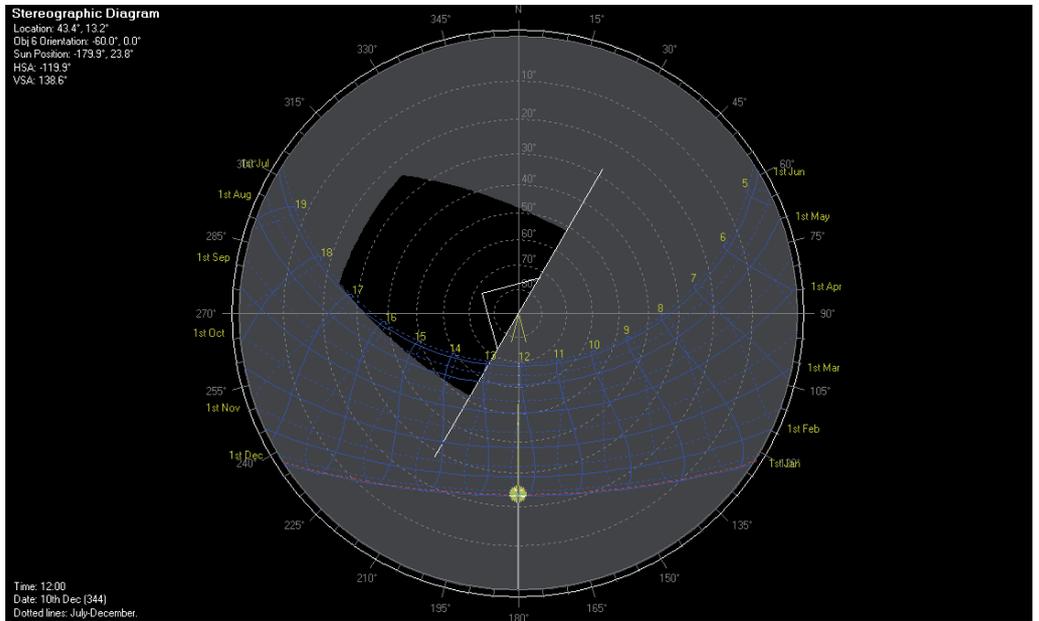
LATO INTERNO EST - OVEST 45°



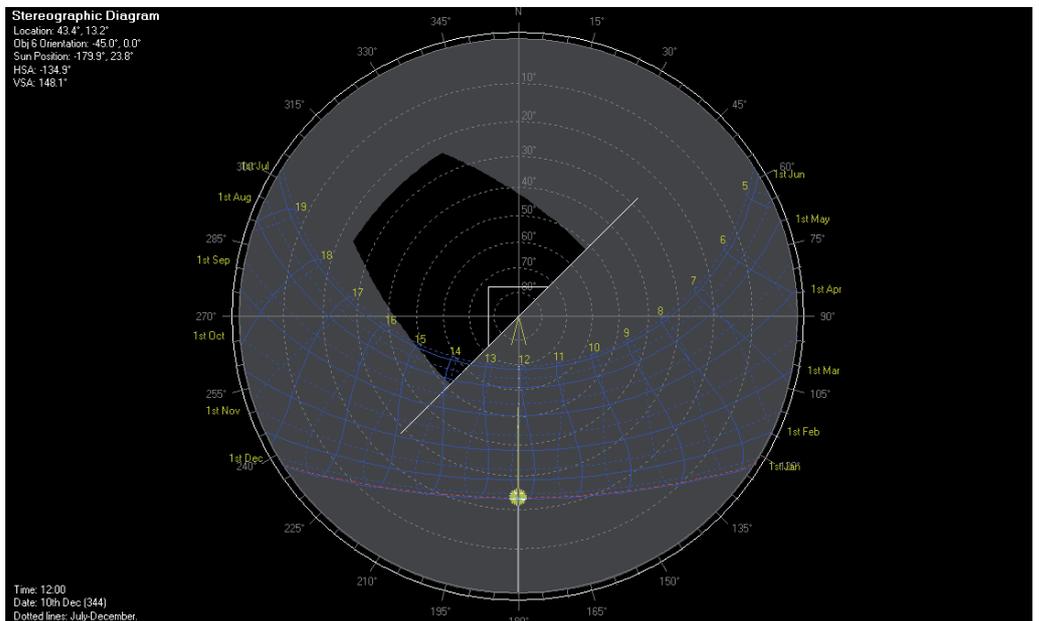
MASCHERE OMBREGGIAMENTO - MODELLO CORTE - SENZA SCHERMATURE - 12 LUG
 LATO INTERNO EST - OVEST 15°



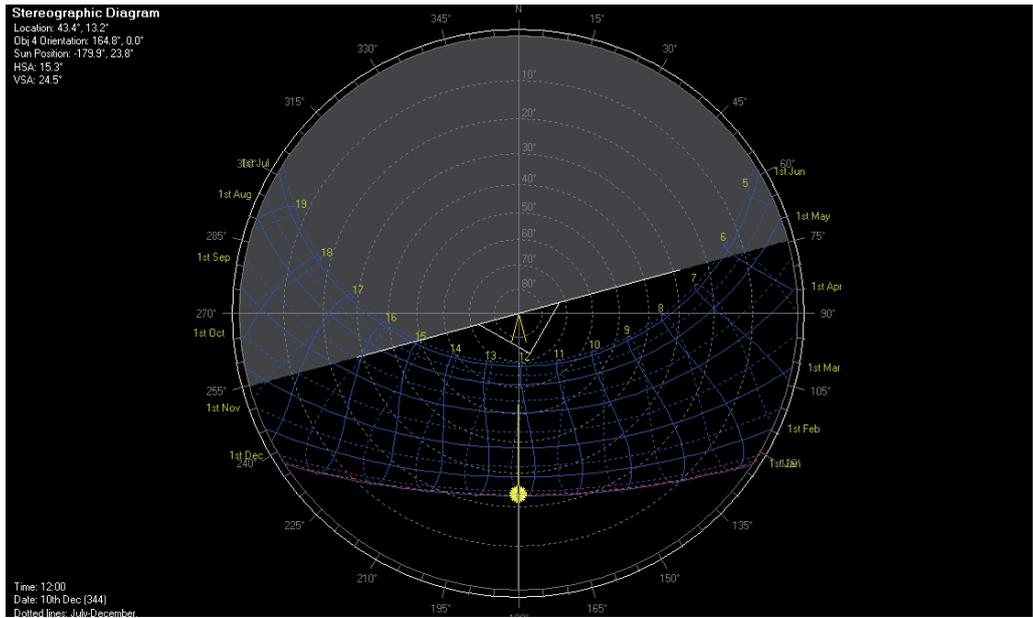
LATO INTERNO EST - OVEST 30°



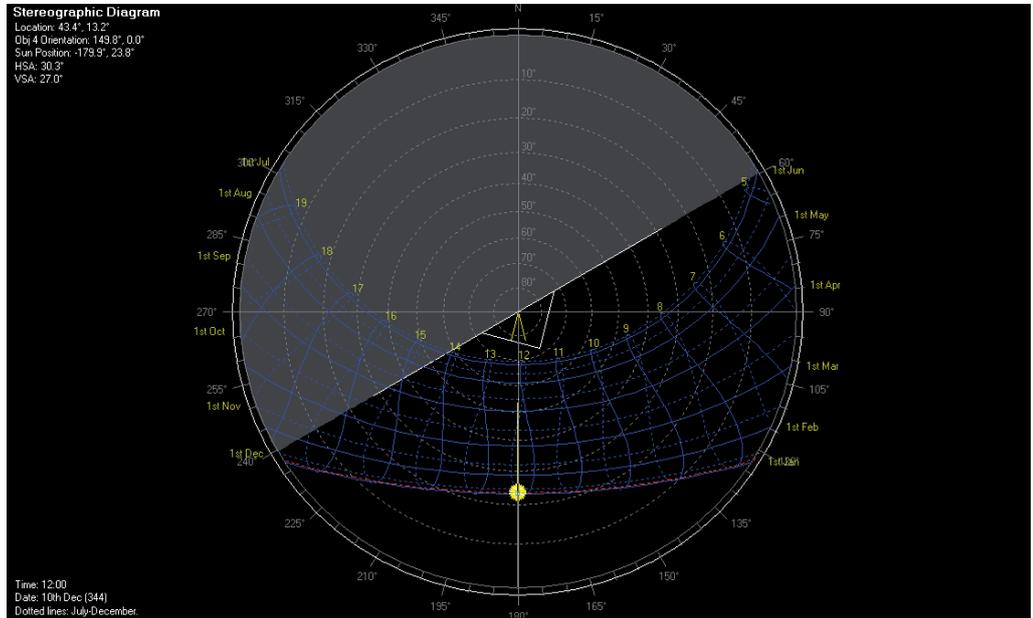
LATO INTERNO EST - OVEST 45°



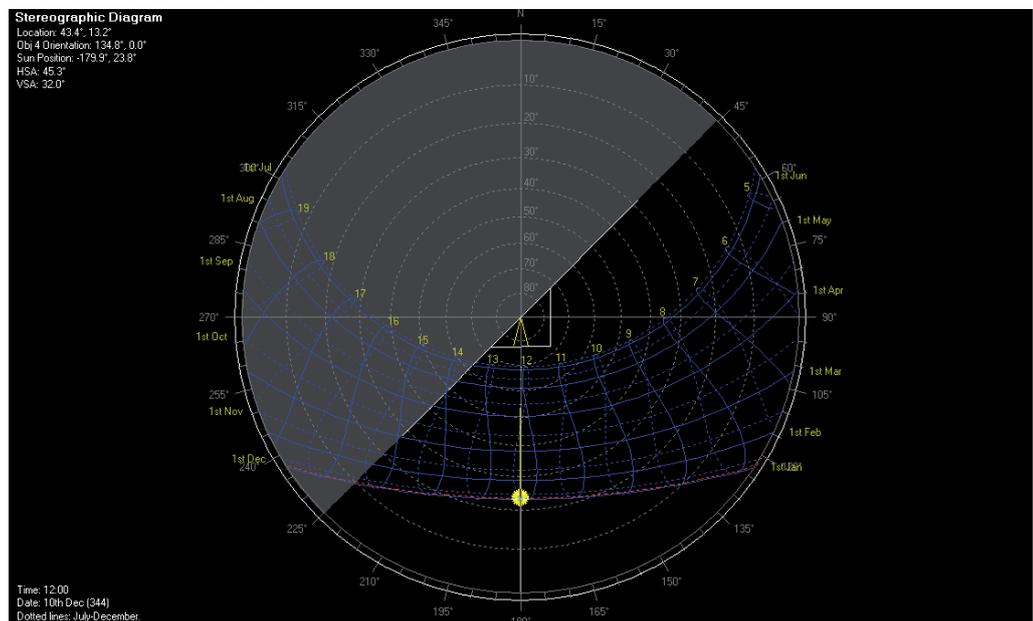
MASCHERE OMBREGGIAMENTO - MODELLO CORTE - SENZA SCHERMATURE - 12 DIC
 LATO ESTERNO SUD - EST 15°



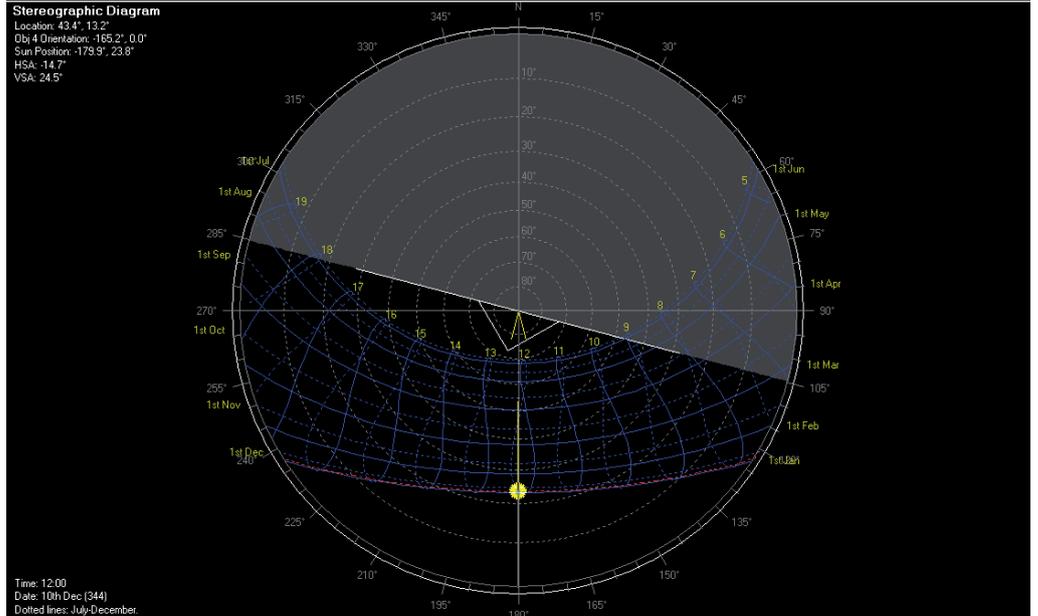
LATO ESTERNO SUD - EST 30°



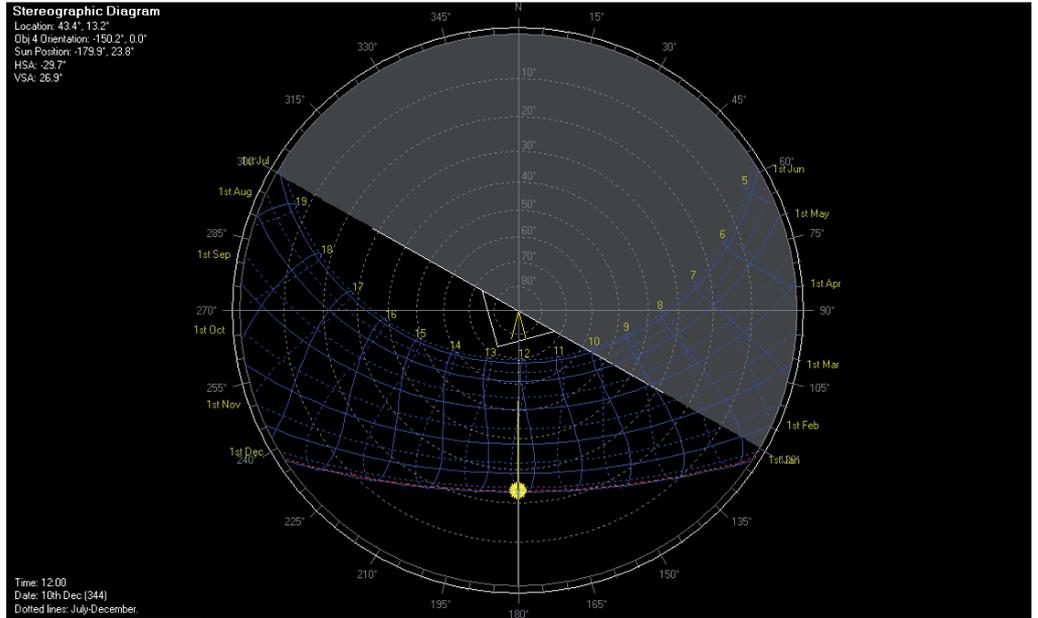
LATO ESTERNO SUD - EST 45°



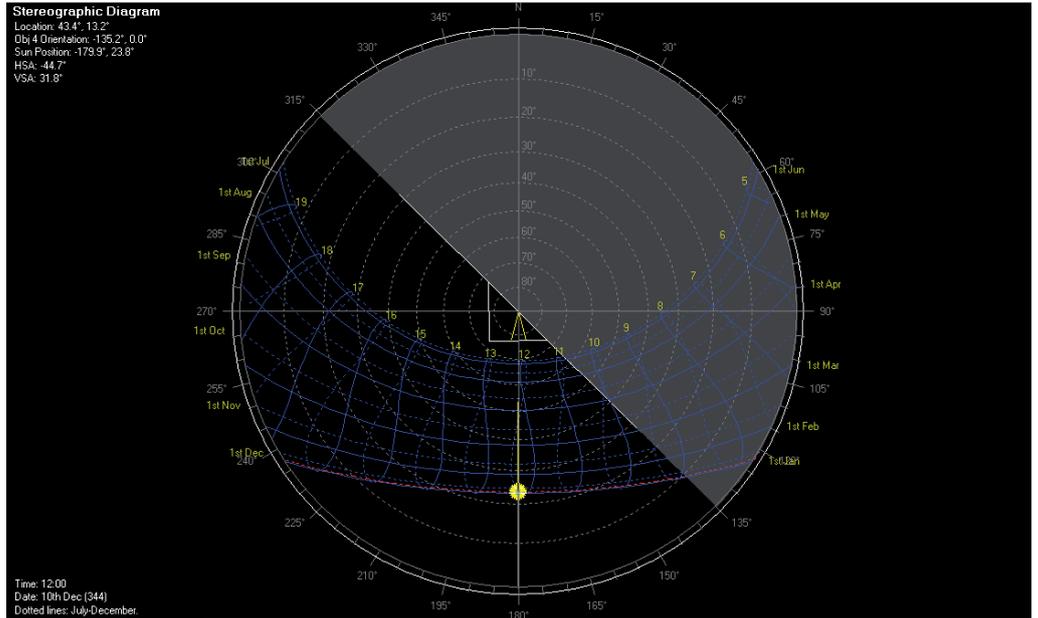
MASCHERE OMBREGGIAMENTO - MODELLO CORTE - SENZA SCHERMATURE - 12 DIC
 LATO ESTERNO SUD - OVEST 15°



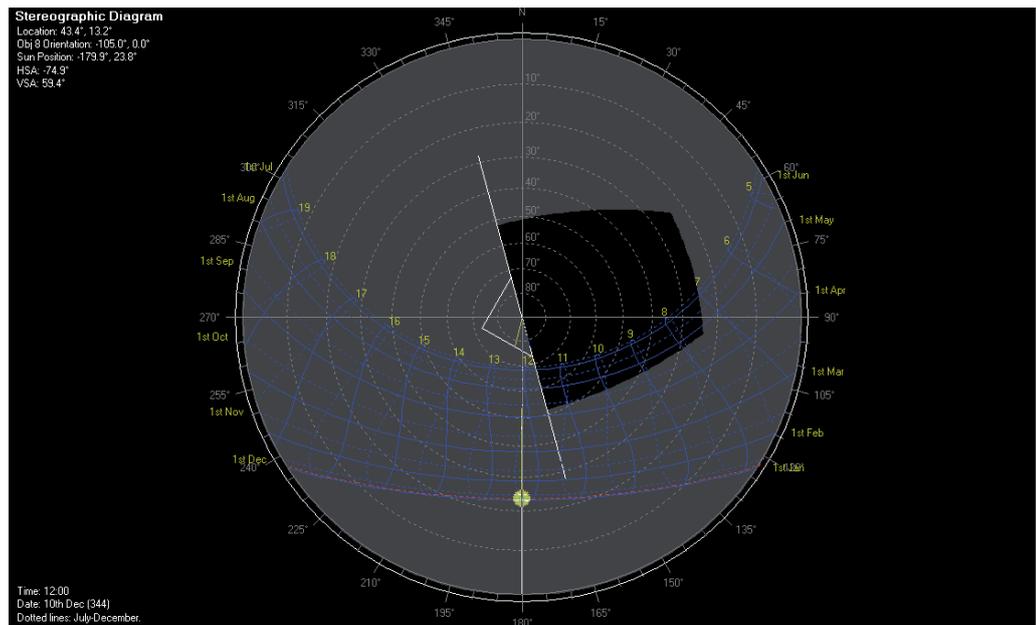
LATO ESTERNO SUD - OVEST 30°



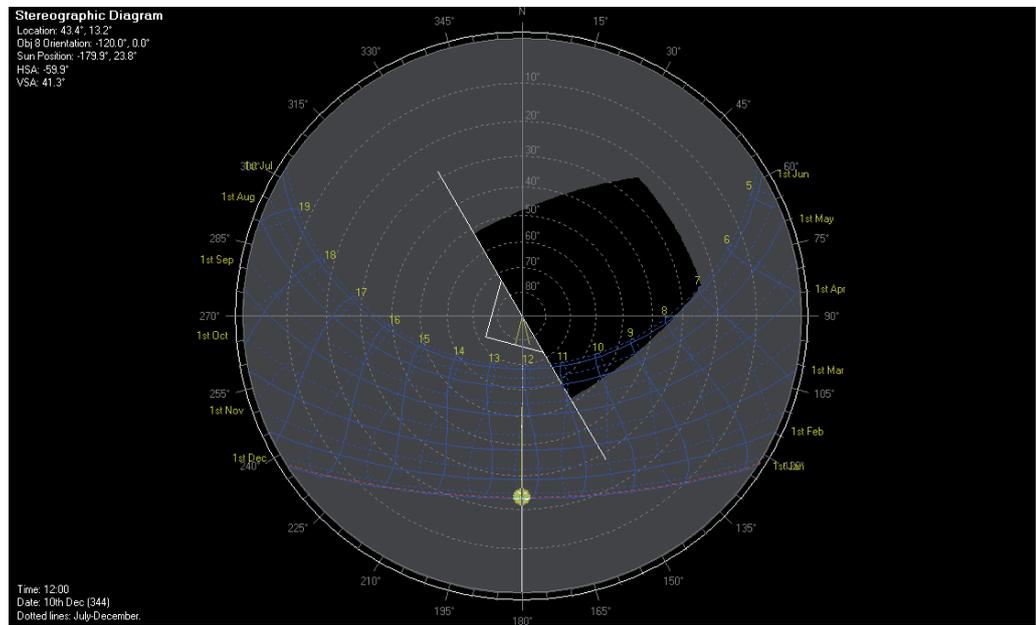
LATO ESTERNO SUD - OVEST 45°



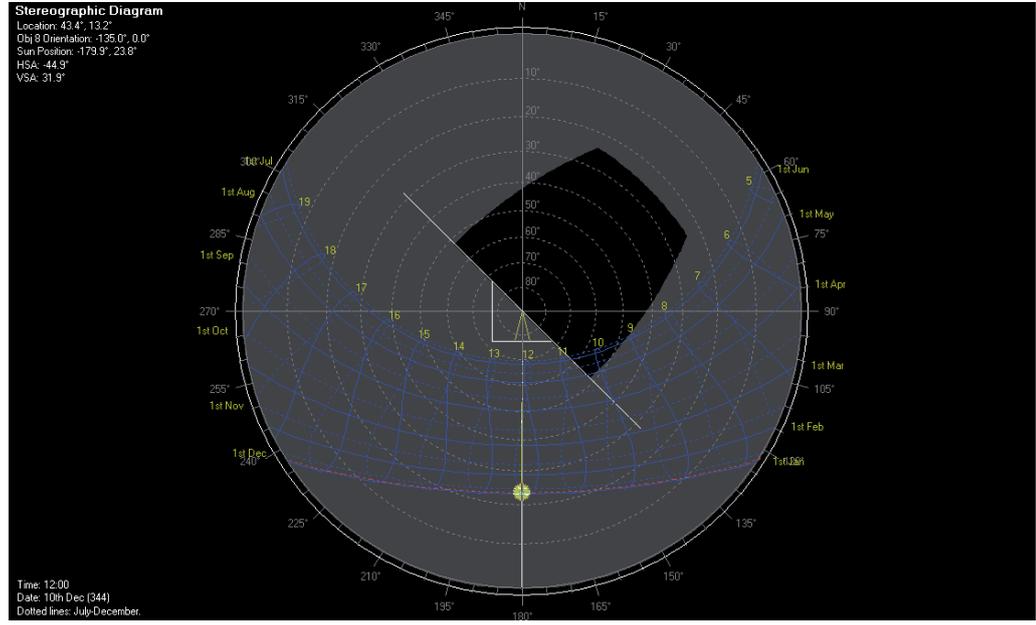
MASCHERE OMBREGGIAMENTO - MODELLO CORTE - SENZA SCHERMATURE - 12 DIC
 LATO INTERNO EST - EST 15°



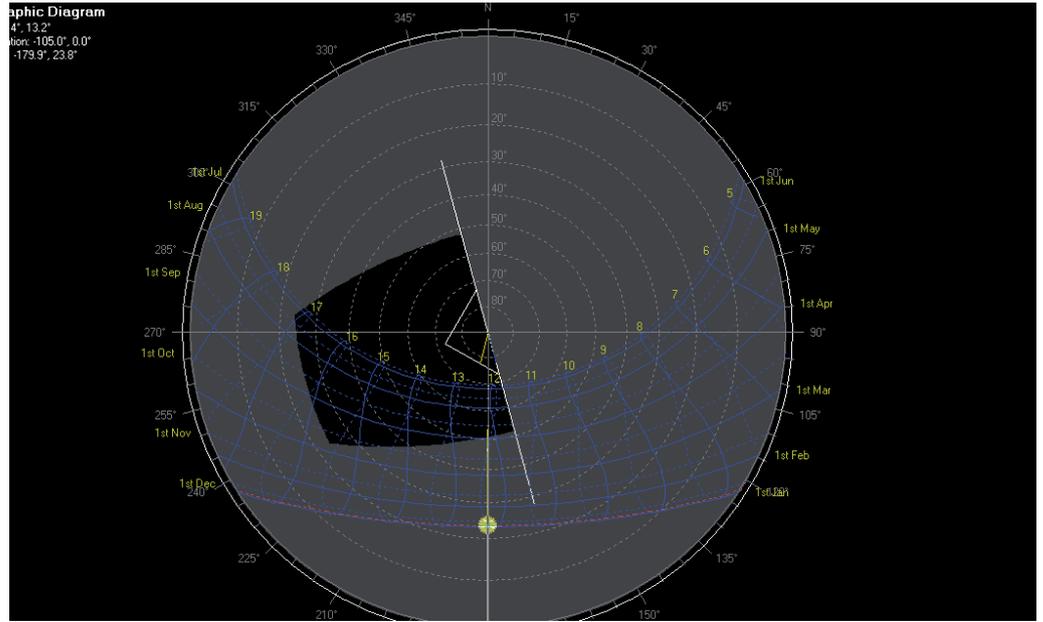
LATO INTERNO EST - EST 30°



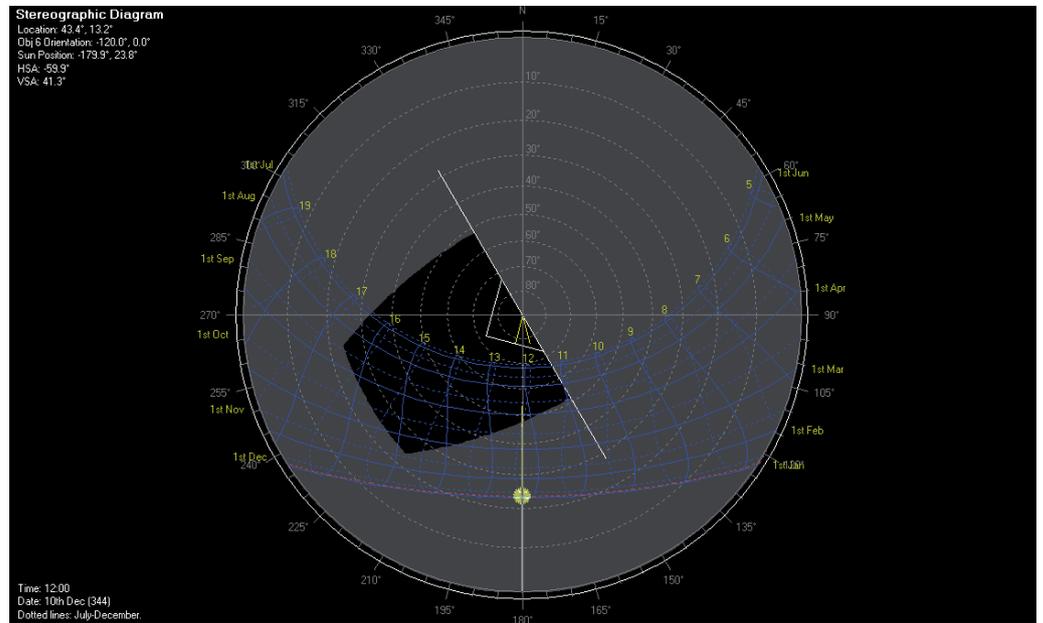
LATO INTERNO EST - EST 45°



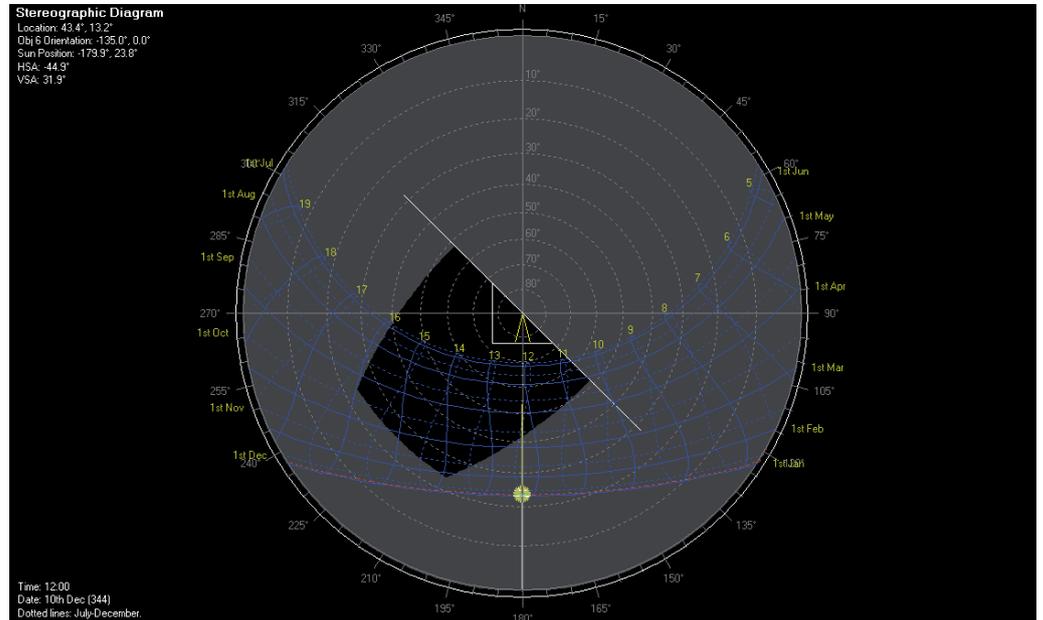
MASCHERE OMBREGGIAMENTO - MODELLO CORTE - SENZA SCHERMATURE - 12 DIC
 LATO INTERNO OVEST - EST 15°



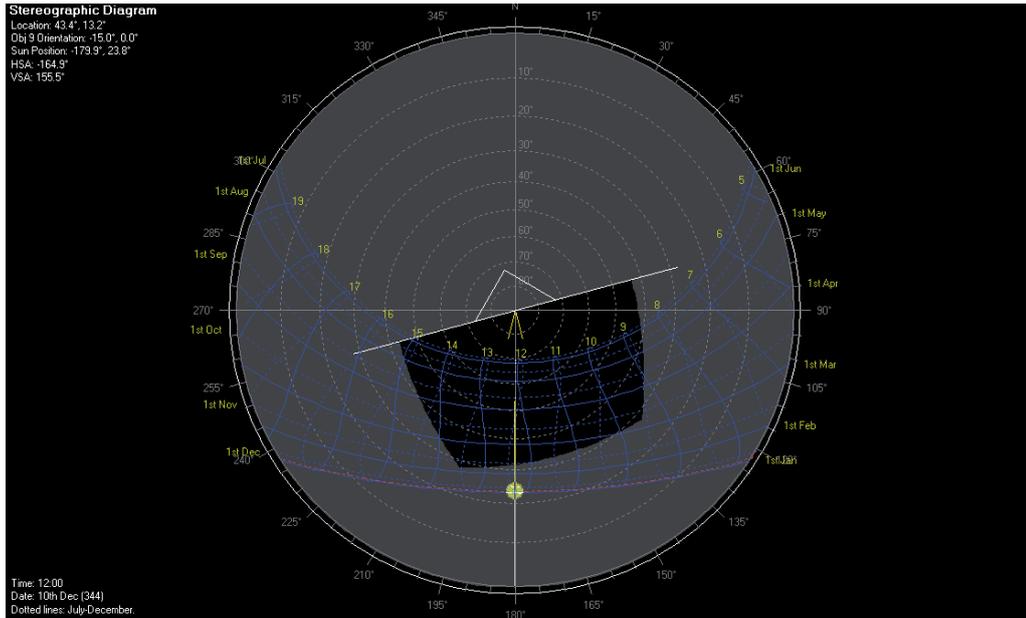
LATO INTERNO OVEST - EST 30°



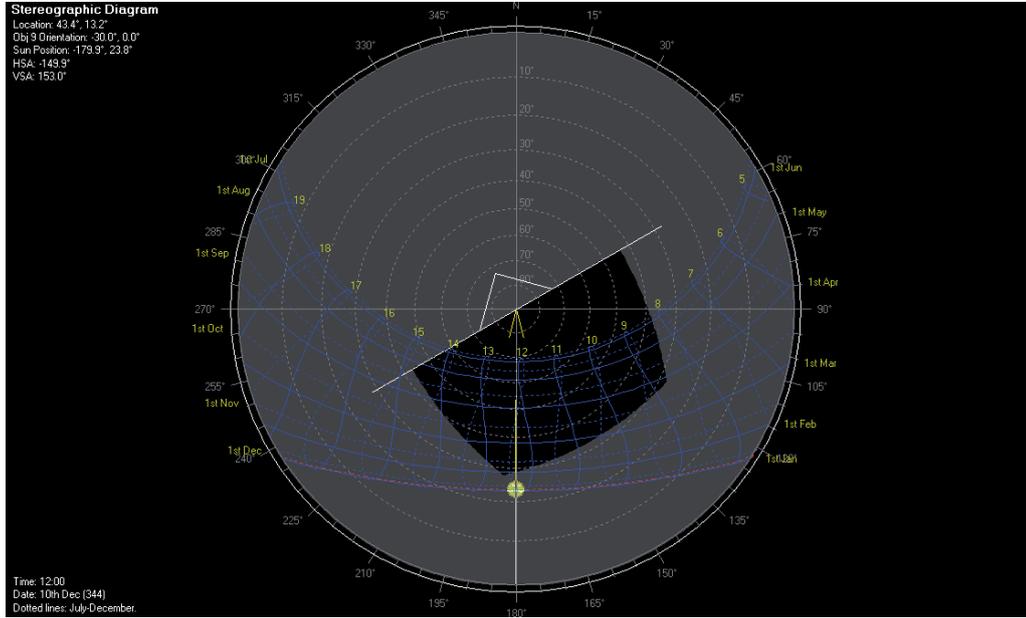
LATO INTERNO OVEST - EST 45°



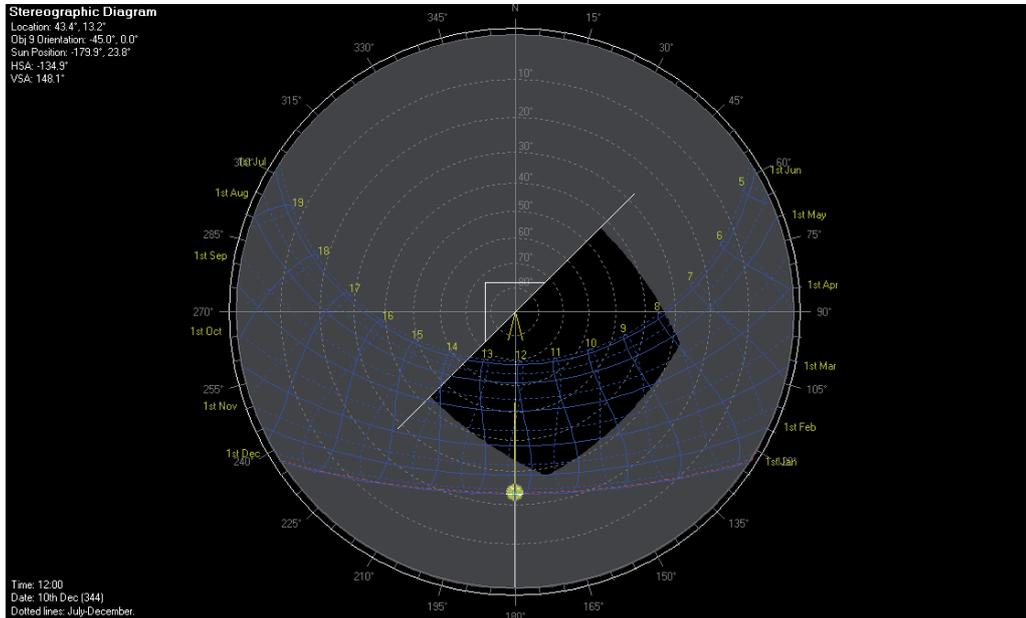
MASCHERE OMBREGGIAMENTO - MODELLO CORTE - SENZA SCHERMATURE - 12 DIC
 LATO INTERNO NORD - EST 15°



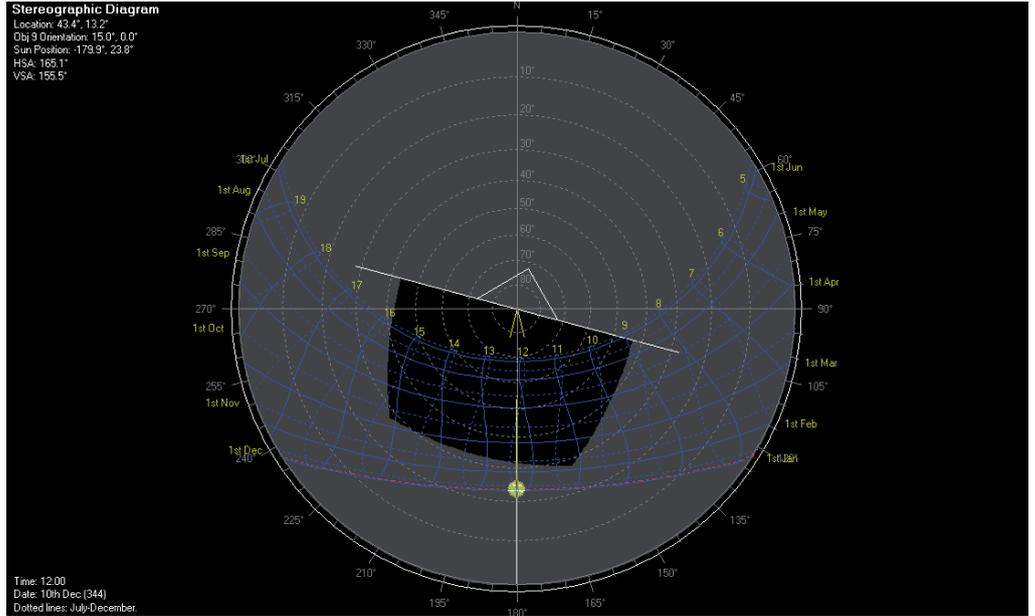
LATO INTERNO NORD - EST 30°



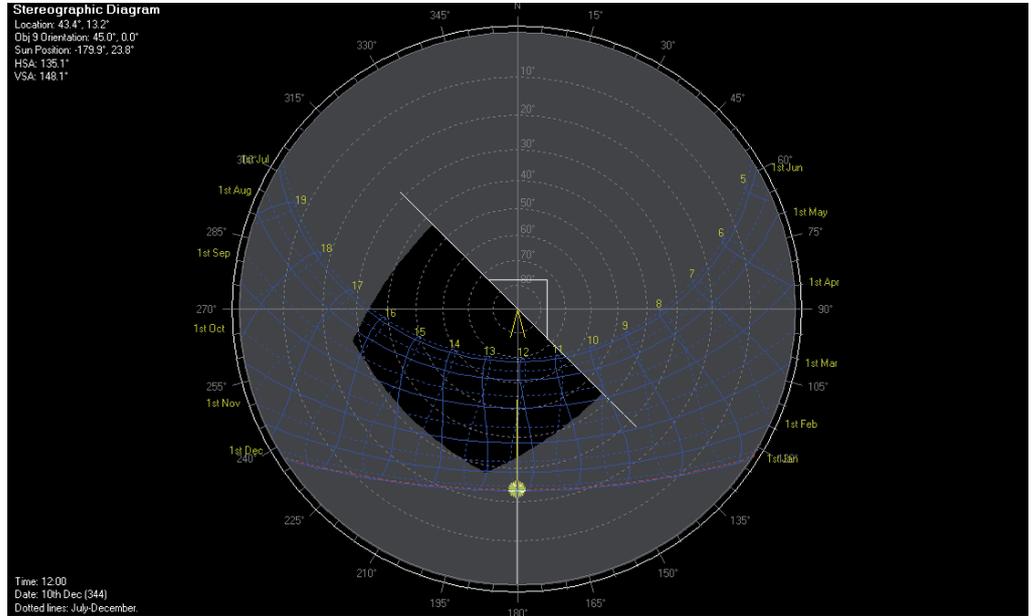
LATO INTERNO NORD - EST 45°



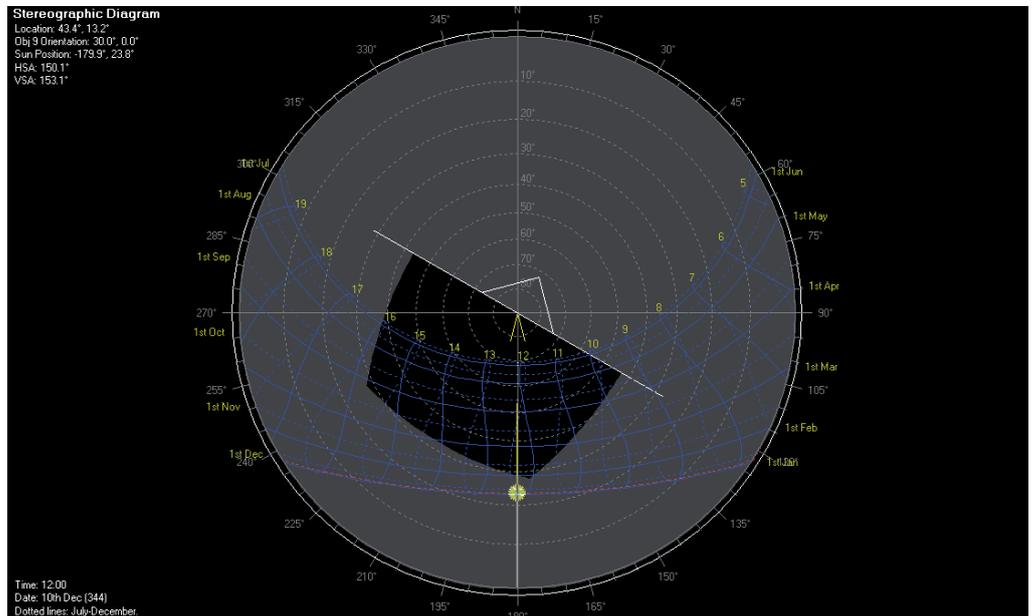
MASCHERE OMBREGGIAMENTO - MODELLO CORTE - SENZA SCHERMATURE - 12 DIC
 LATO INTERNO NORD - EST 15°



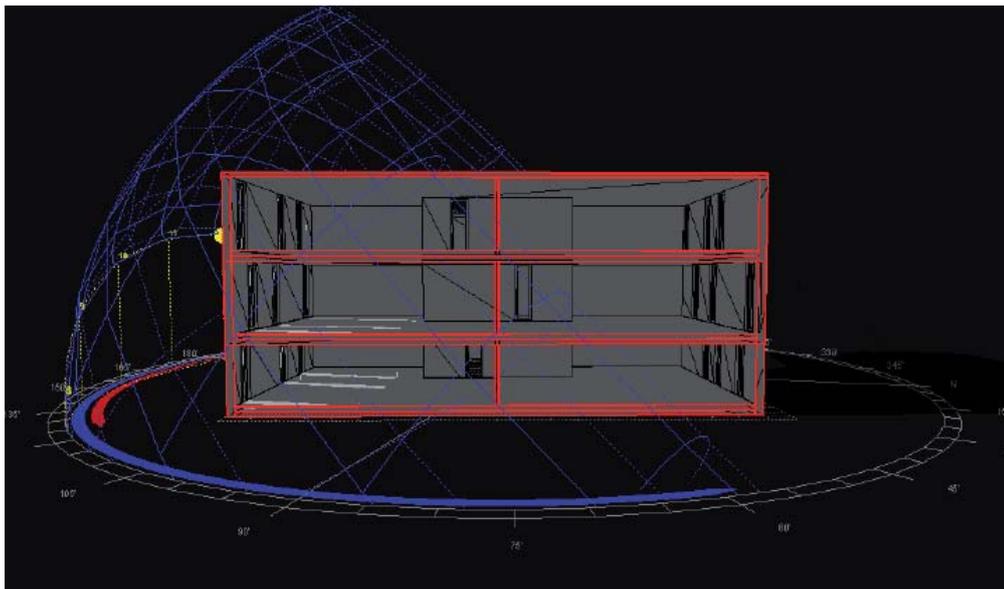
LATO INTERNO NORD - EST 30°



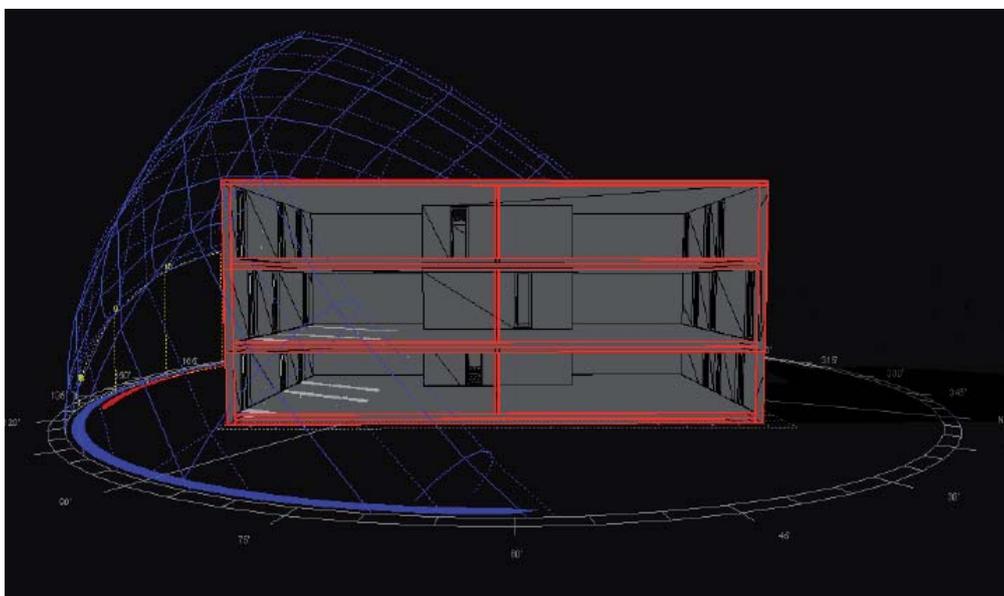
LATO INTERNO NORD - EST 45°



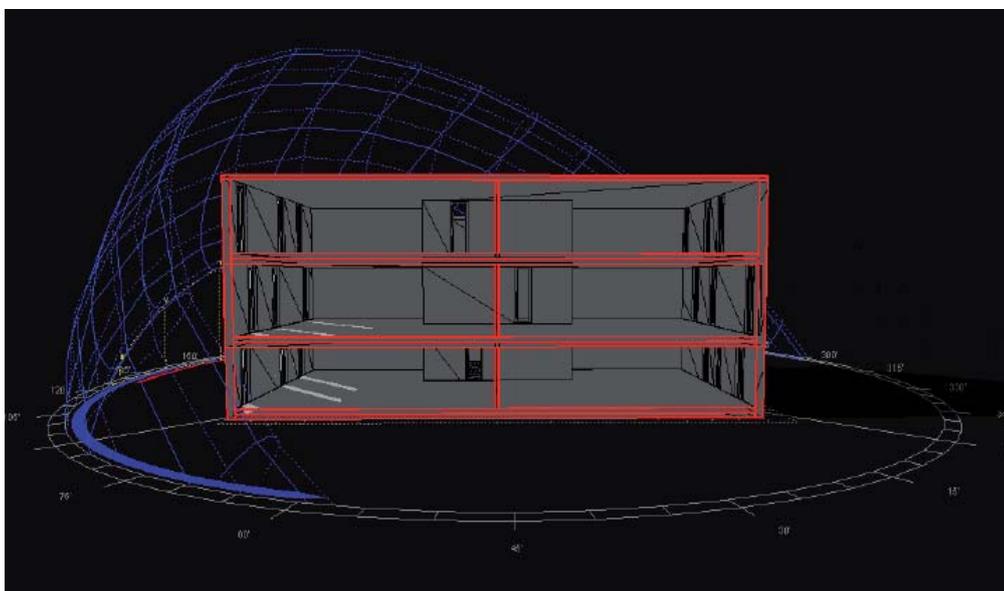
OMBREGGIAMENTO INTERNO - MODELLO CORTE - SENZA SCHERMATURE - 12 DIC
EST 15°



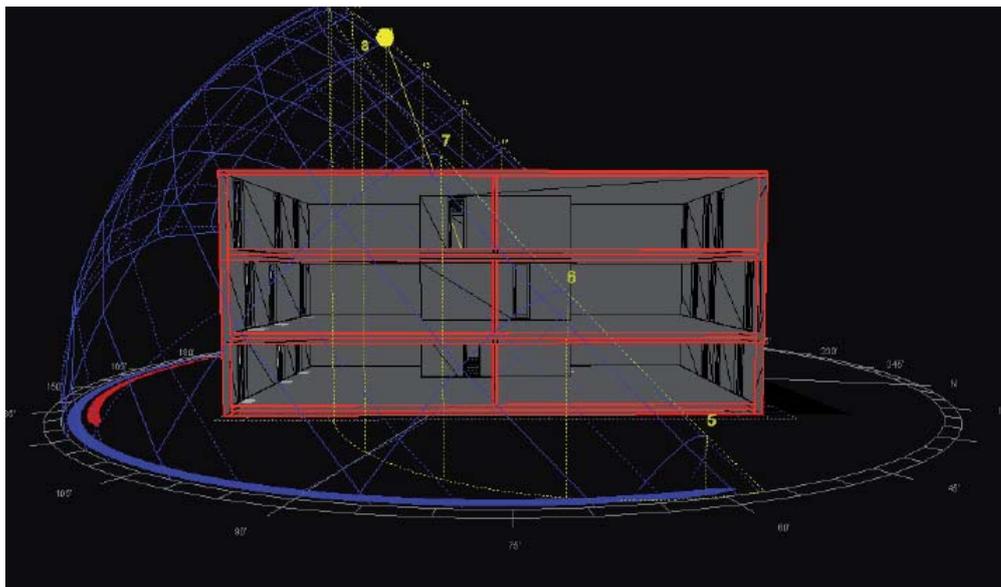
EST 30°



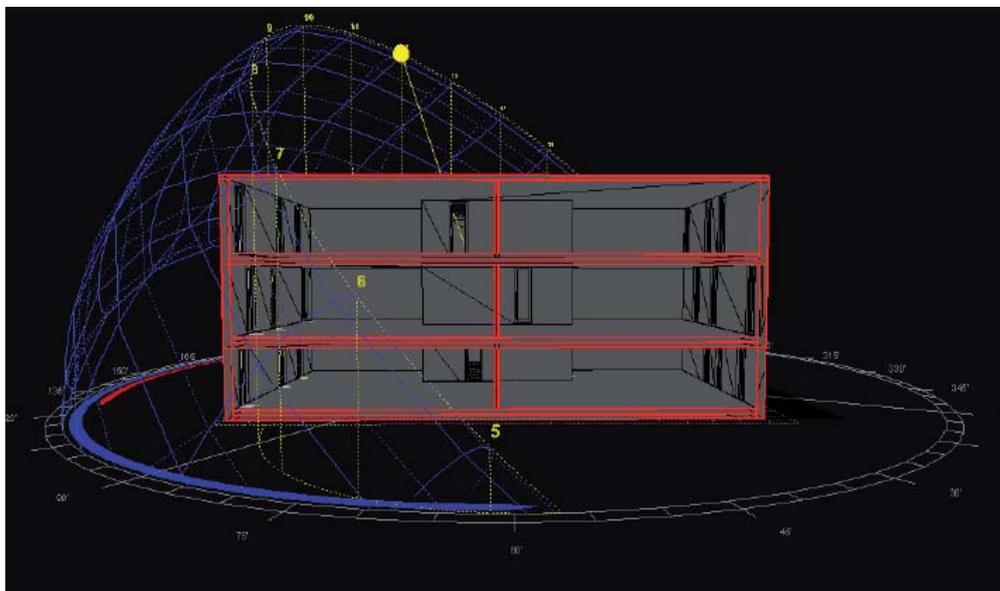
EST 45°



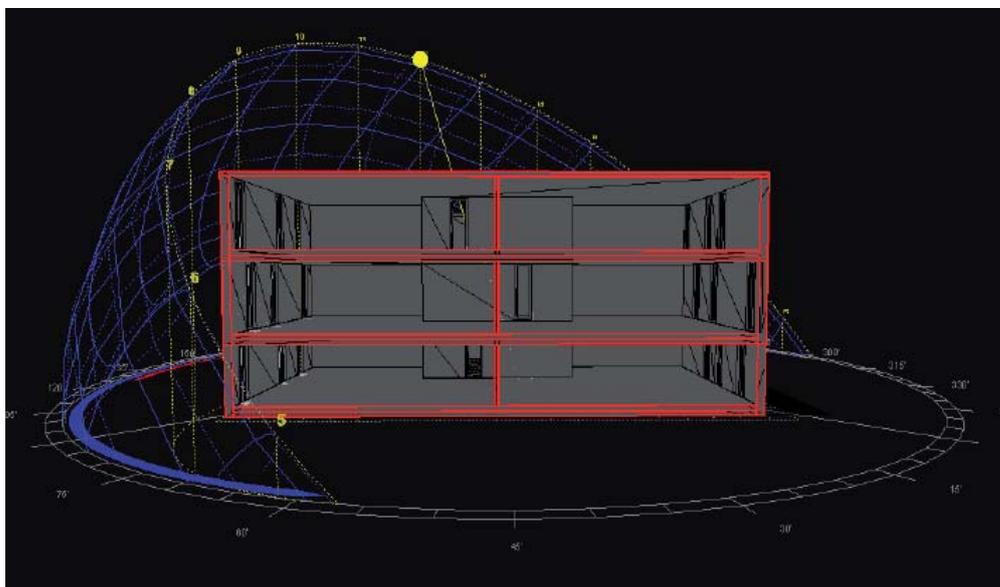
OMBREGGIAMENTO INTERNO - MODELLO CORTE - SENZA SCHERMATURE - 12 LUG
EST 15°



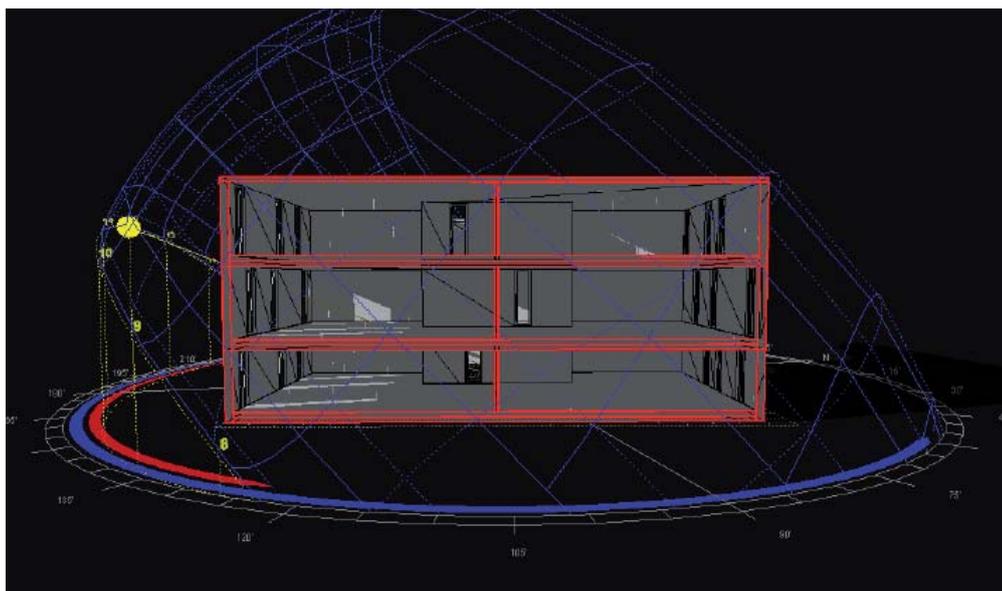
EST 30°



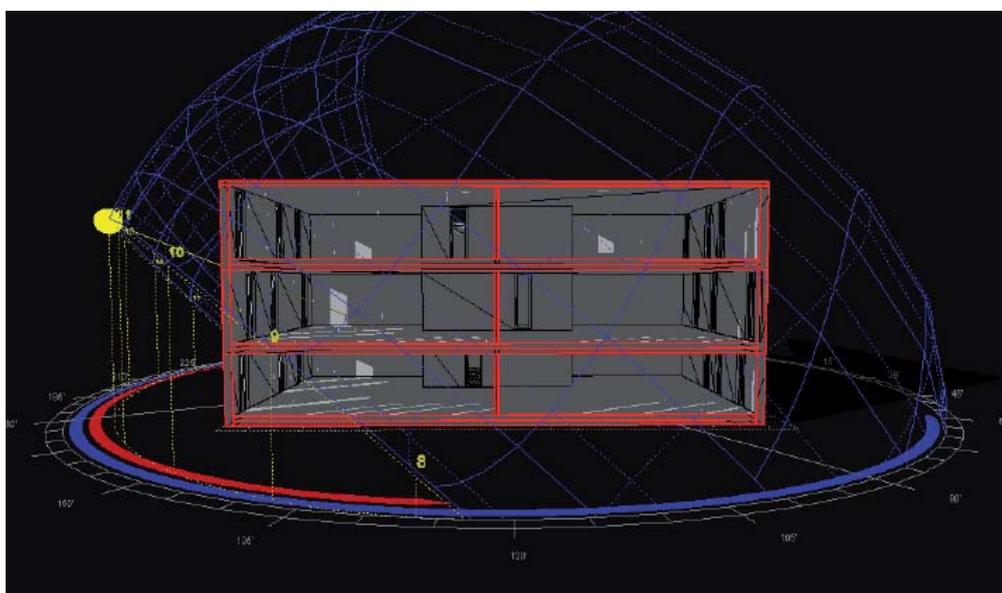
EST 45°



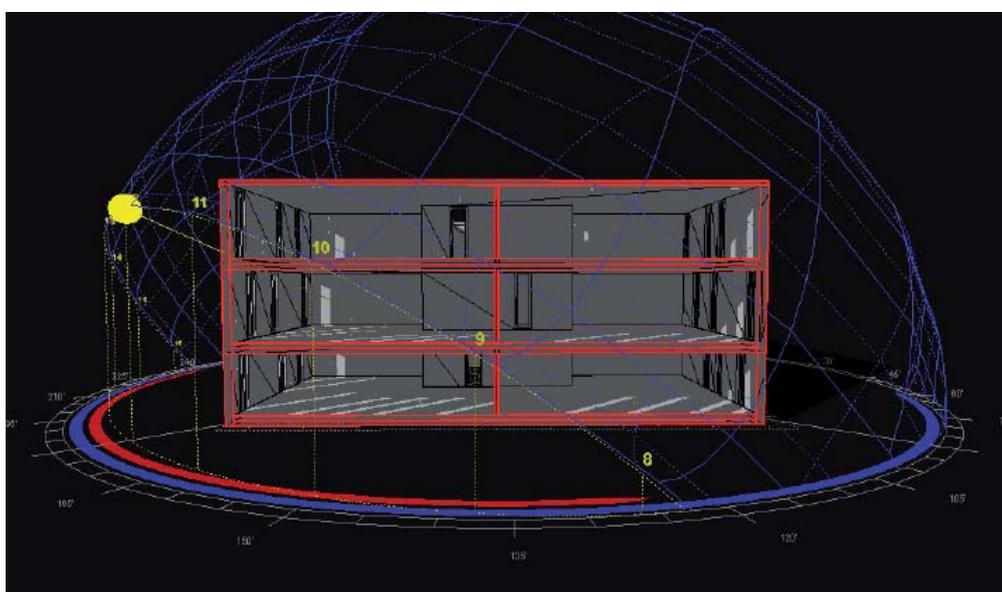
OMBREGGIAMENTO INTERNO - MODELLO CORTE - SENZA SCHERMATURE - 12 DIC
OVEST 15°



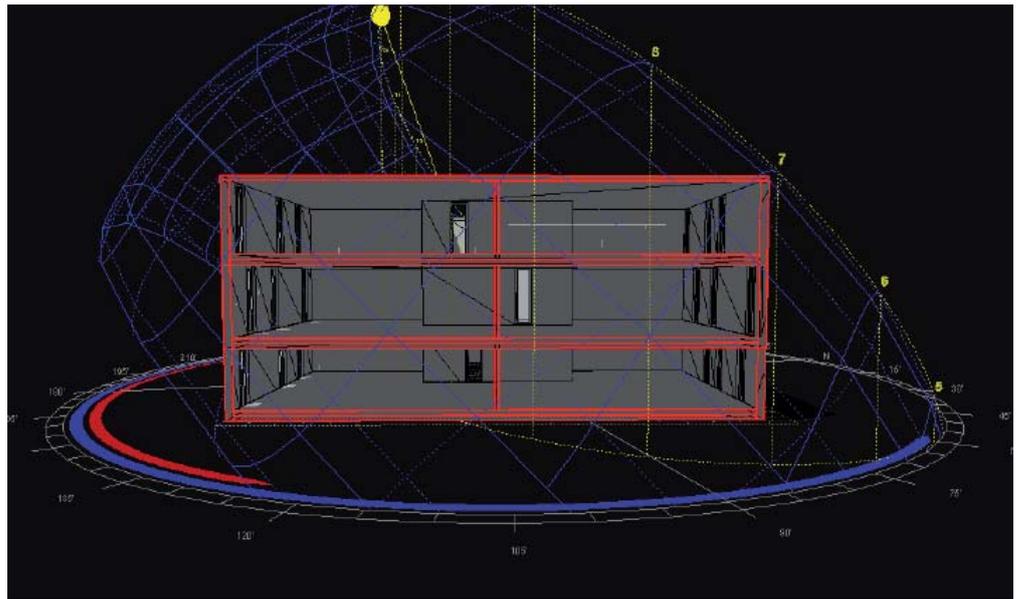
OVEST 30°



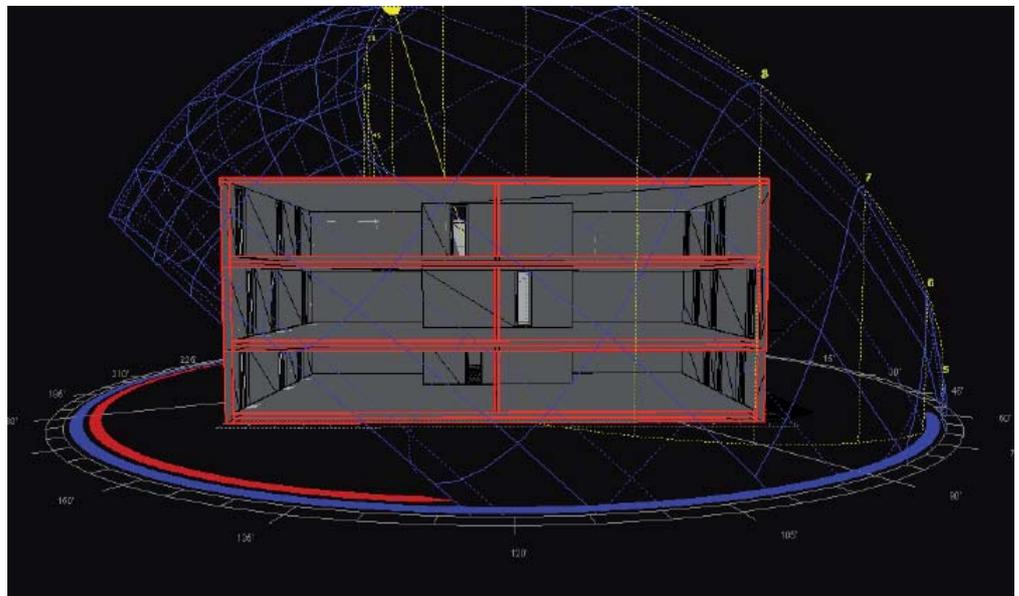
OVEST 45°



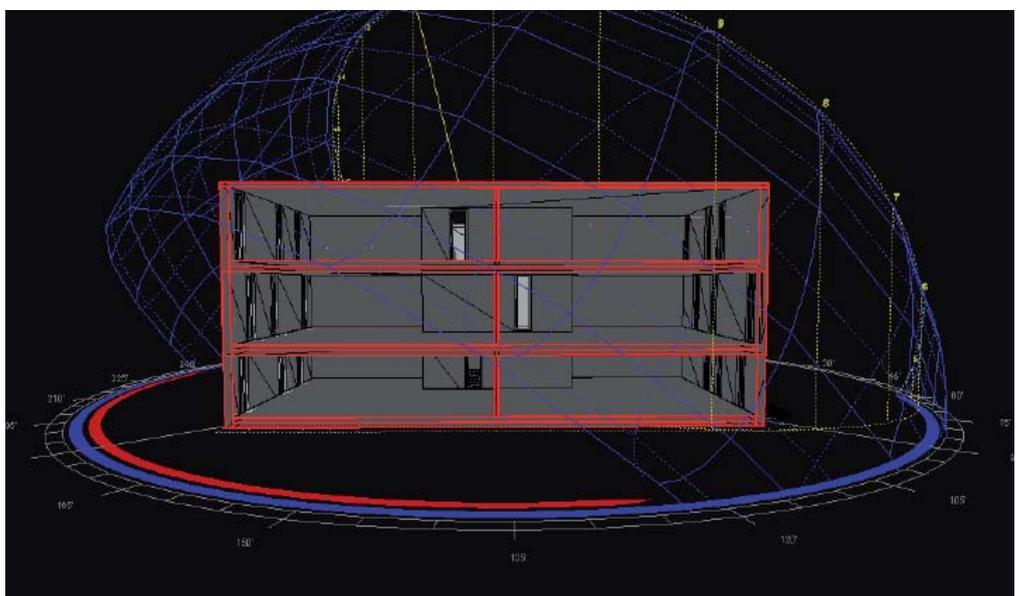
OMBREGGIAMENTO INTERNO - MODELLO CORTE - SENZA SCHERMATURE - 12 LUG
OVEST 15°



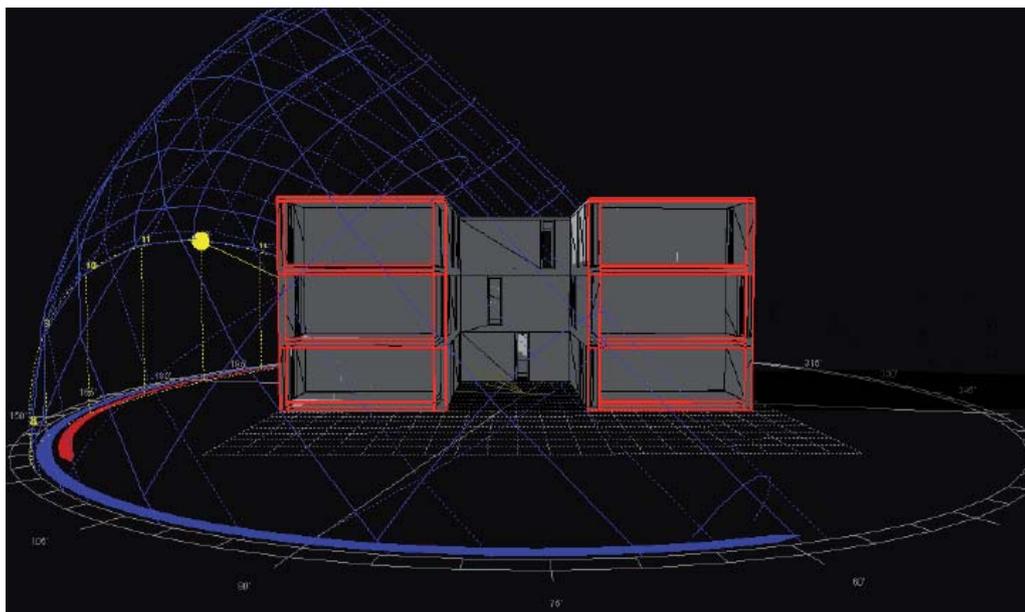
OVEST 30°



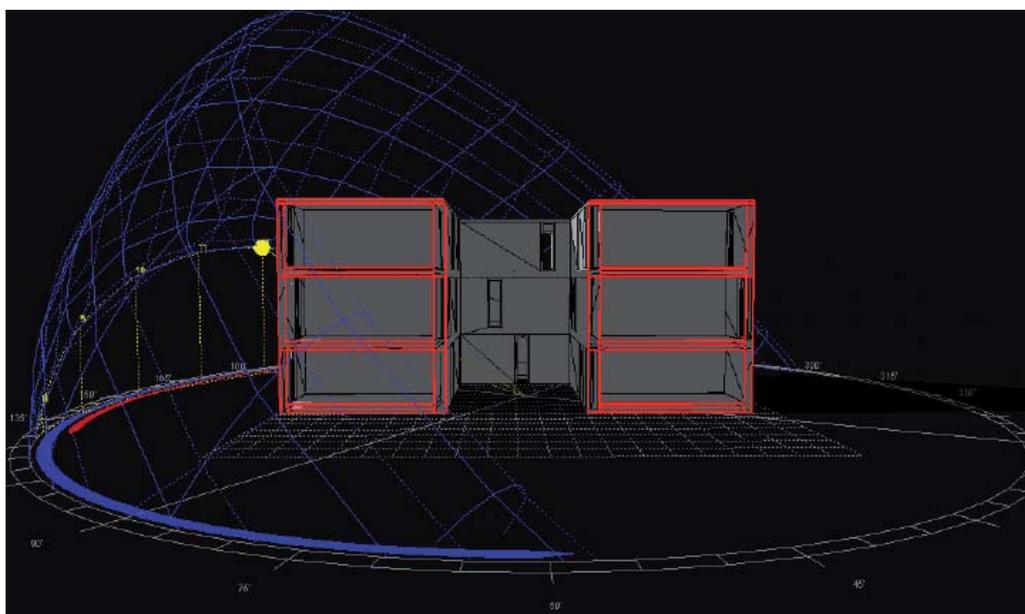
OVEST 45°



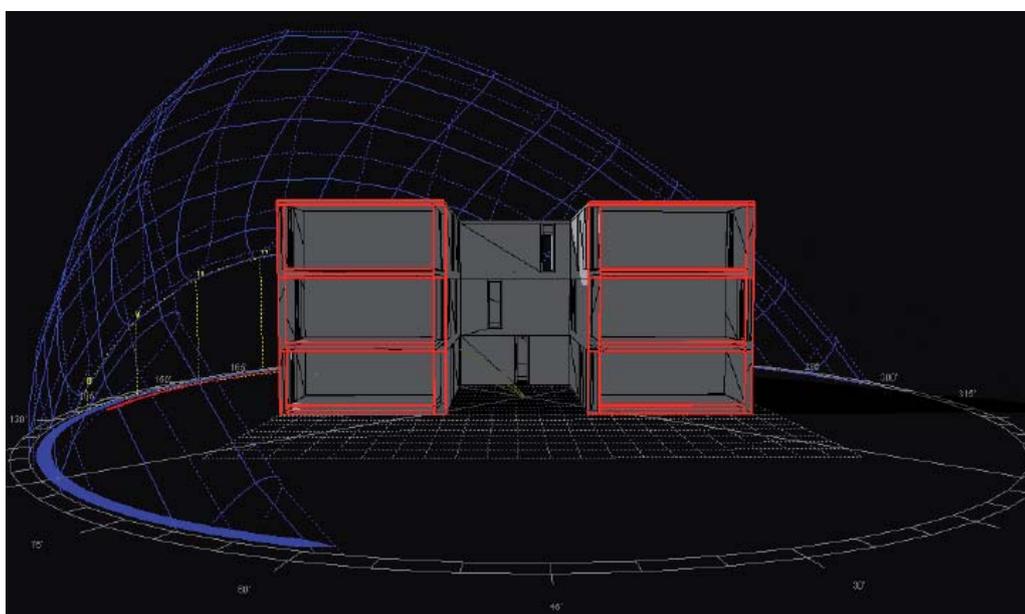
OMBREGGIAMENTO INTERNO - MODELLO CORTE - SENZA SCHERMATURE - 12 DIC
INTERNO - EST 15°



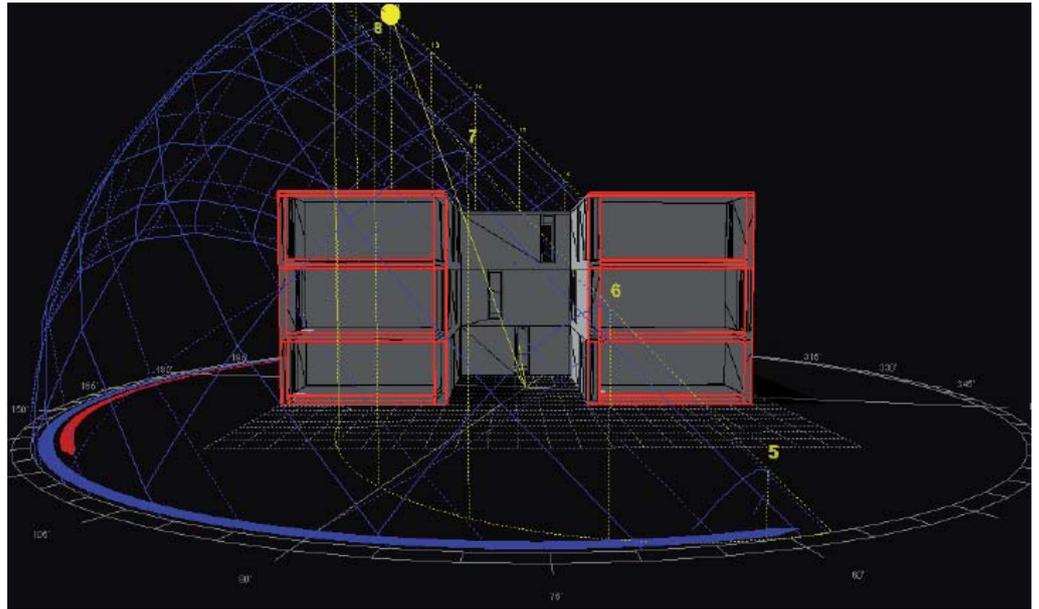
INTERNO - EST 30°



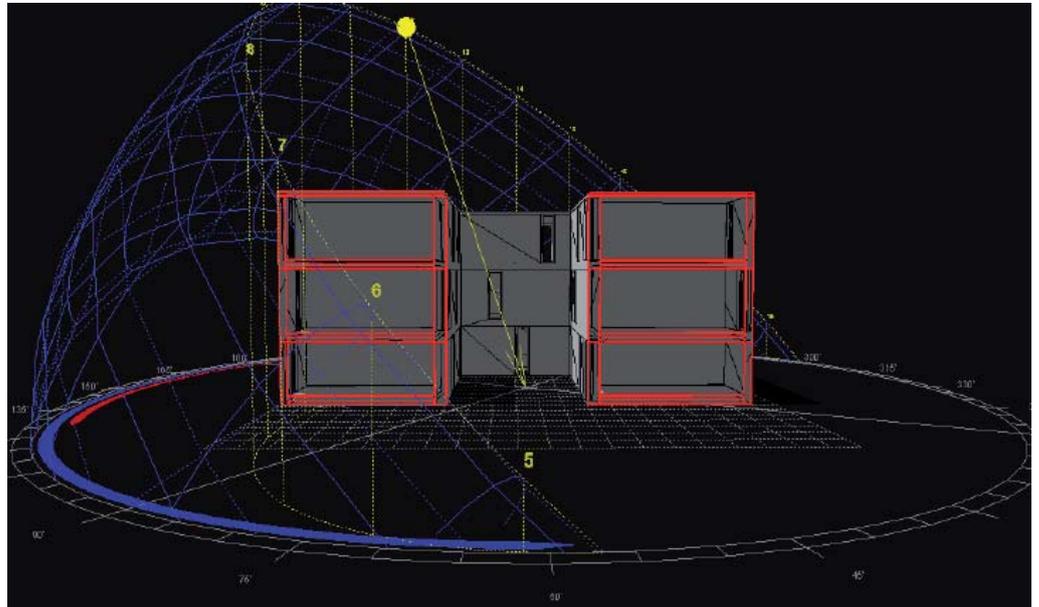
INTERNO - EST 45°



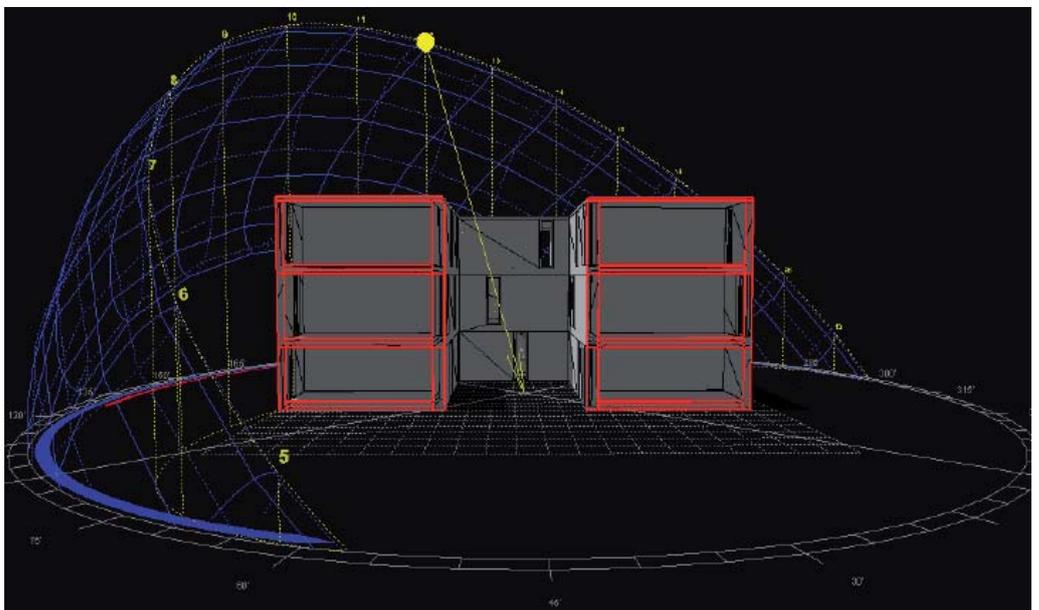
OMBREGGIAMENTO INTERNO - MODELLO CORTE - SENZA SCHERMATURE - 12 LUG
INTERNO - EST 15°



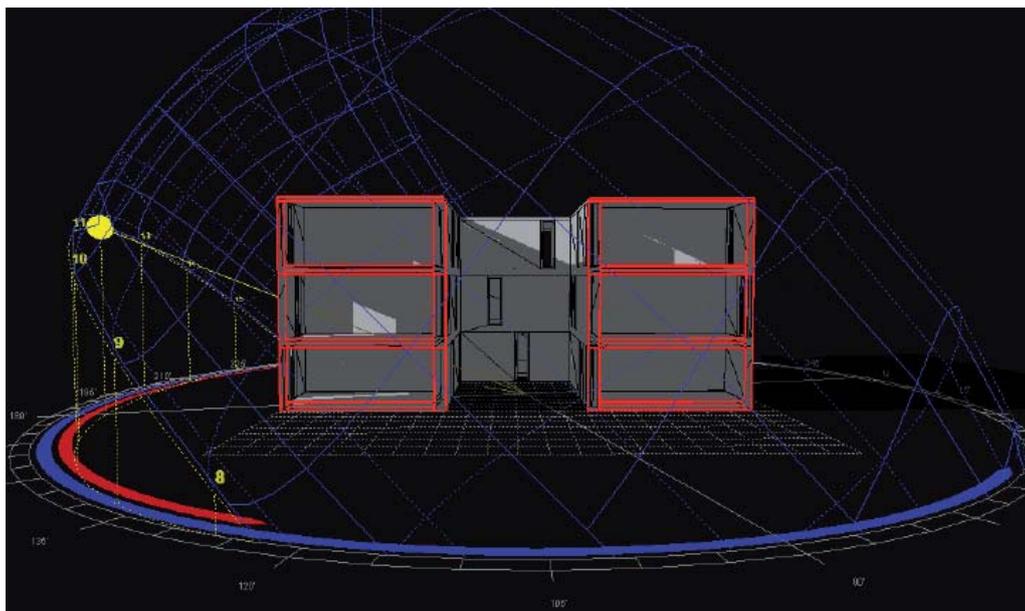
INTERNO - EST 30°



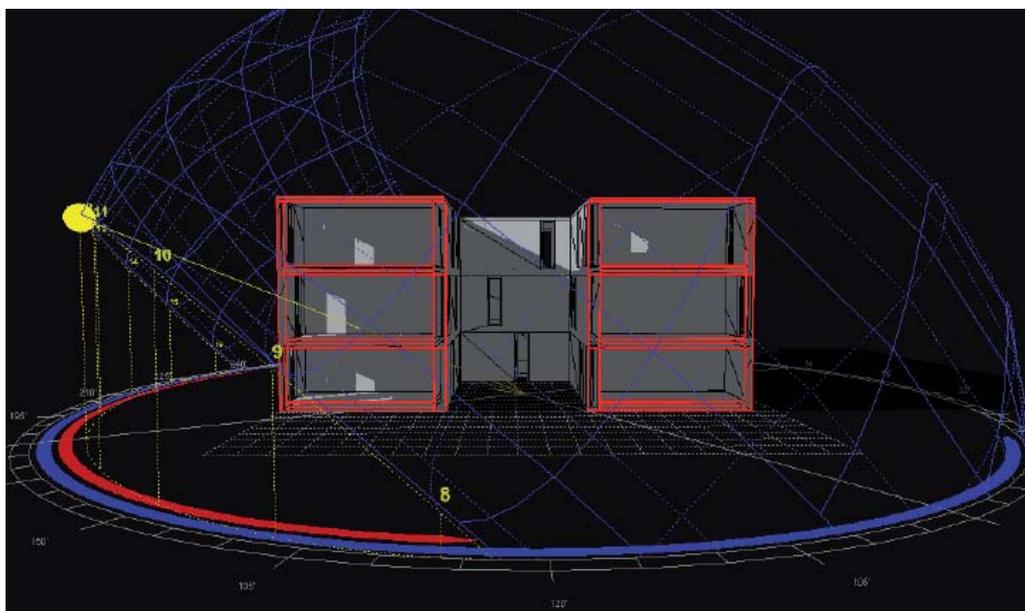
INTERNO - EST 45°



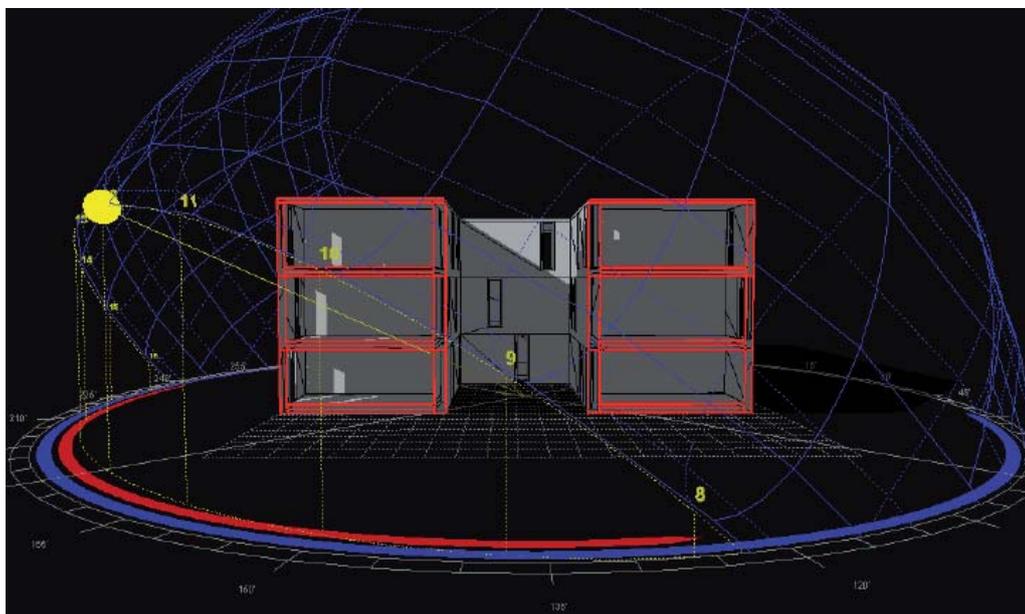
OMBREGGIAMENTO INTERNO - MODELLO CORTE - SENZA SCHERMATURE - 12 DIC
INTERNO - OVEST 15°



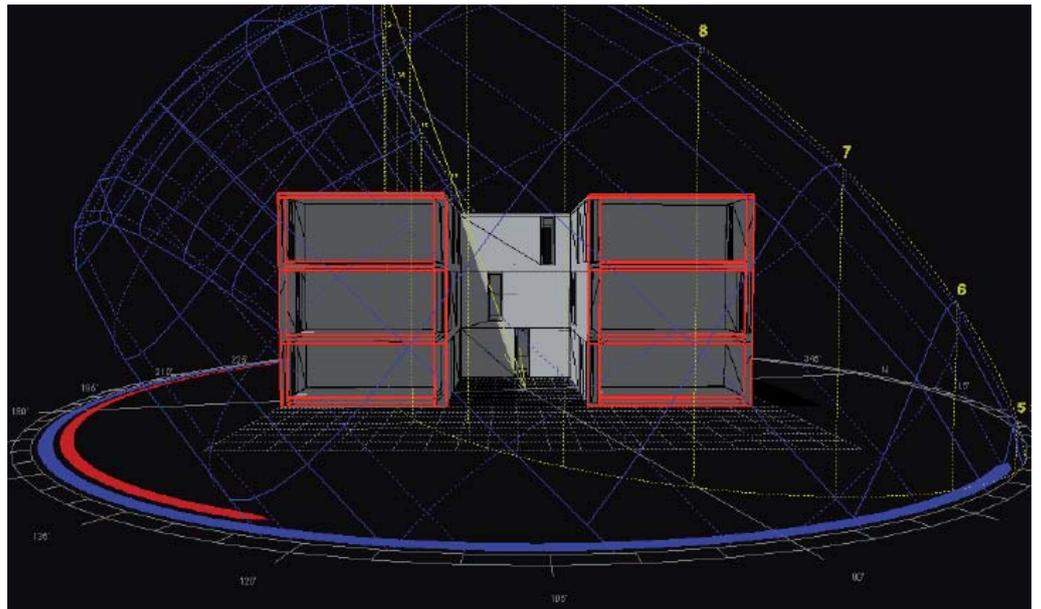
INTERNO - OVEST 30°



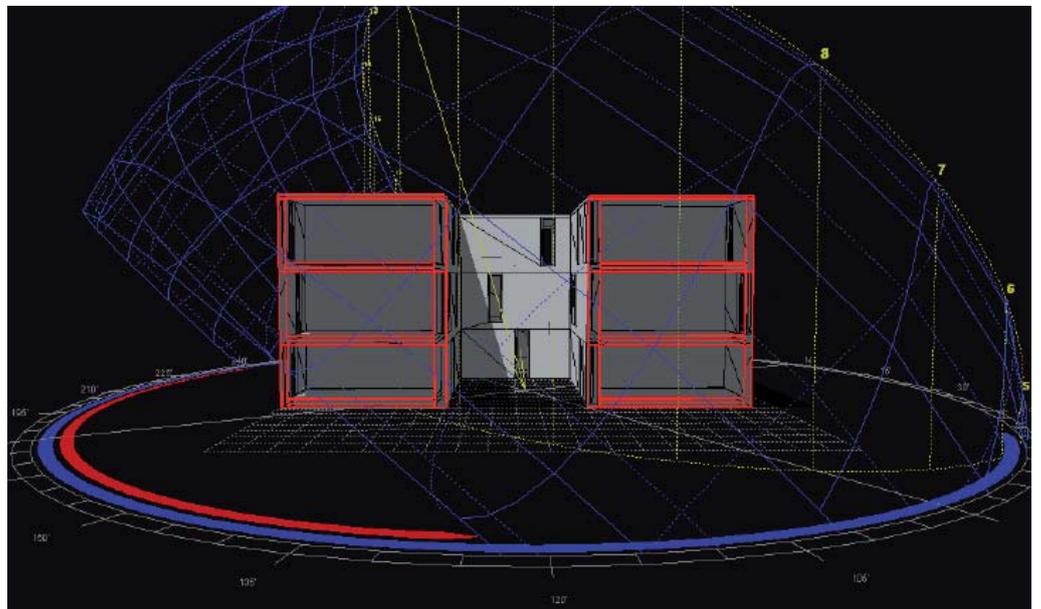
INTERNO - OVEST 45°



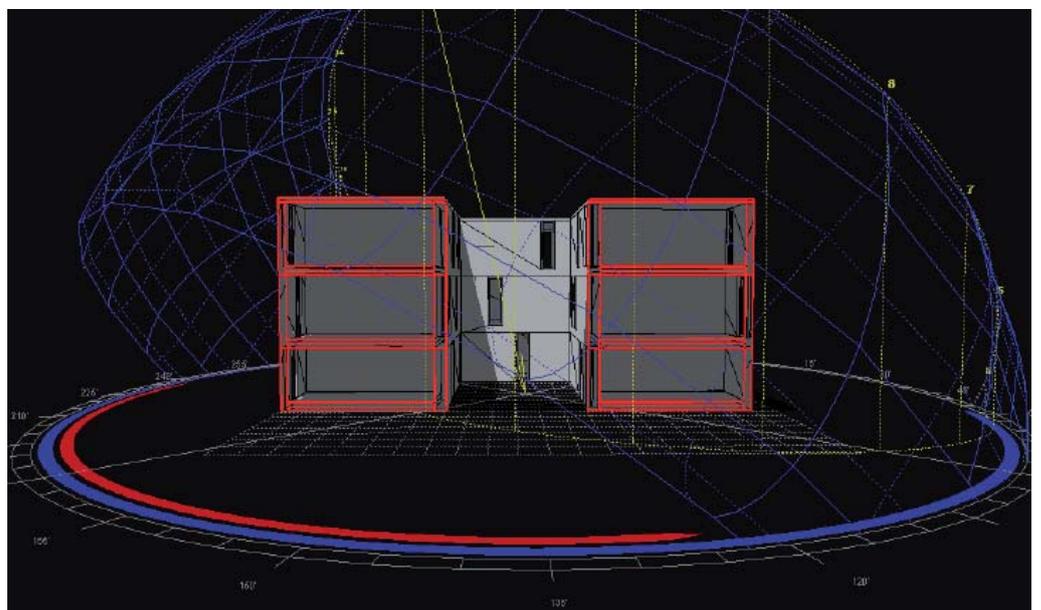
OMBREGGIAMENTO INTERNO - MODELLO CORTE - SENZA SCHERMATURE - 12 LUG
INTERNO - OVEST 15°



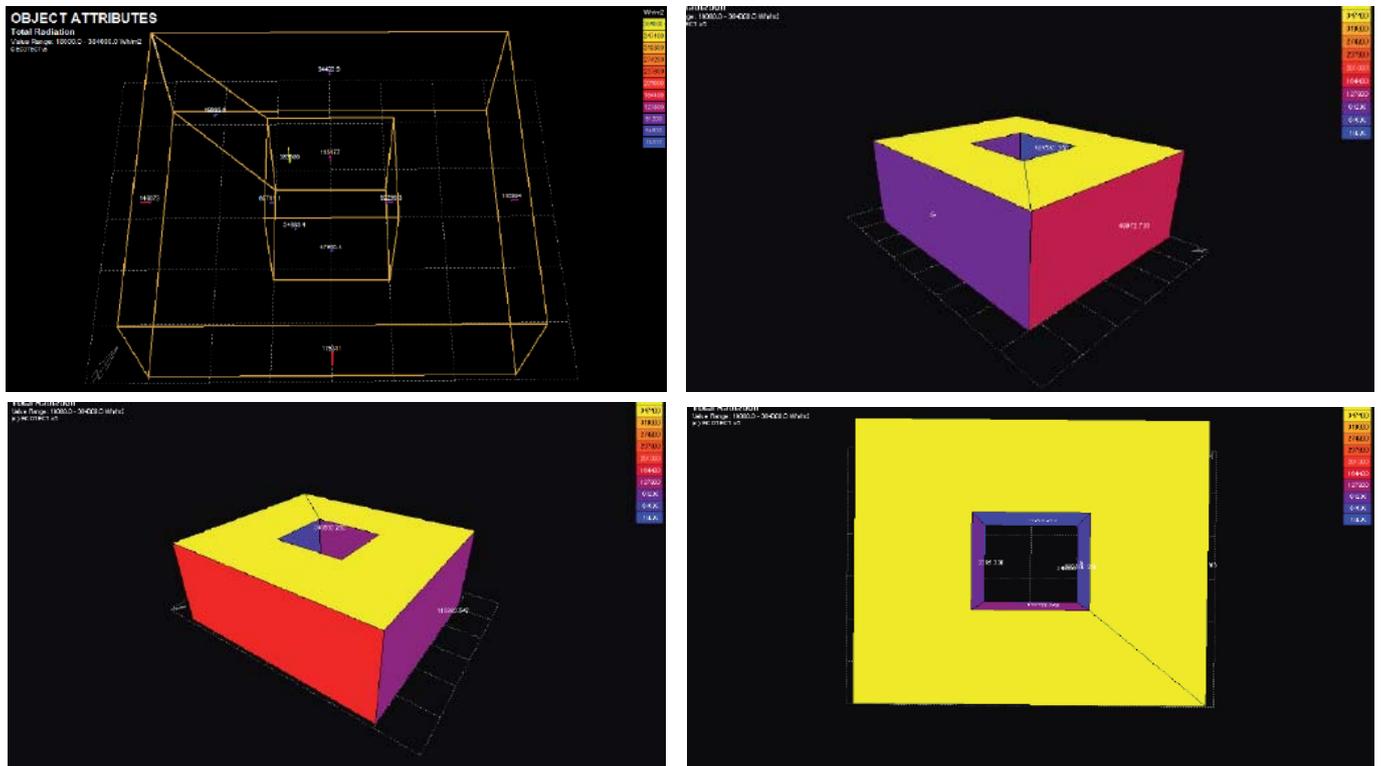
INTERNO - OVEST 30°



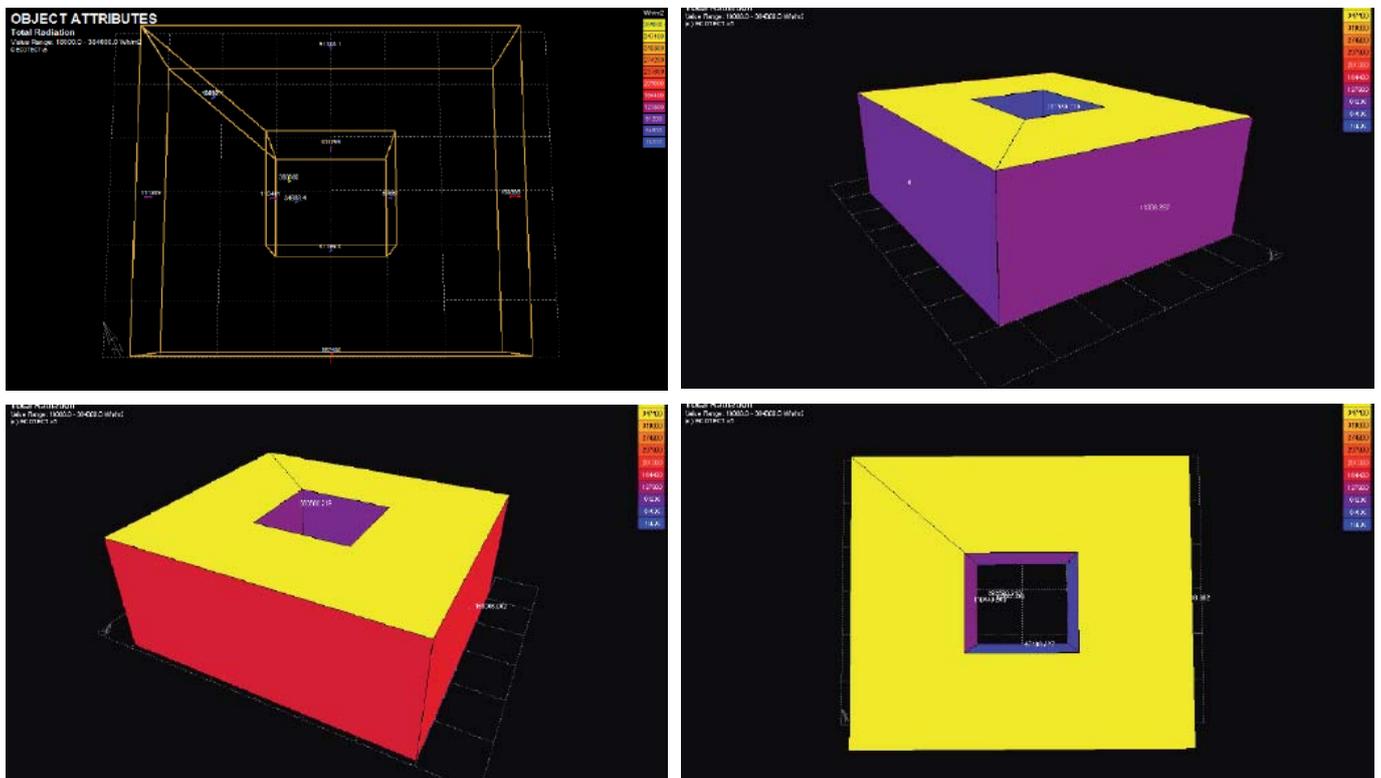
INTERNO - OVEST 45°



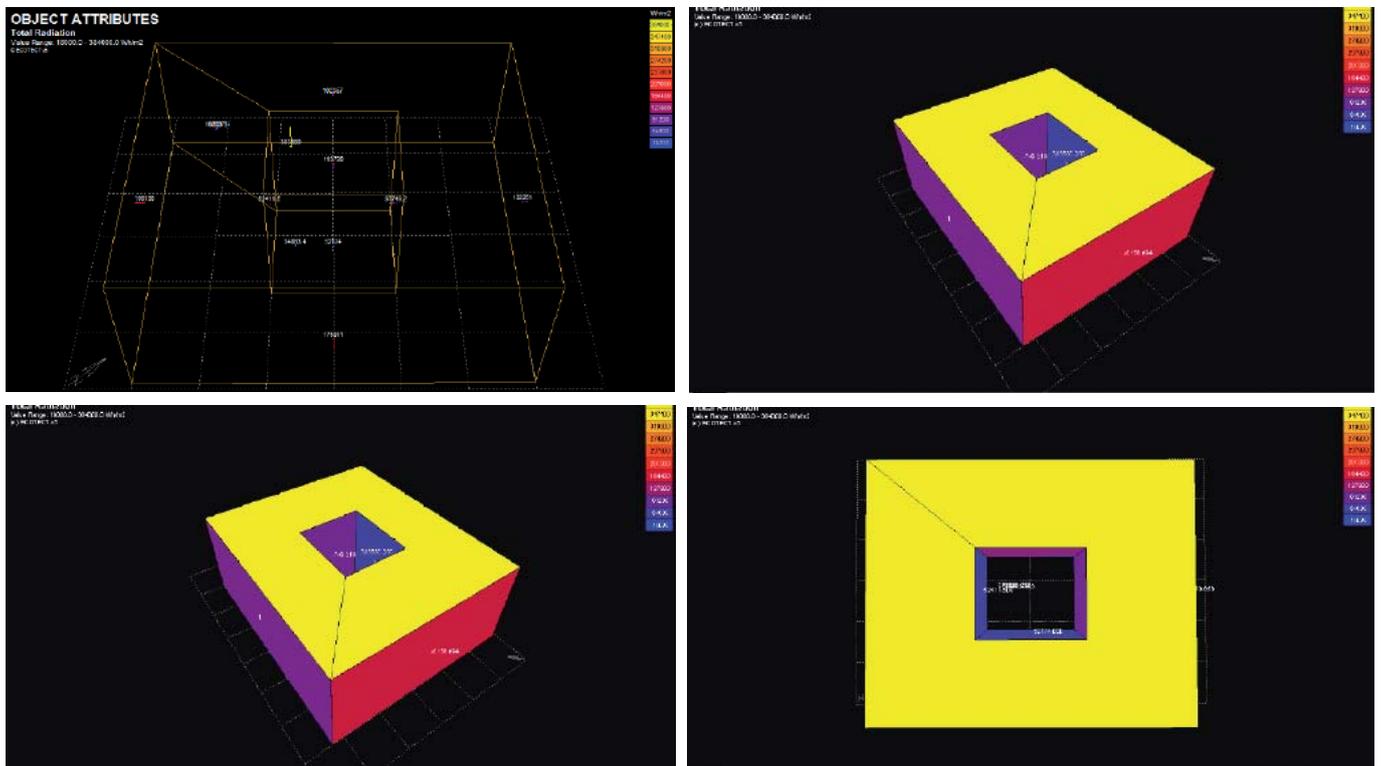
CARICO D'IRRAGGIAMENTO SOLARE: VALORI ASSOLUTI, NORD - OVEST, SUD - EST, VISTA SUPERIORE.
 ORIENTAMENTO: 30° EST



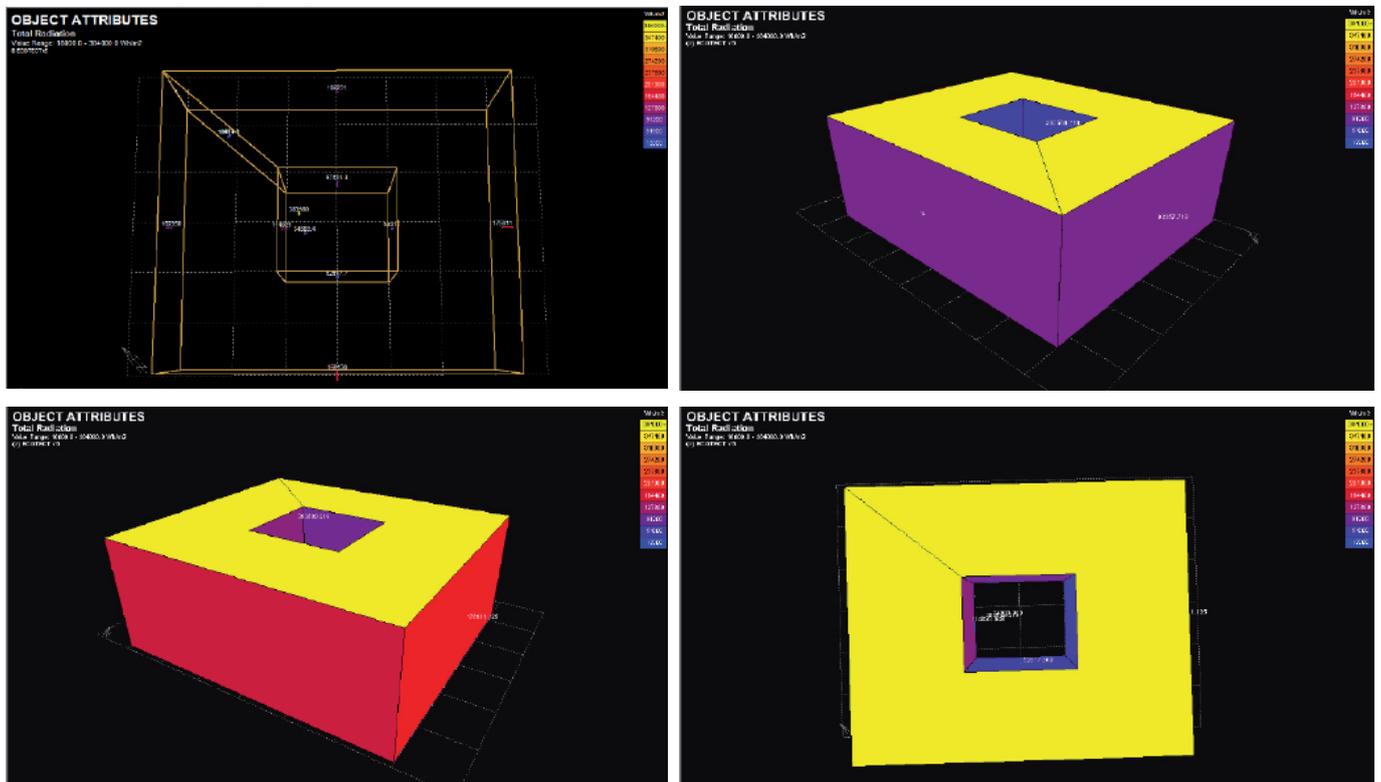
CARICO D'IRRAGGIAMENTO SOLARE: VALORI ASSOLUTI, NORD - OVEST, SUD - EST, VISTA SUPERIORE.
 ORIENTAMENTO: 30° OVEST



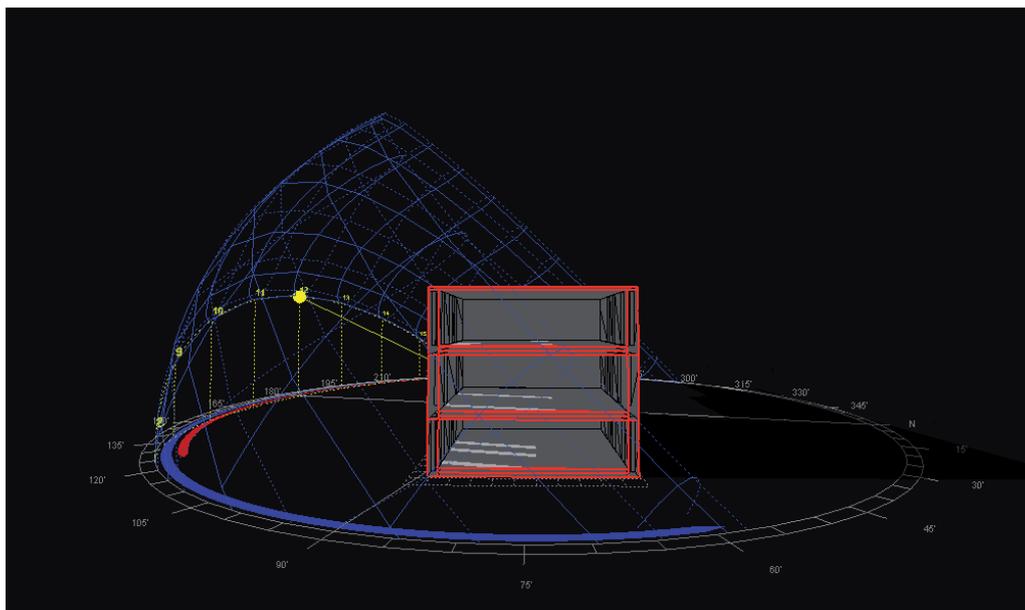
CARICO D'IRRAGGIAMENTO SOLARE: VALORI ASSOLUTI, NORD - OVEST, SUD - EST, VISTA SUPERIORE.
 ORIENTAMENTO: 45° EST



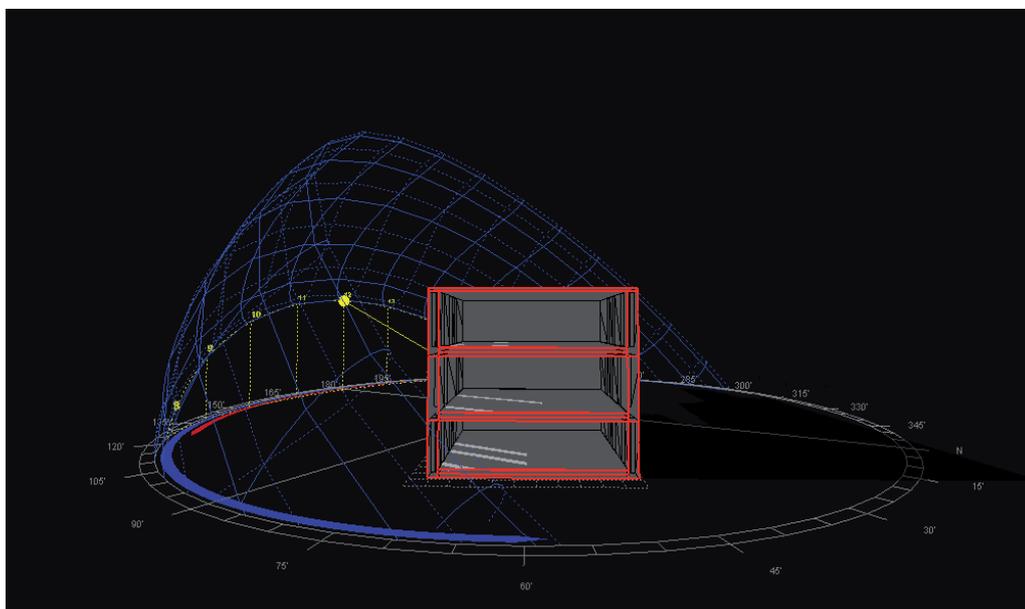
CARICO D'IRRAGGIAMENTO SOLARE: VALORI ASSOLUTI, NORD - OVEST, SUD - EST, VISTA SUPERIORE.
 ORIENTAMENTO: 45° OVEST



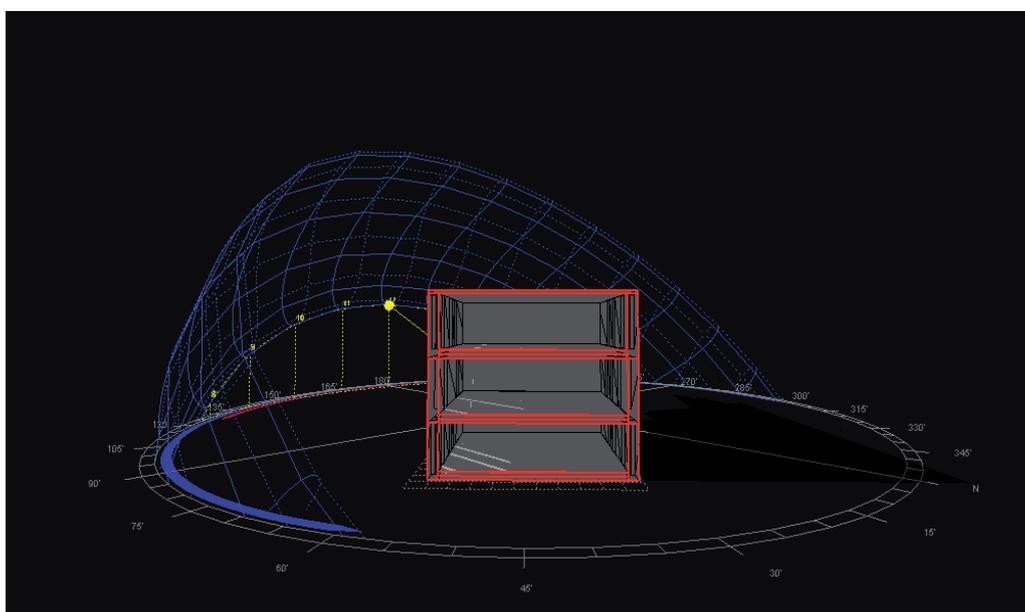
OMBREGGIAMENTO INTERNO - MODELLO LINEARE - SENZA SCHERMATURE - 12 DIC
EST 15°



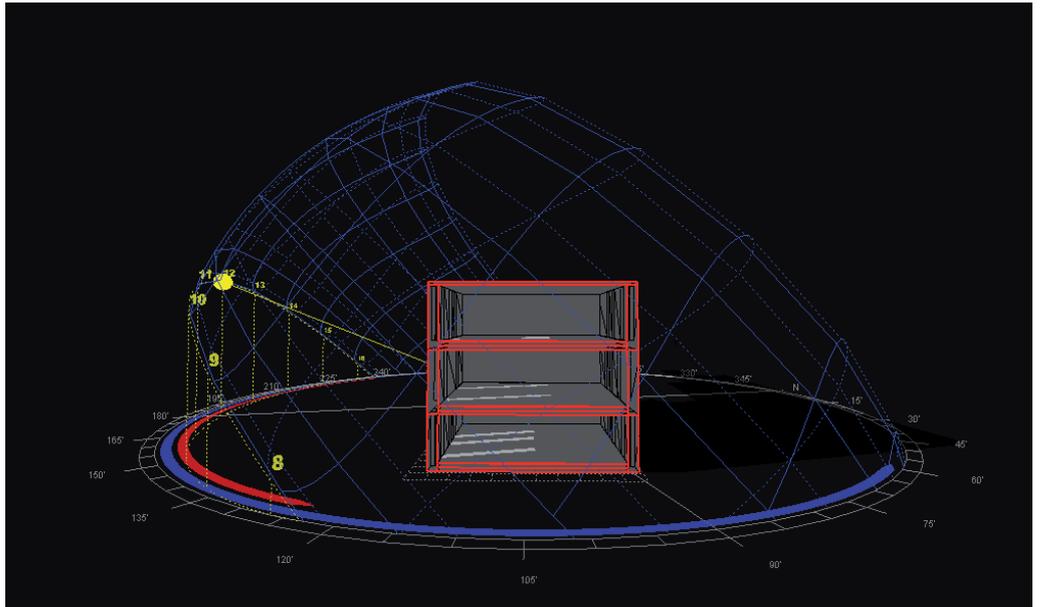
EST 30°



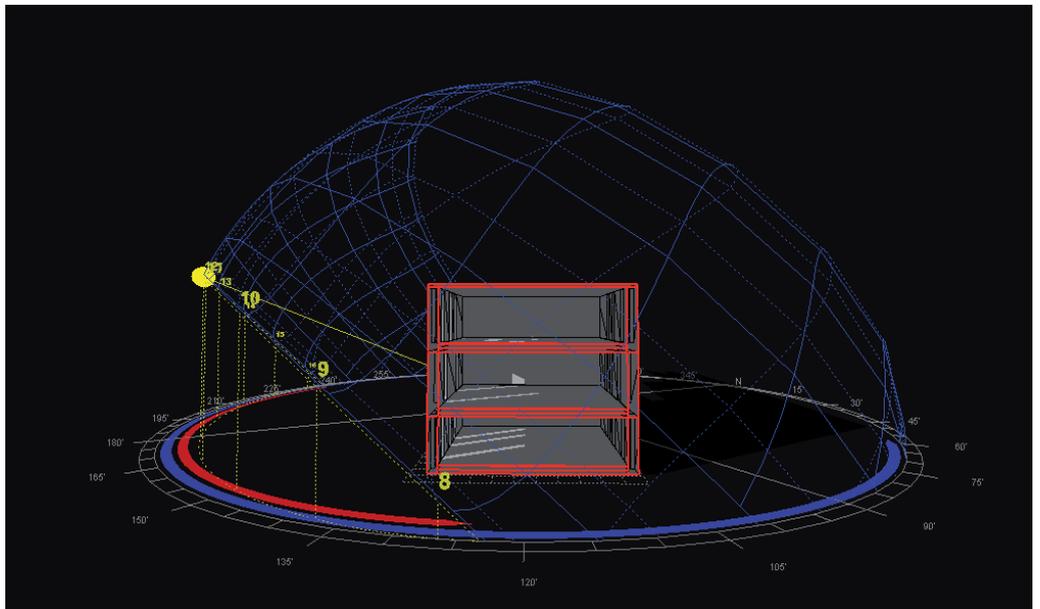
EST 45°



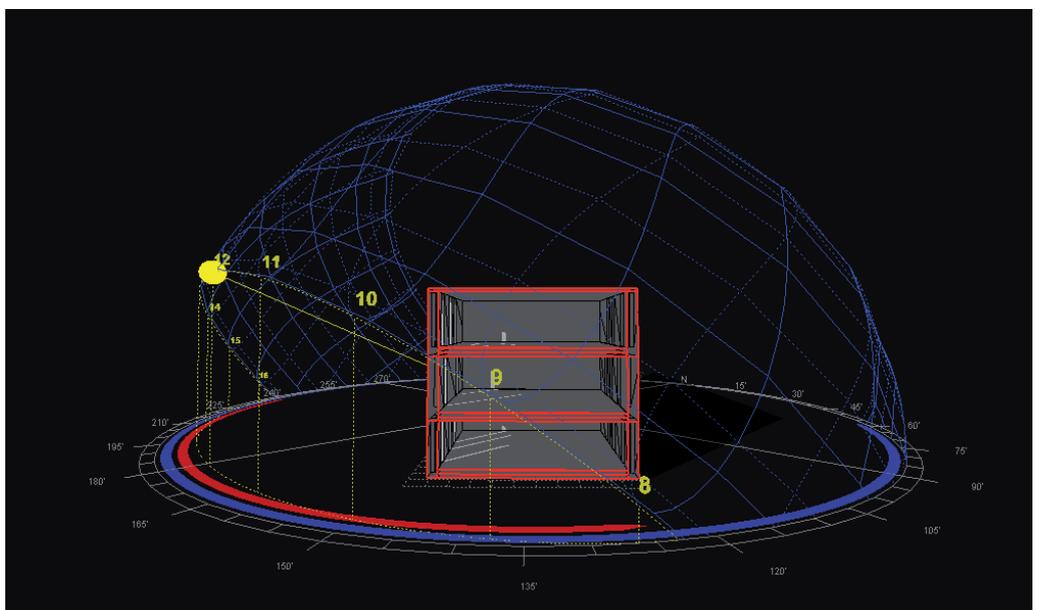
OMBREGGIAMENTO INTERNO - MODELLO LINEARE - SENZA SCHERMATURE - 12 DIC
OVEST 15°



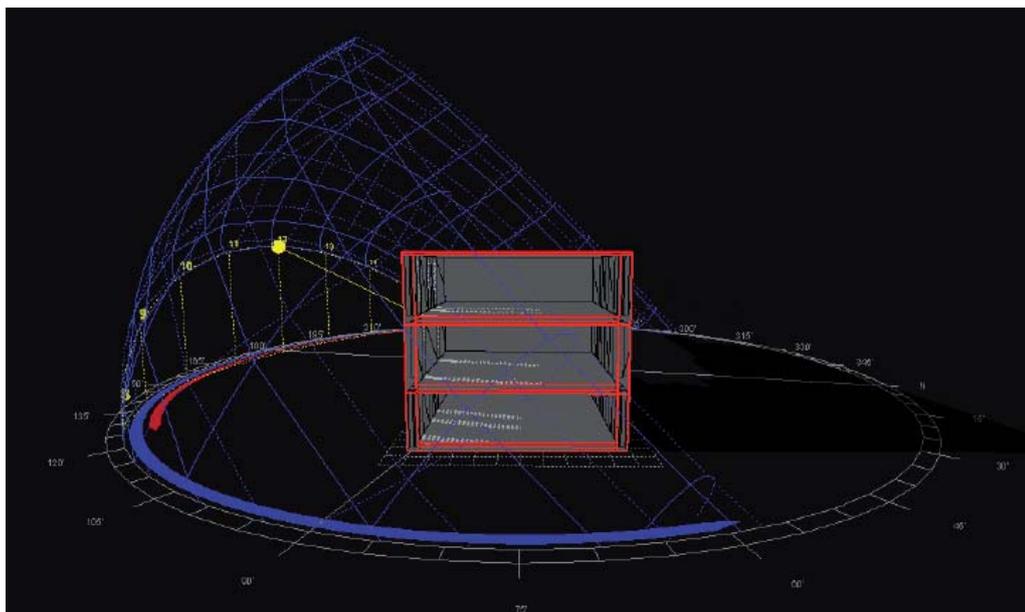
OVEST 30°



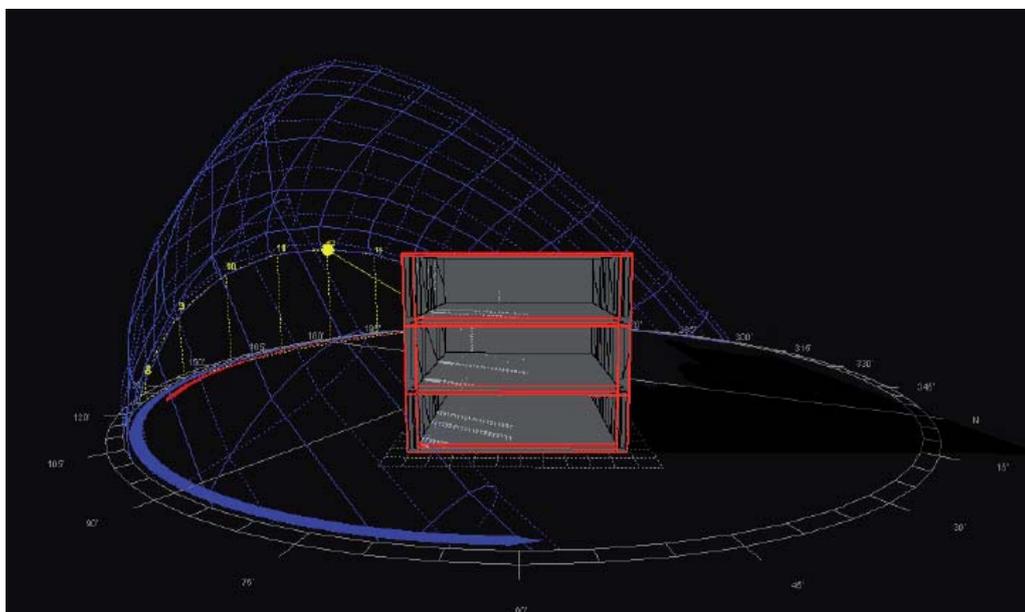
OVEST 45°



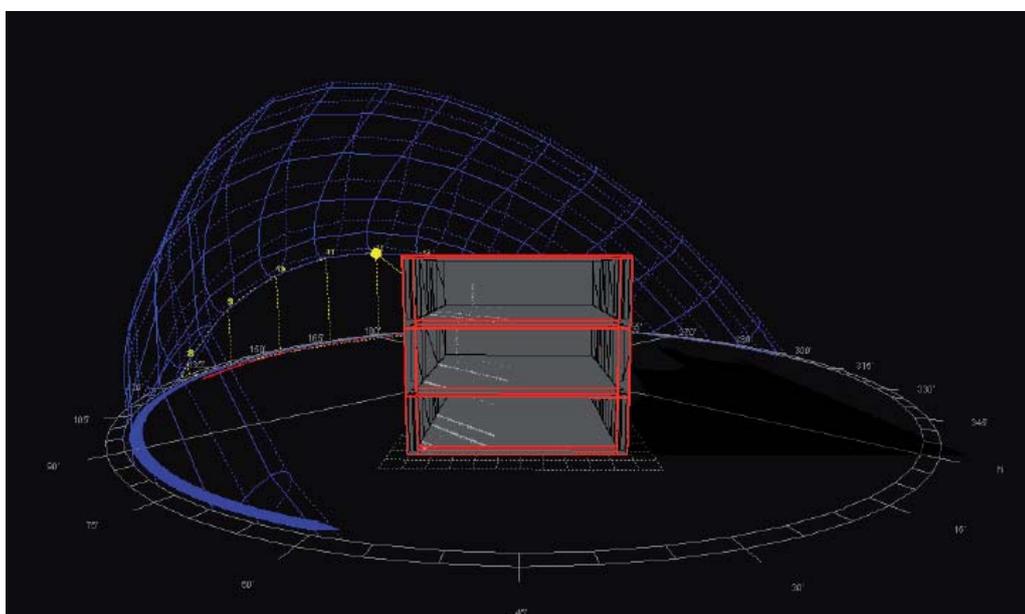
OMBREGGIAMENTO INTERNO - MODELLO LINEARE - SCHERMATURE TIPO 1 - 12 DIC
EST 15°



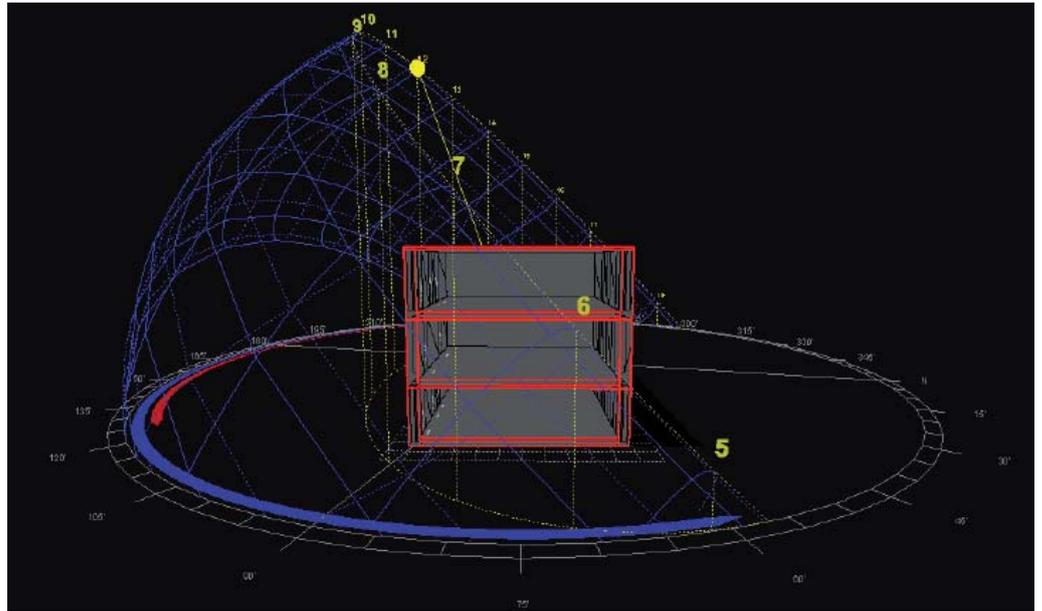
EST 30°



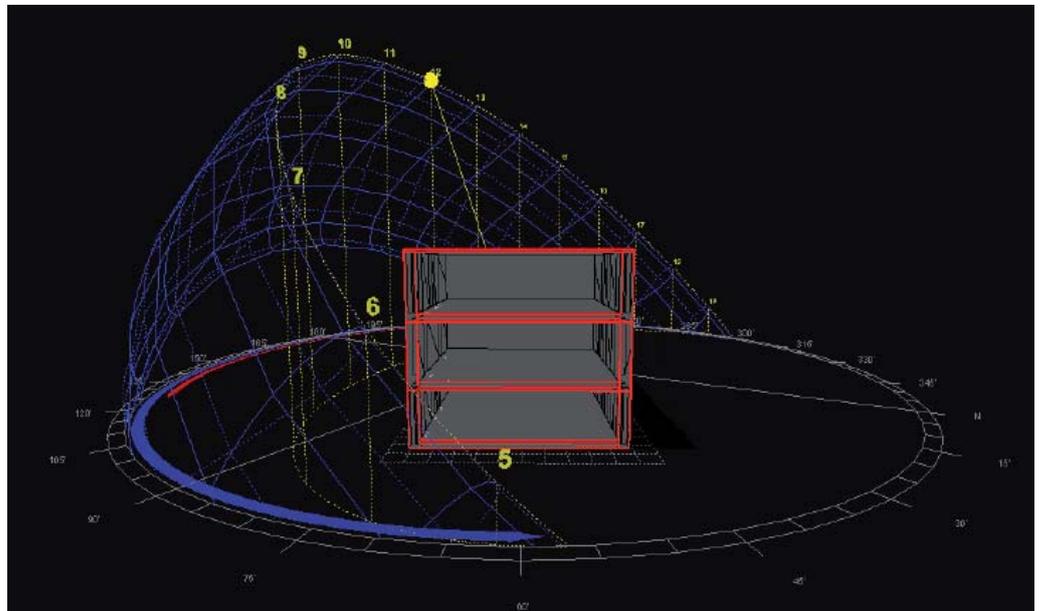
EST 45°



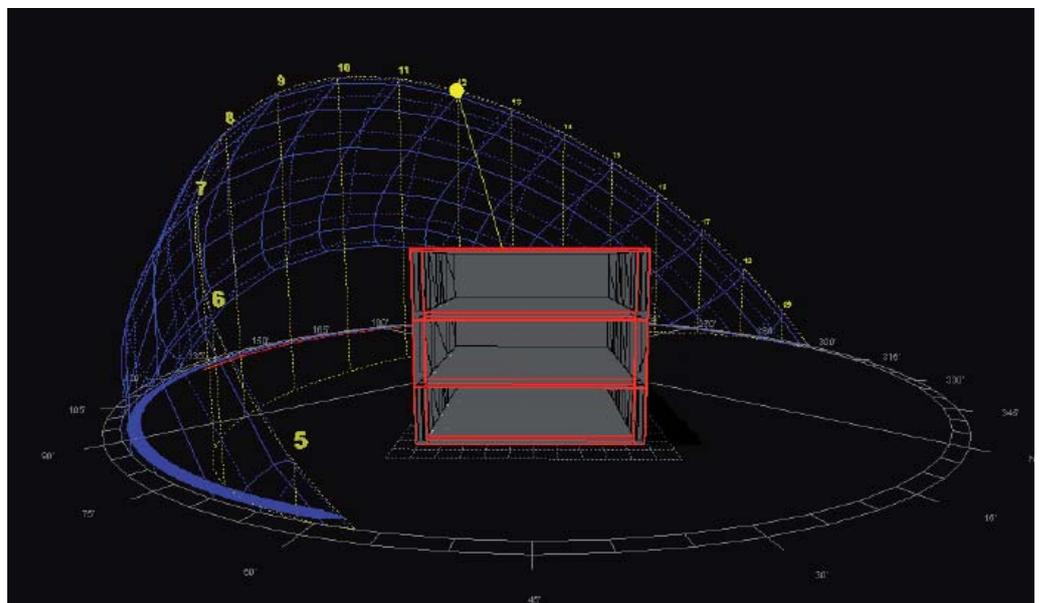
OMBREGGIAMENTO INTERNO - MODELLO LINEARE - SCHERMATURE TIPO 1 - 12 LUG
EST 15°



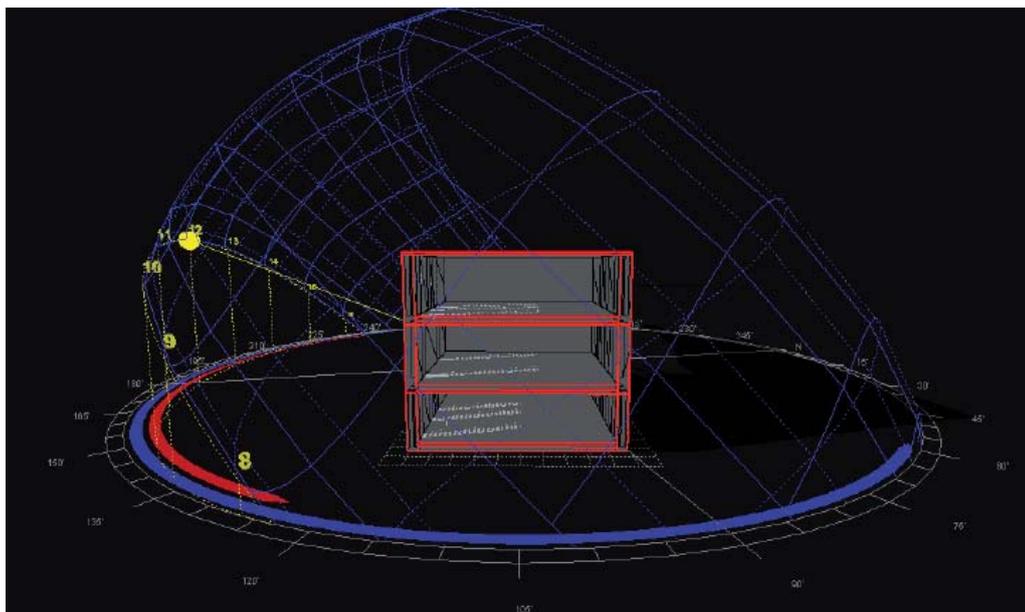
EST 30°



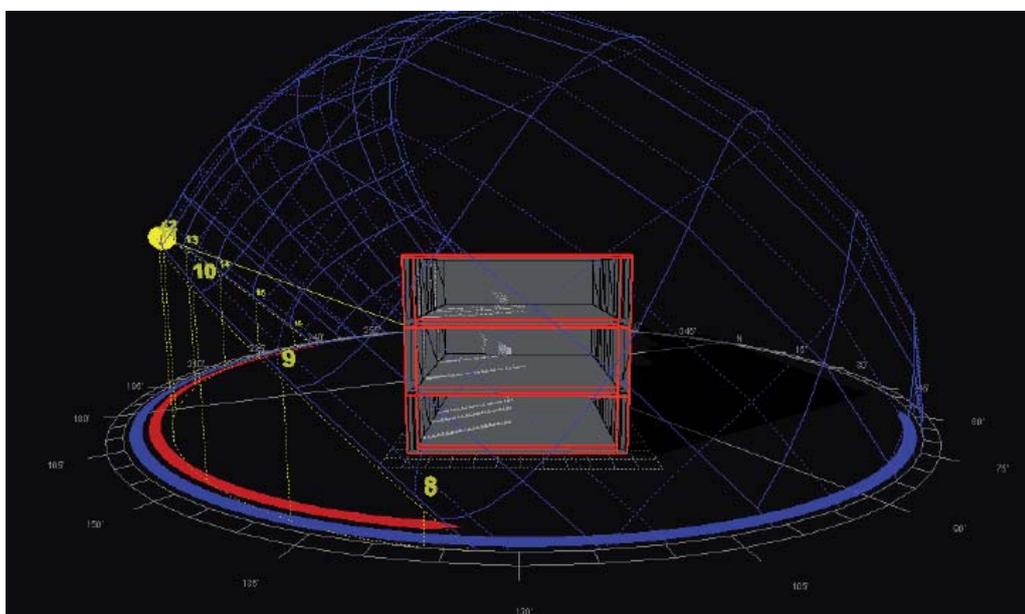
EST 45°



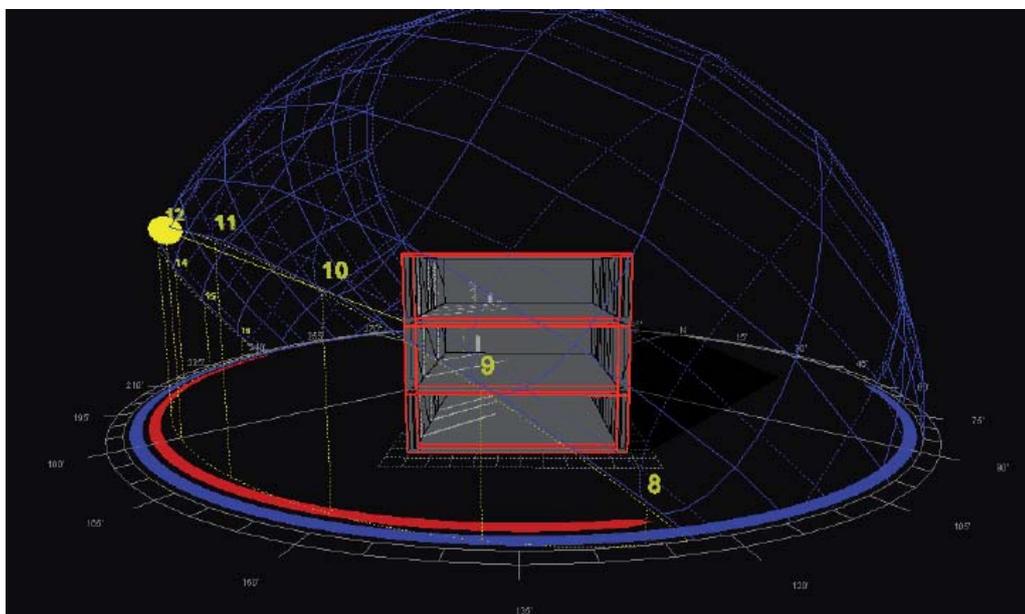
OMBREGGIAMENTO INTERNO - MODELLO LINEARE - SCHERMATURE TIPO 1 - 12 DIC
OVEST 15°



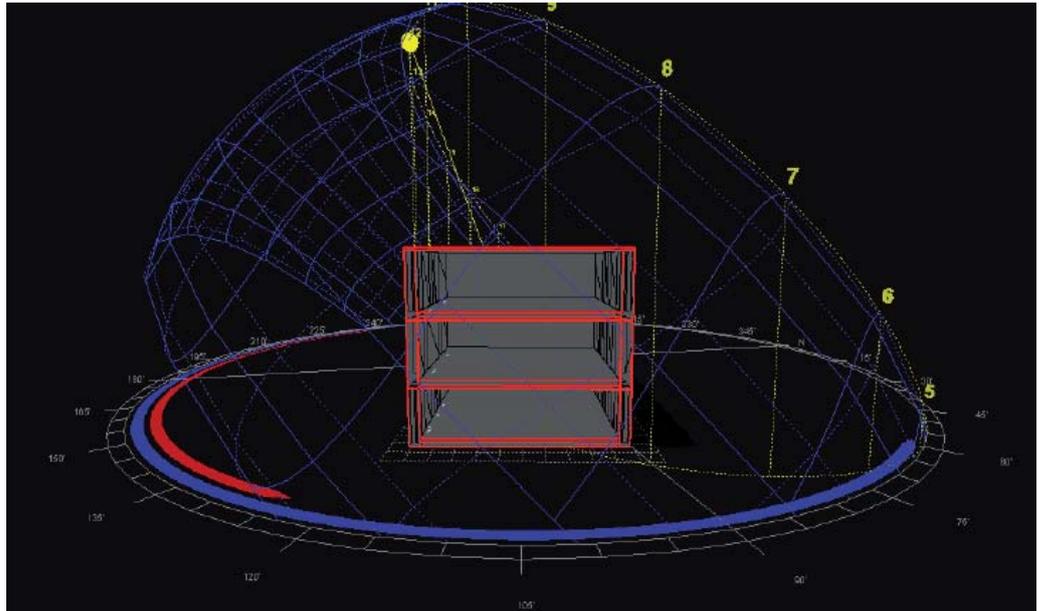
OVEST 30°



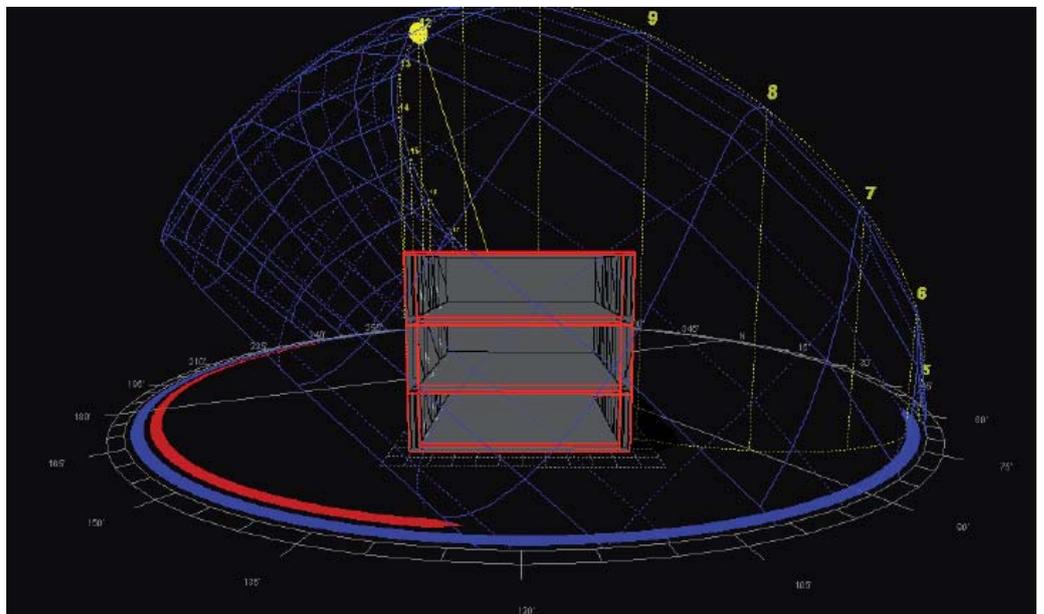
OVEST 45°



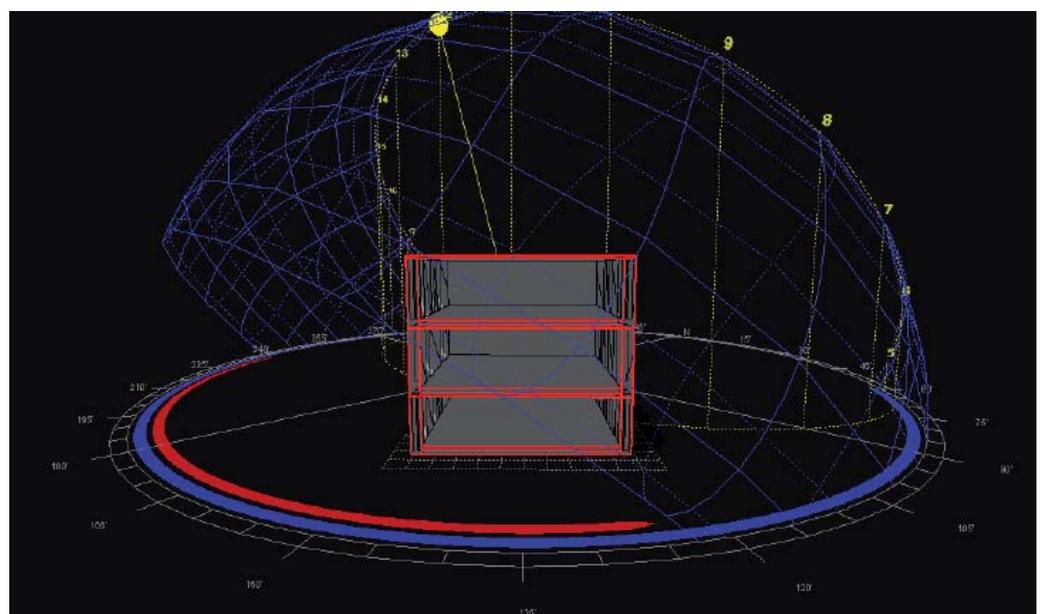
OMBREGGIAMENTO INTERNO - MODELLO LINEARE - SCHERMATURE TIPO 1 - 12 LUG
OVEST 15°



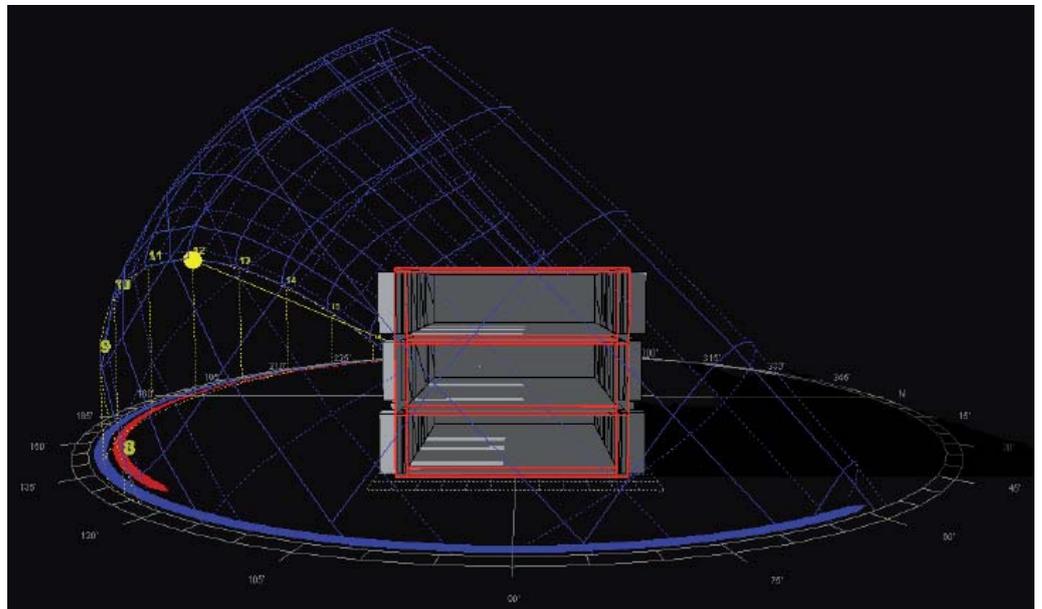
OVEST 30°



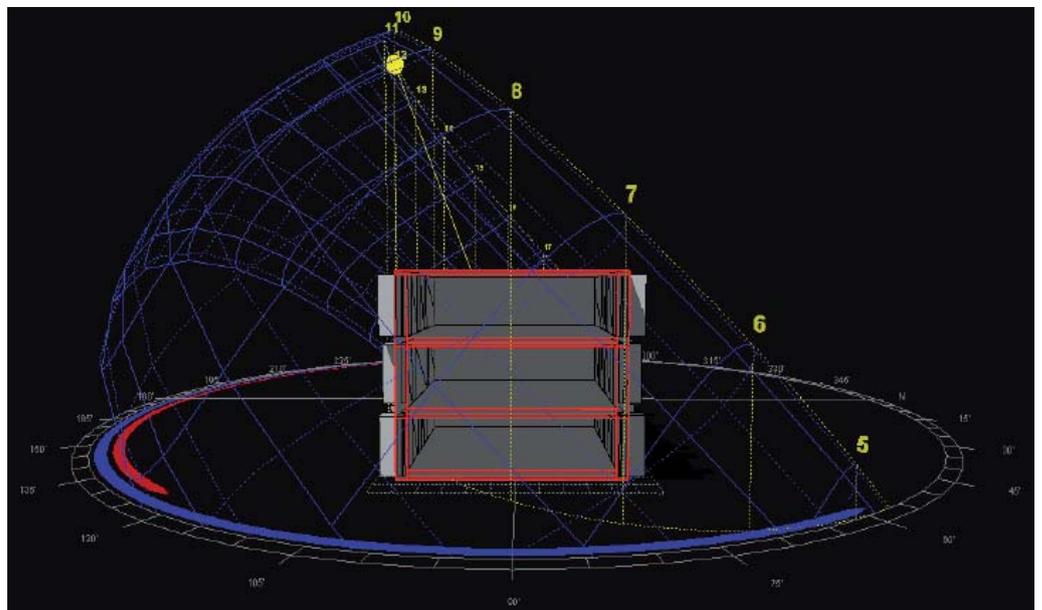
OVEST 45°



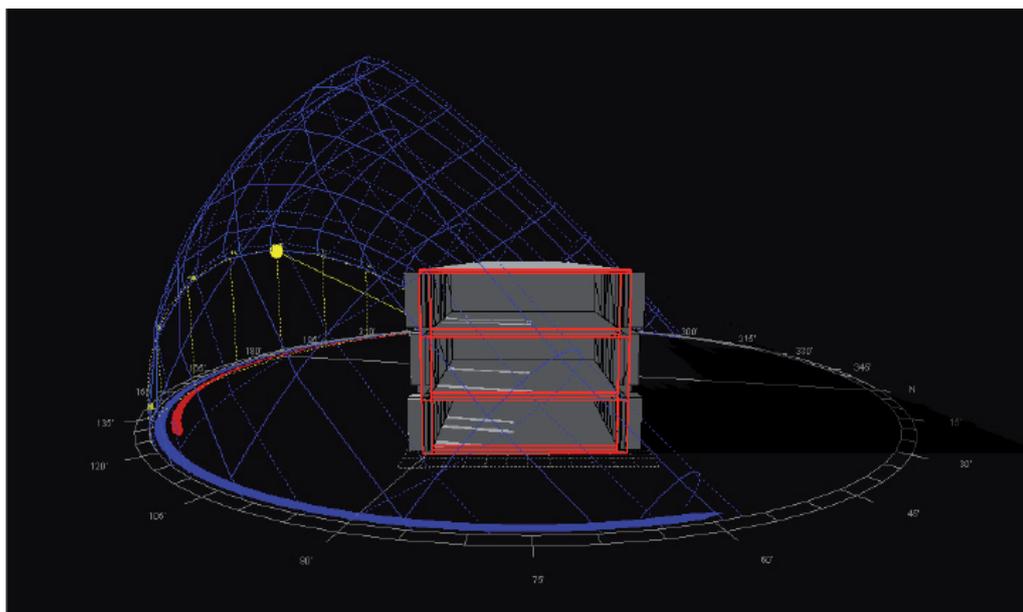
OMBREGGIAMENTO INTERNO - MODELLO CORTE - SCHERMATURE TIPO 3 - 12 DIC
INTERNO 0°



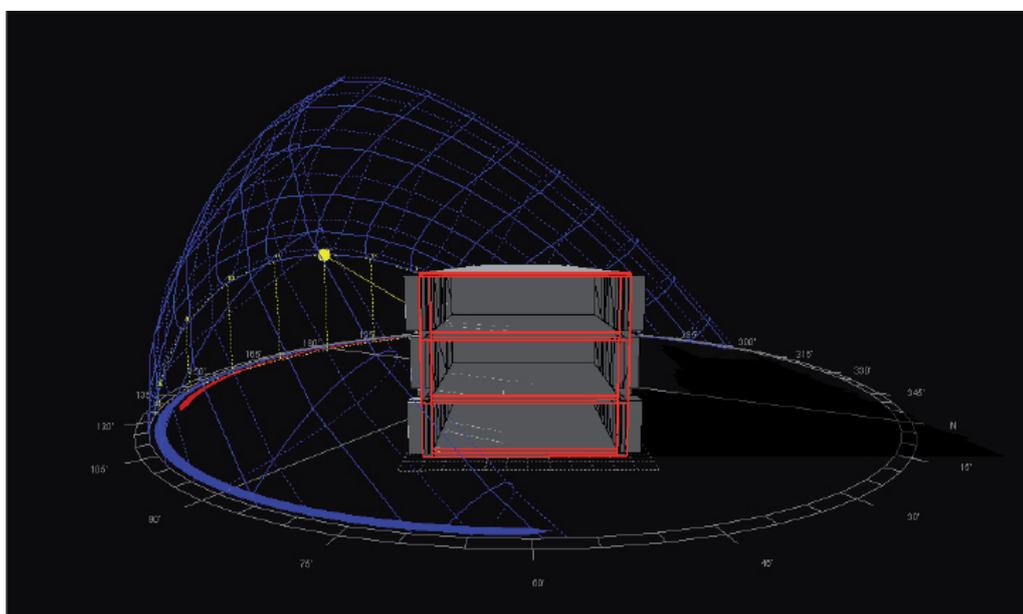
OMBREGGIAMENTO INTERNO - MODELLO CORTE - SCHERMATURE TIPO 3 - 12 LUG
INTERNO 0°



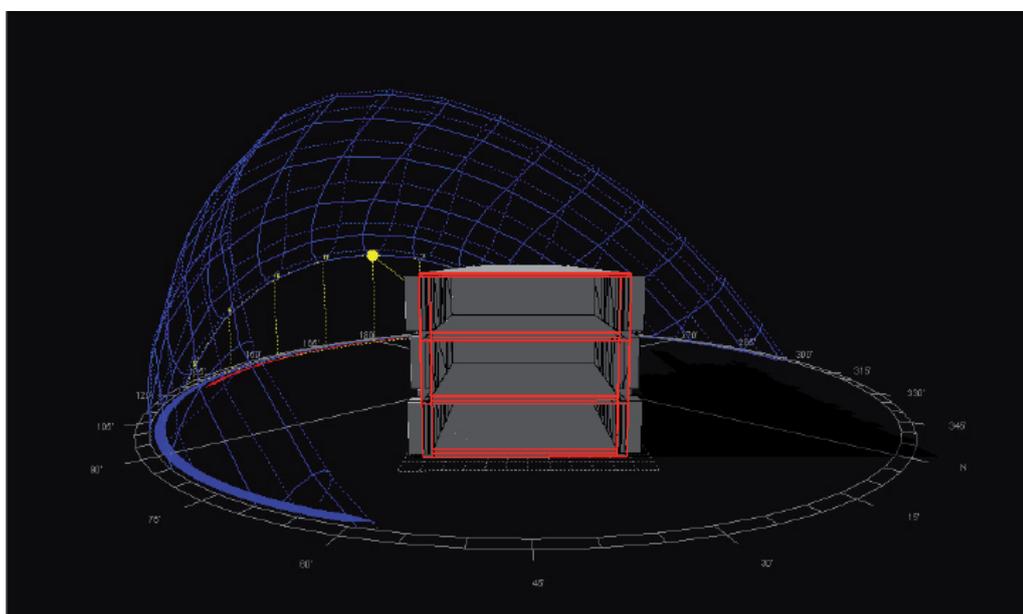
OMBREGGIAMENTO INTERNO - MODELLO CORTE - SCHERMATURE TIPO 3 - 12 DIC
EST 15°



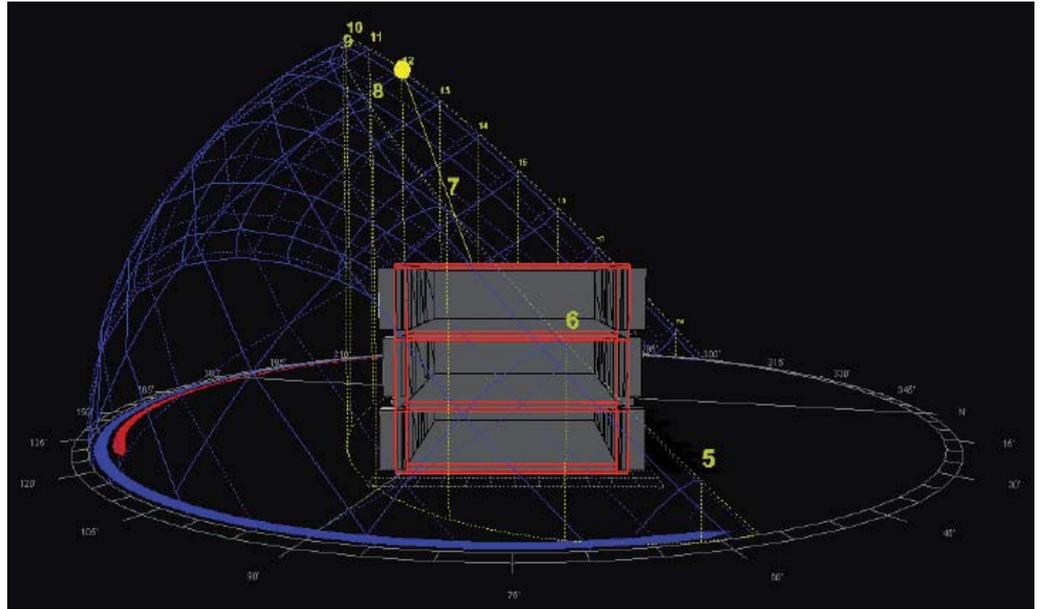
EST 30°



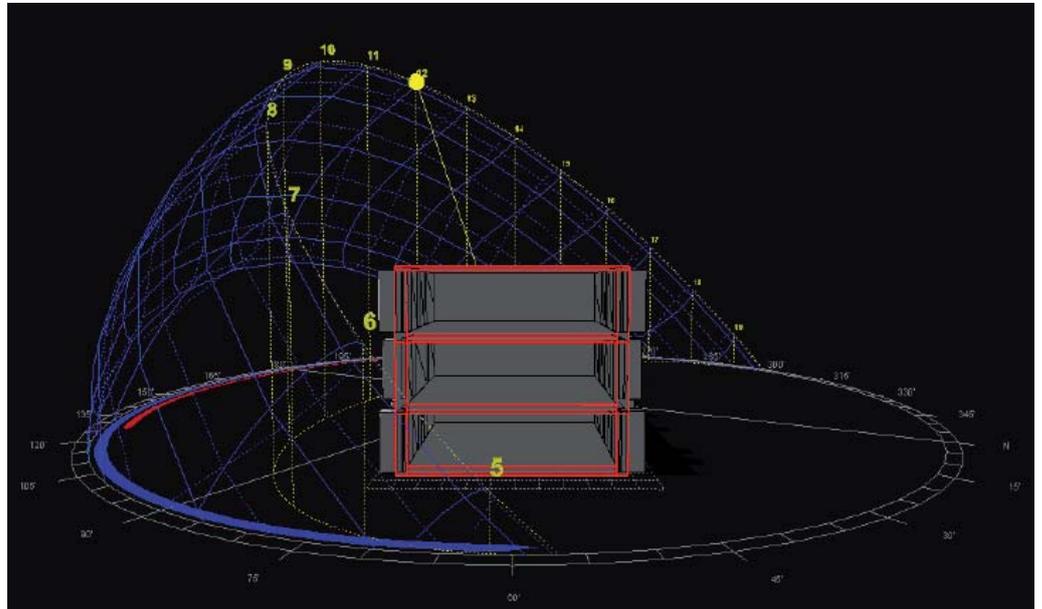
EST 45°



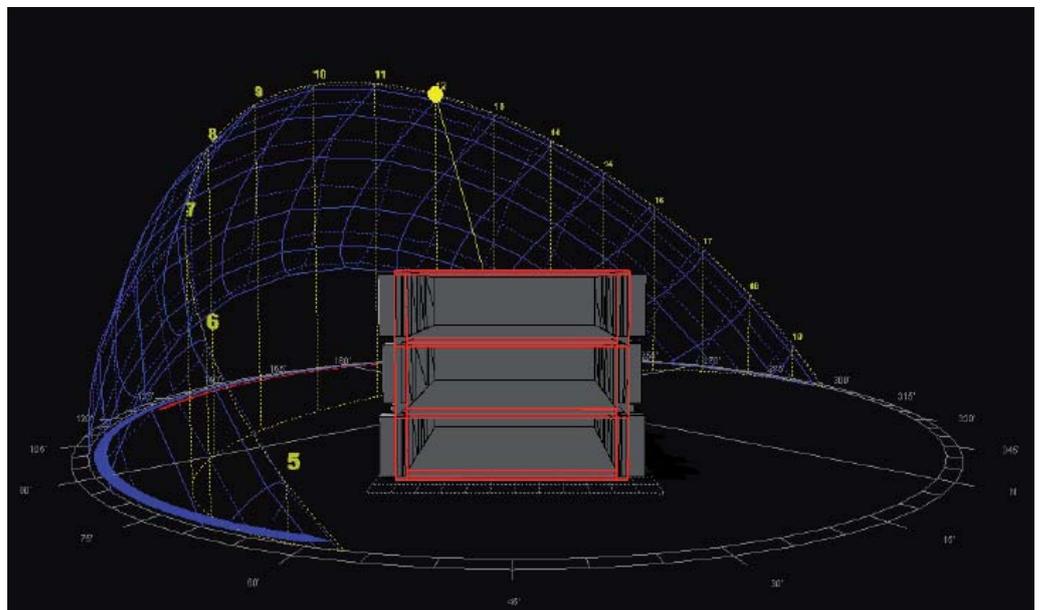
OMBREGGIAMENTO INTERNO - MODELLO CORTE - SCHERMATURE TIPO 3 - 12 LUG
EST 15°



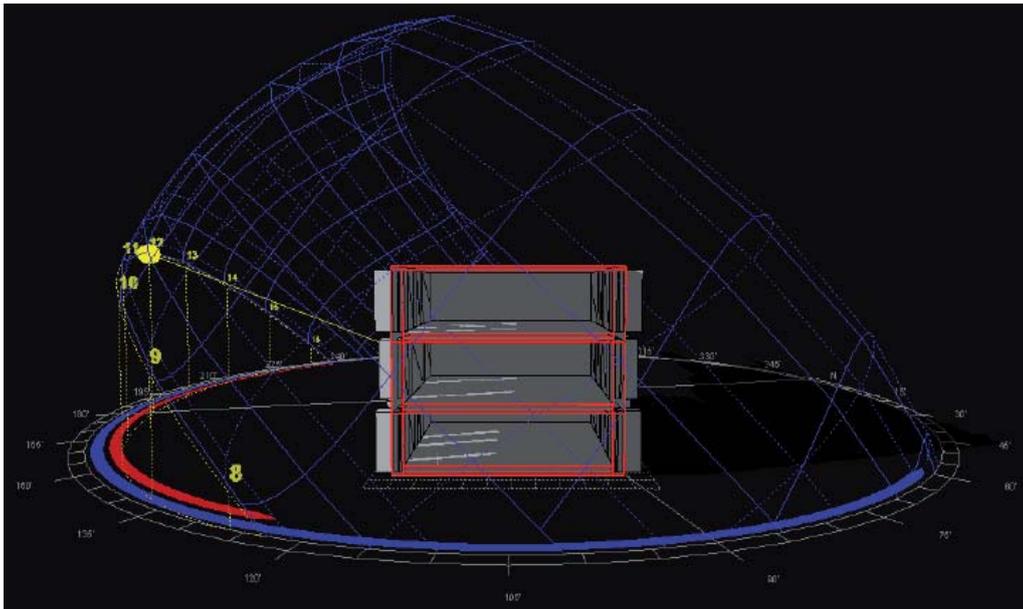
EST 30°



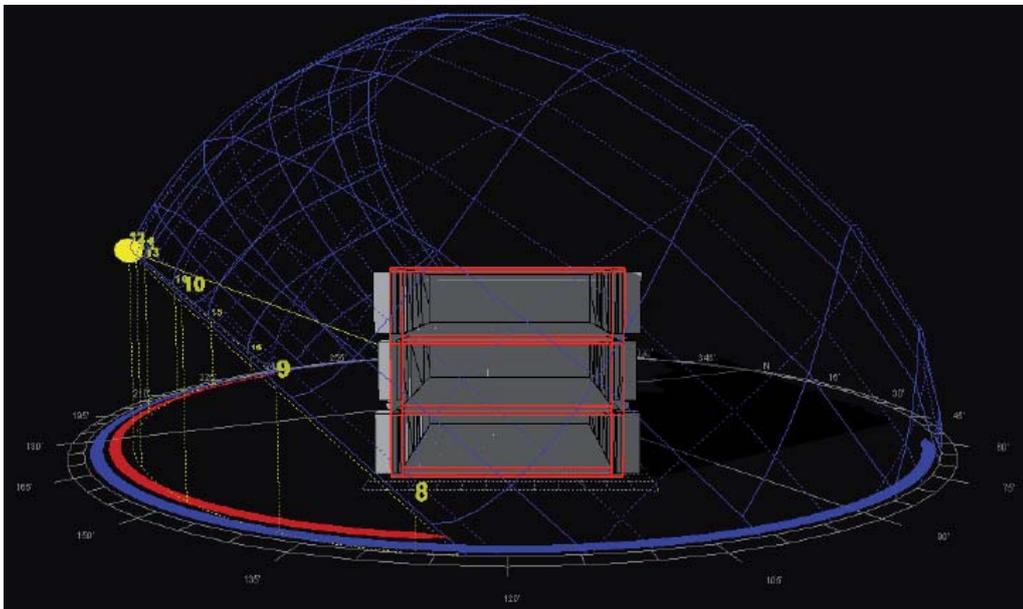
EST 45°



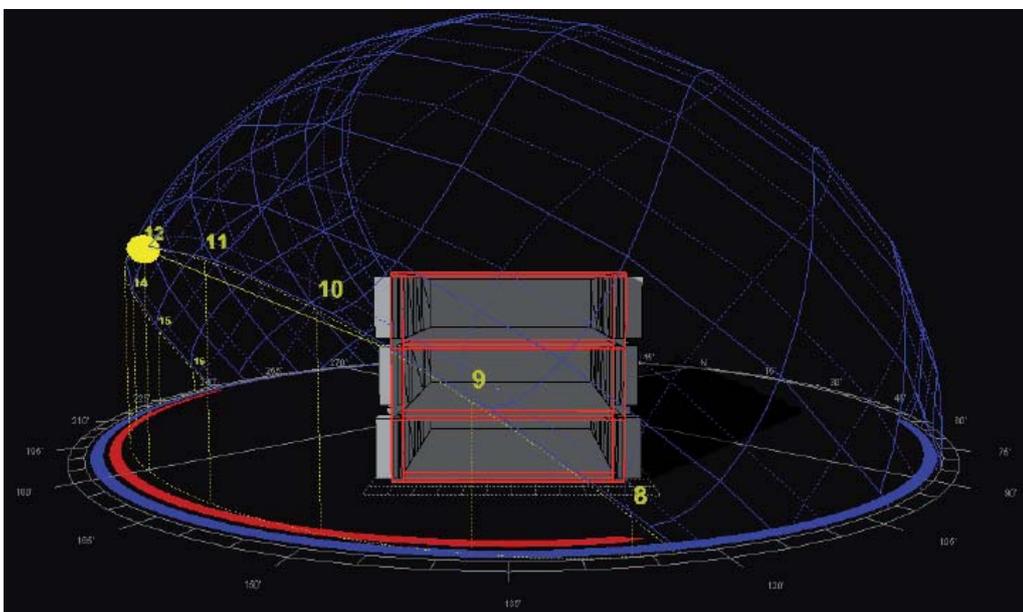
OMBREGGIAMENTO INTERNO - MODELLO CORTE - SCHERMATURE TIPO 3 - 12 DIC
OVEST 15°



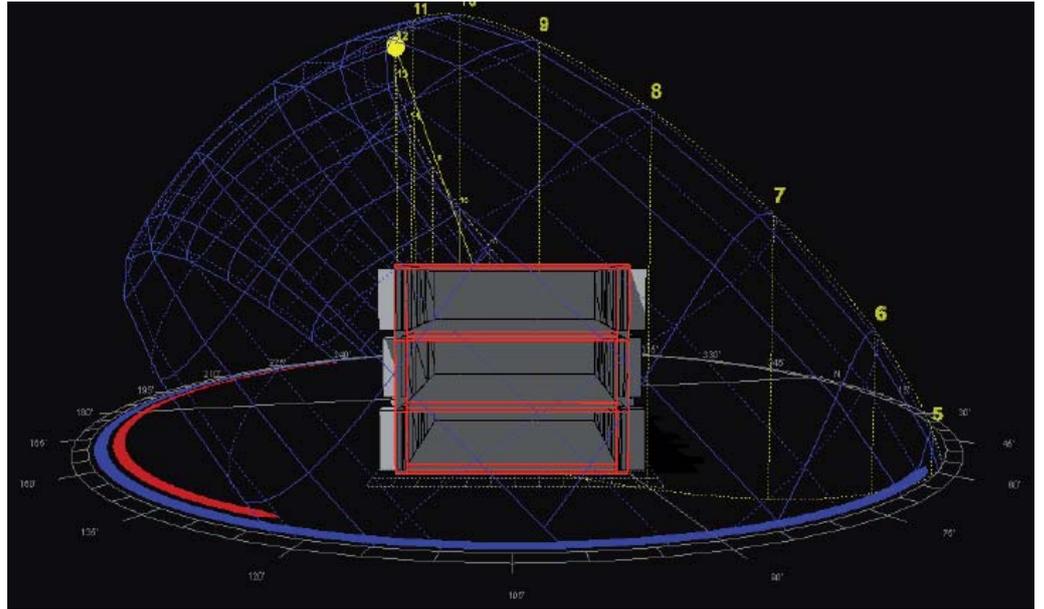
OVEST 30°



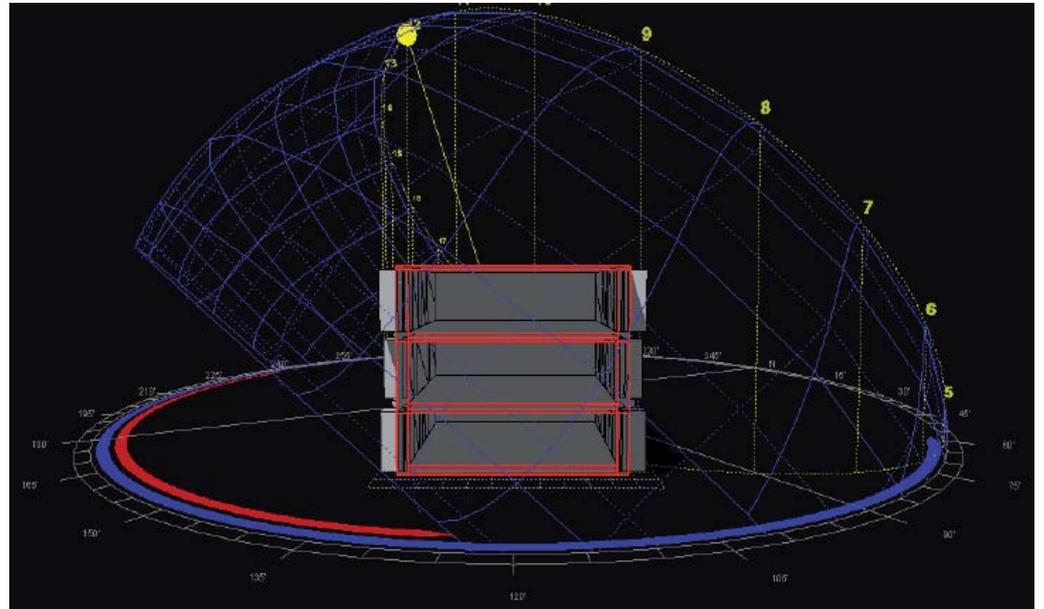
OVEST 45°



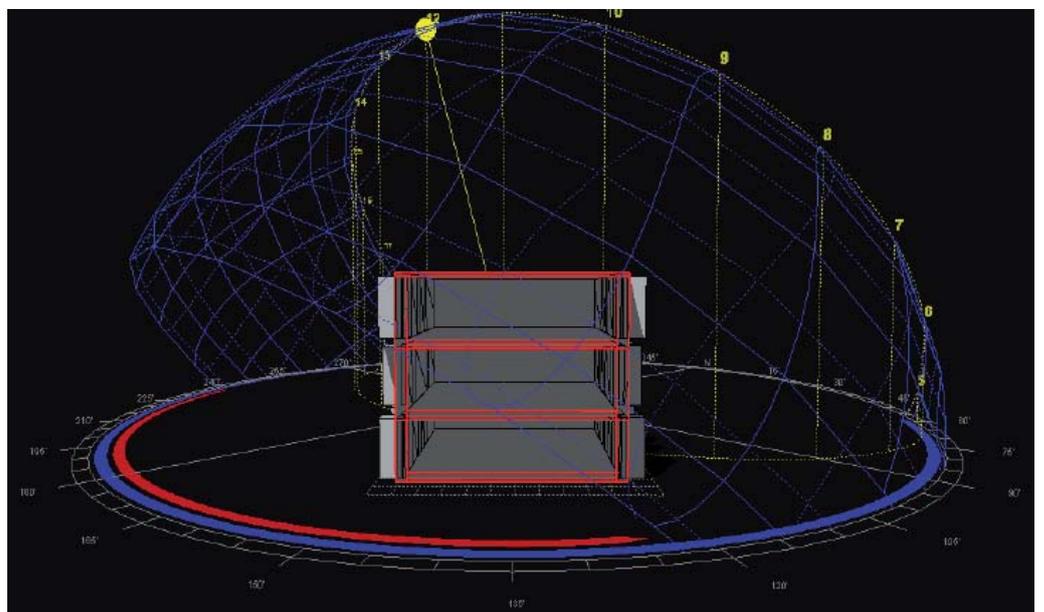
OMBREGGIAMENTO INTERNO - MODELLO CORTE - SCHERMATURE TIPO 3 - 12 LUG
OVEST 15°



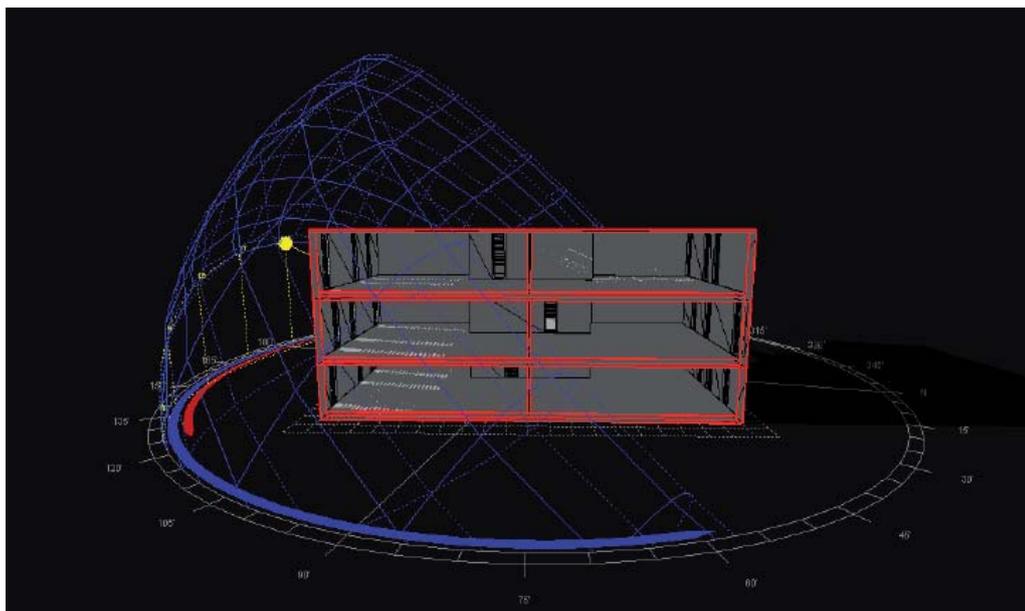
OVEST 30°



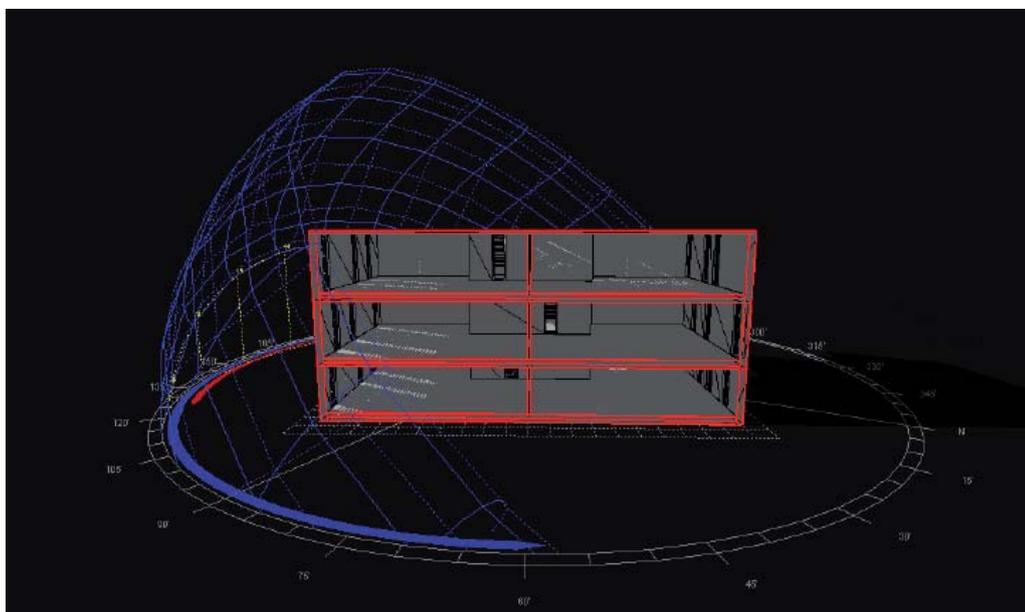
OVEST 45°



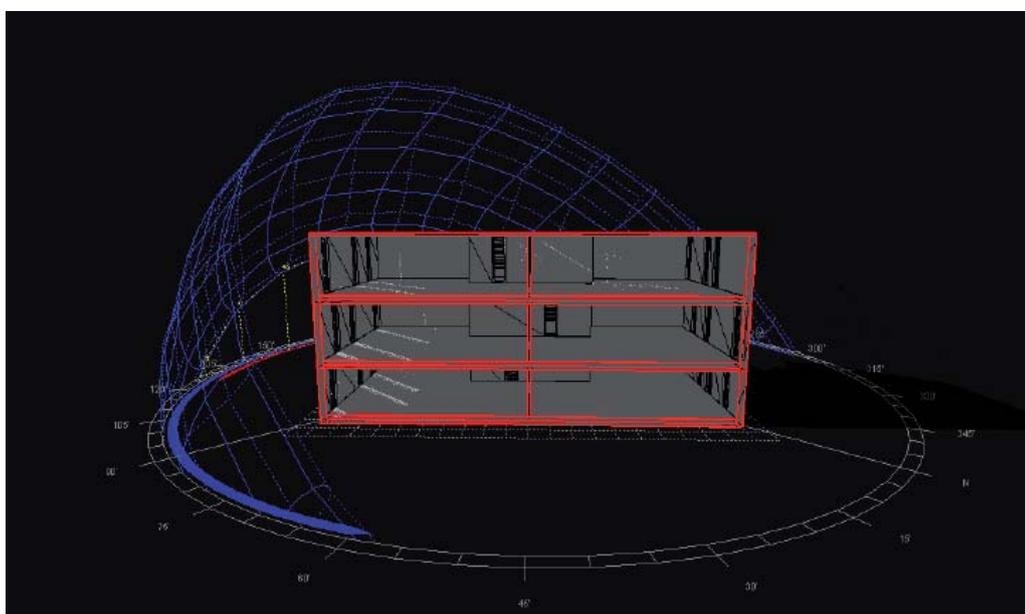
OMBREGGIAMENTO INTERNO - MODELLO CORTE - SCHERMATURE TIPO 1 - 12 DIC
EST 15°



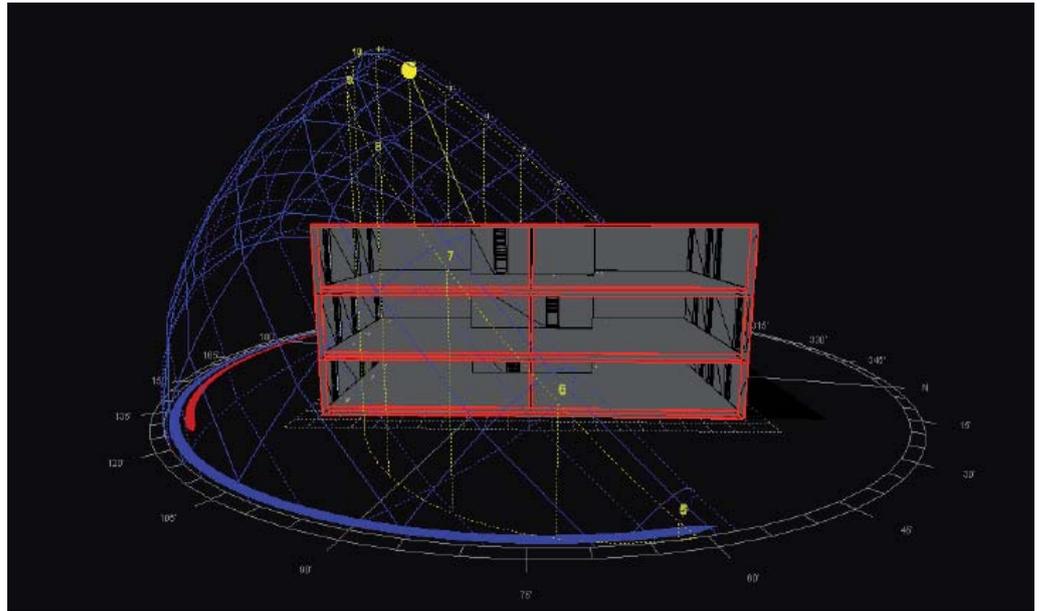
EST 30°



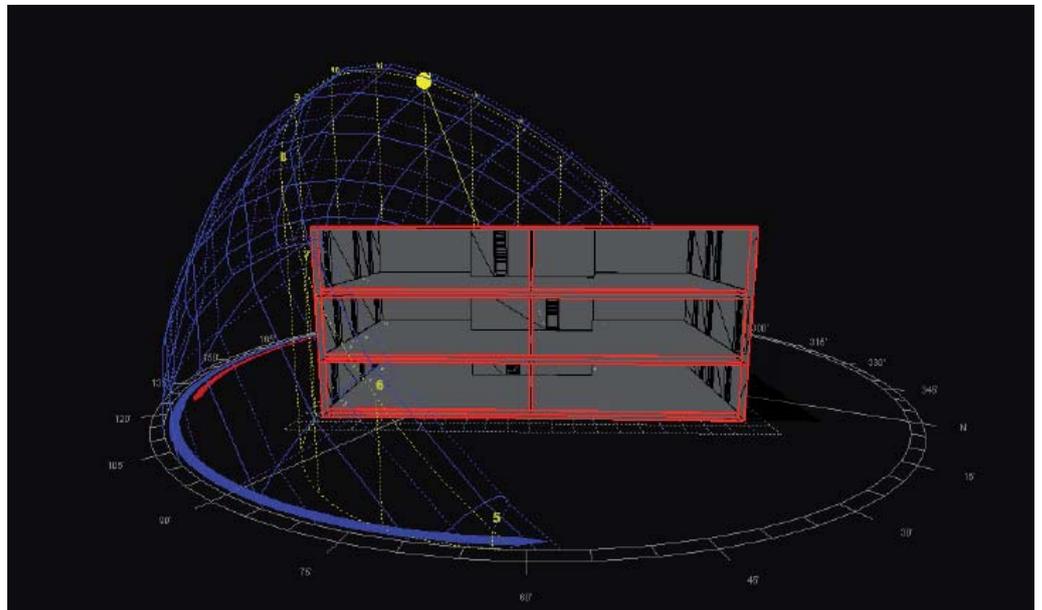
EST 45°



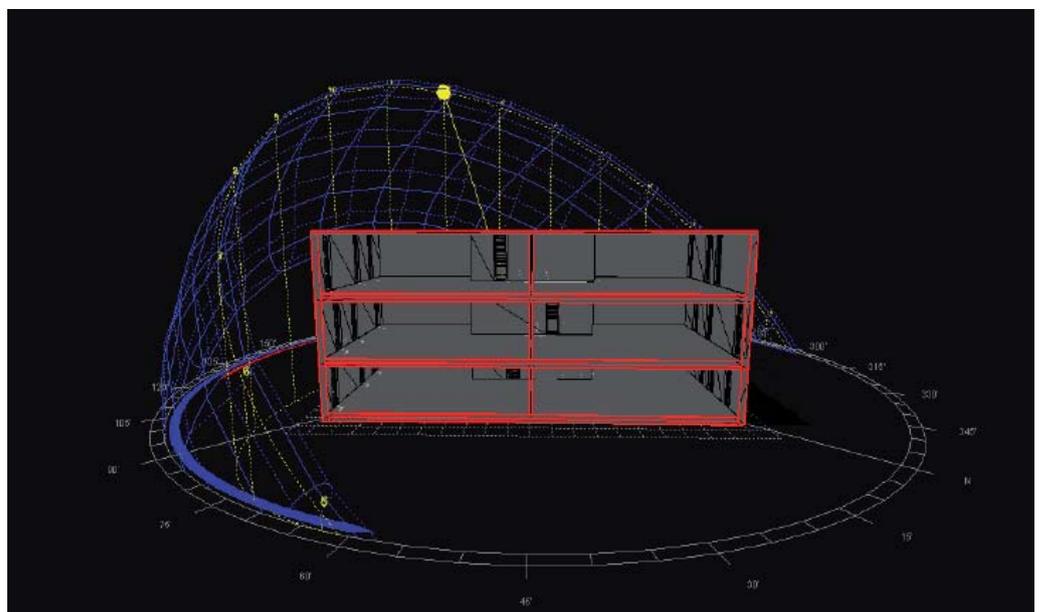
OMBREGGIAMENTO INTERNO - MODELLO CORTE - SCHERMATURE TIPO 1 - 12 LUG
EST 15°



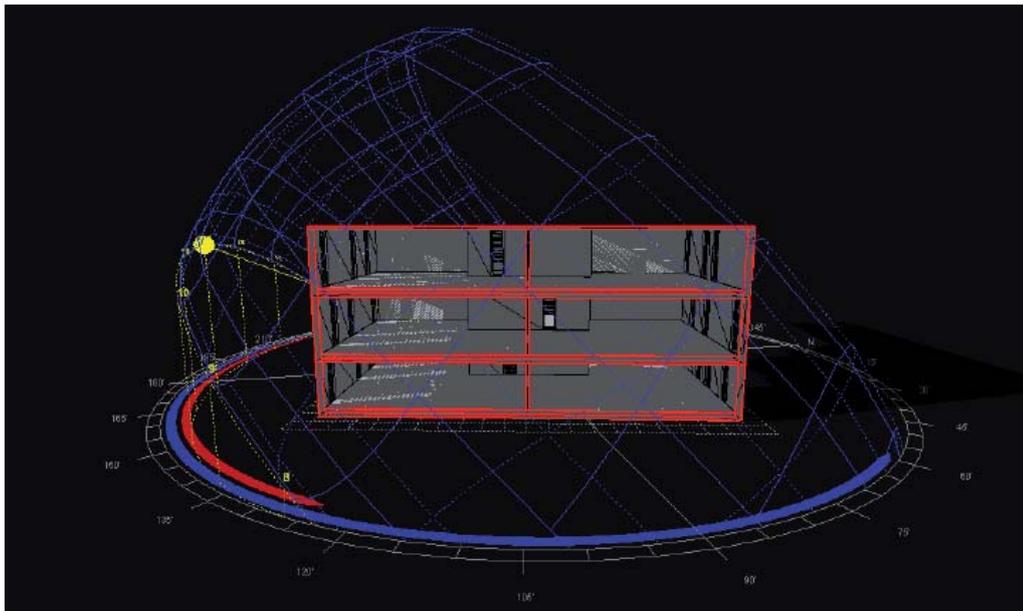
EST 30°



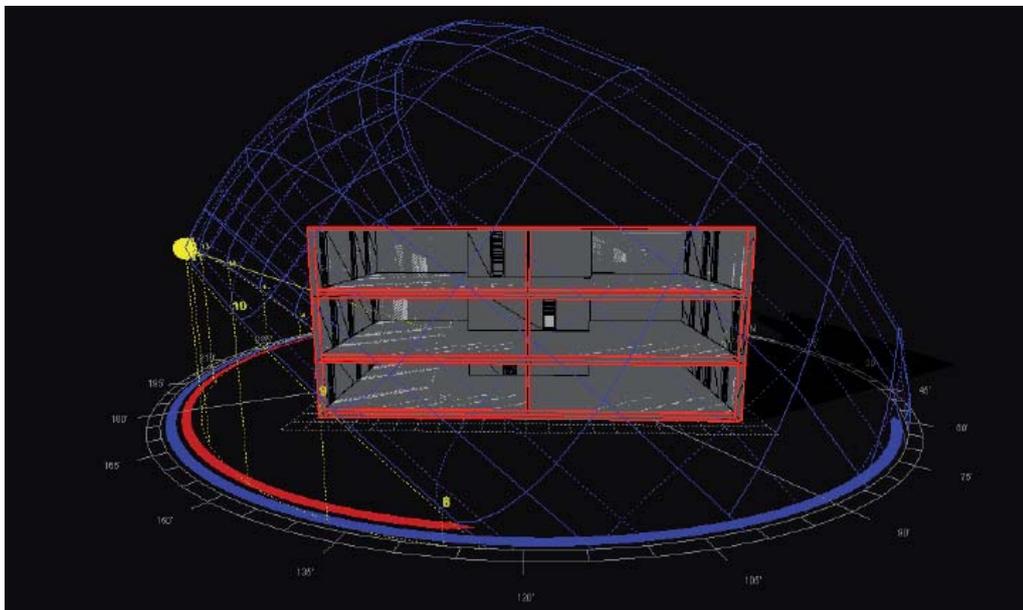
EST 45°



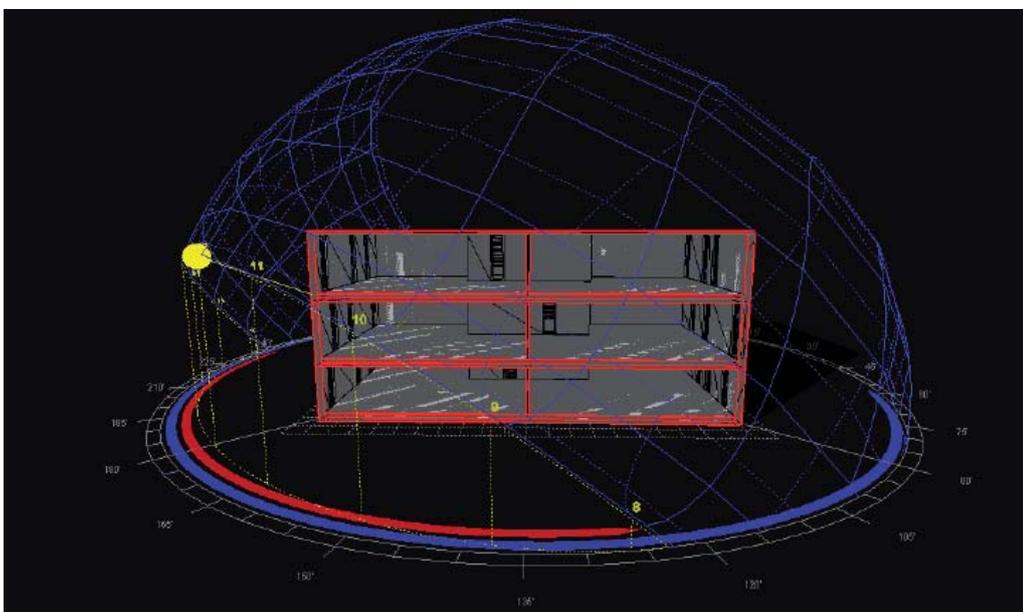
OMBREGGIAMENTO INTERNO - MODELLO CORTE - SCHERMATURE TIPO 1 - 12 DIC
OVEST 15°



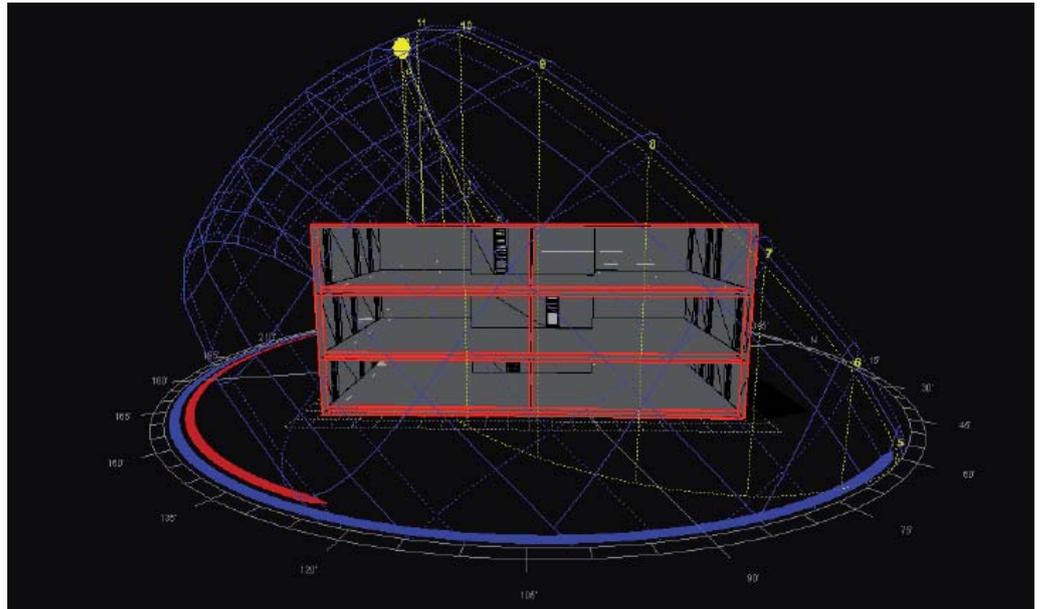
OVEST 30°



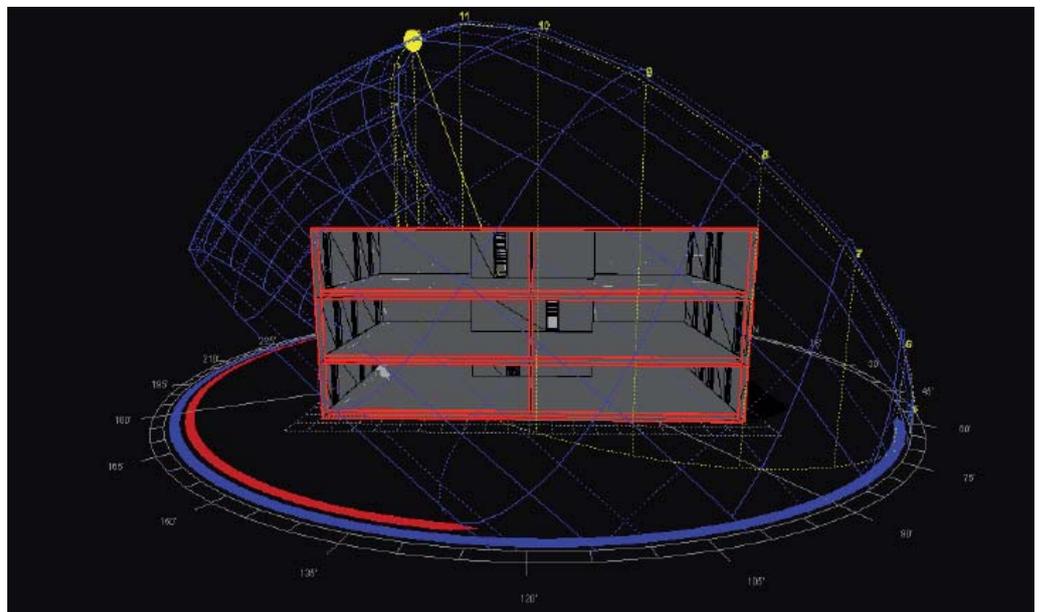
OVEST 45°



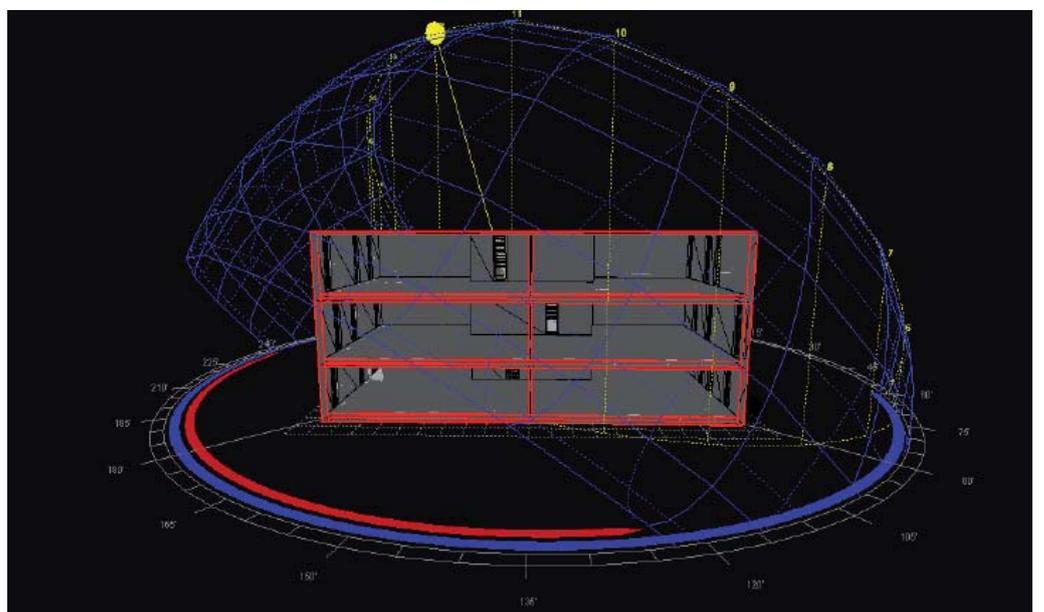
OMBREGGIAMENTO INTERNO - MODELLO CORTE - SCHERMATURE TIPO 1 - 12 LUG
OVEST 15°



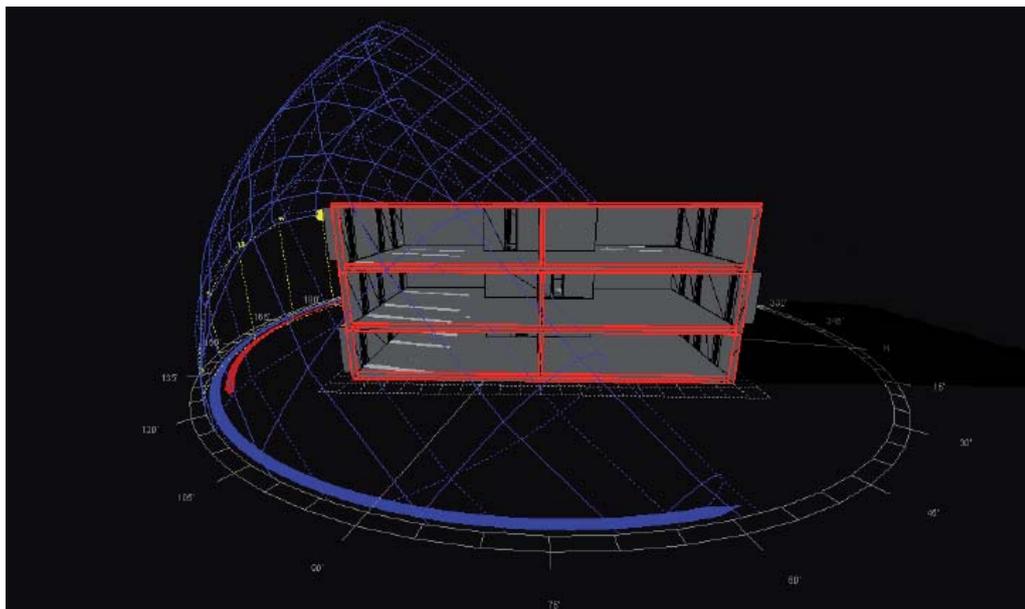
OVEST 30°



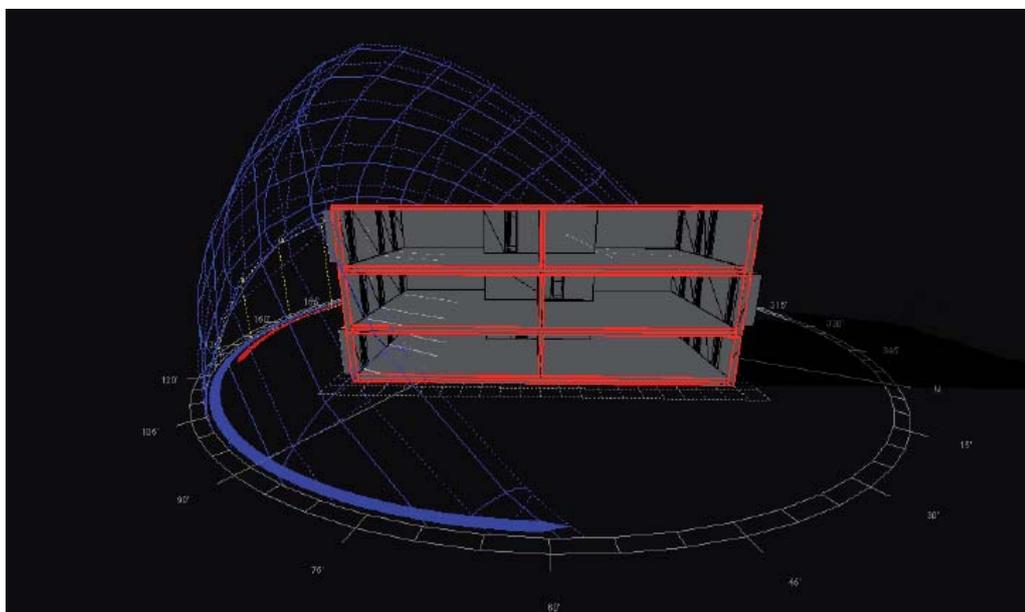
OVEST 45°



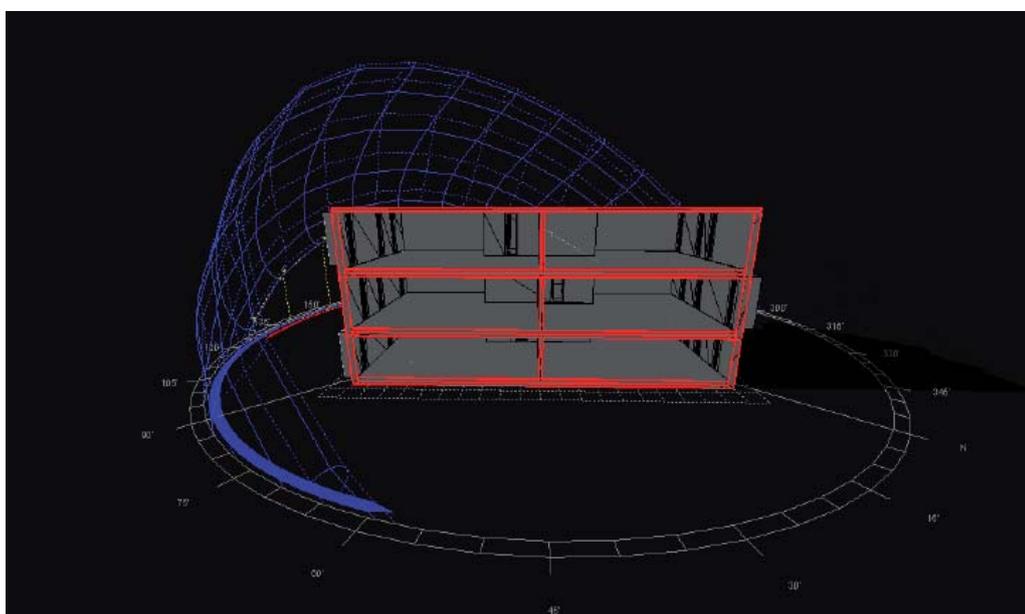
OMBREGGIAMENTO INTERNO - MODELLO CORTE - SCHERMATURE TIPO 3 - 12 DIC
EST 15°



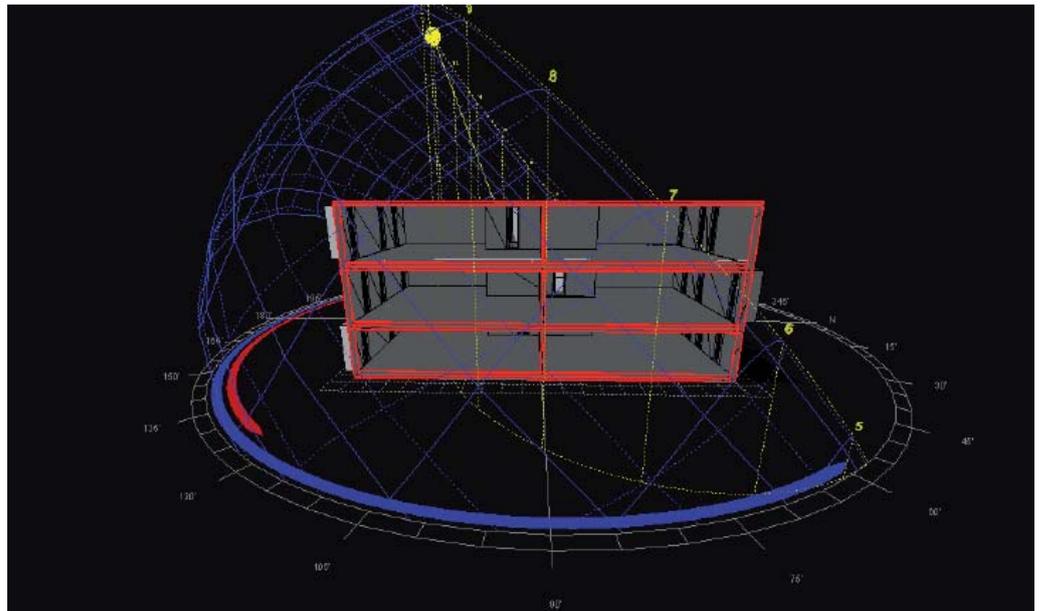
EST 30°



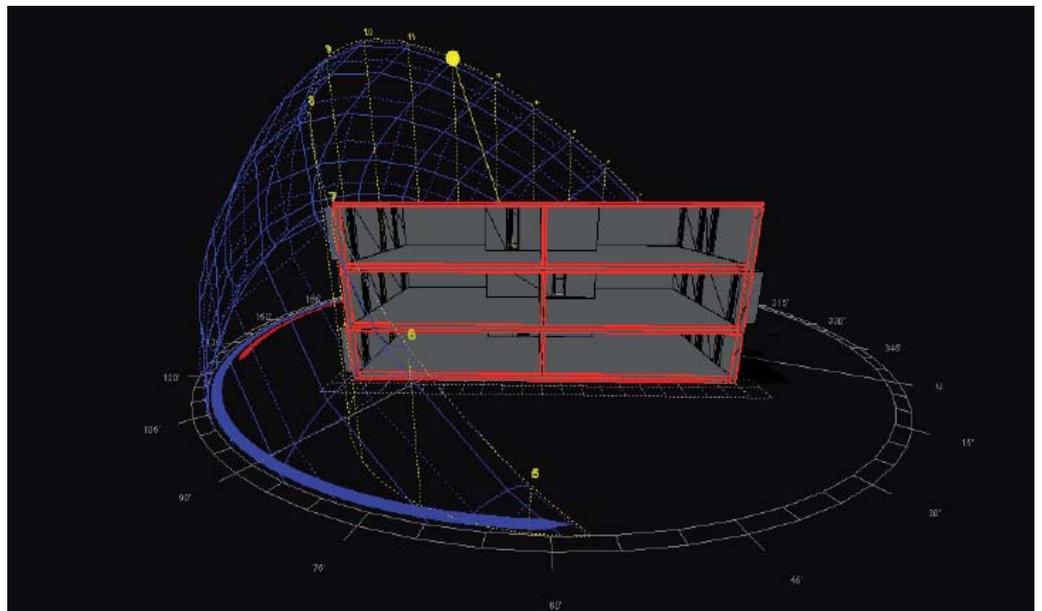
EST 45°



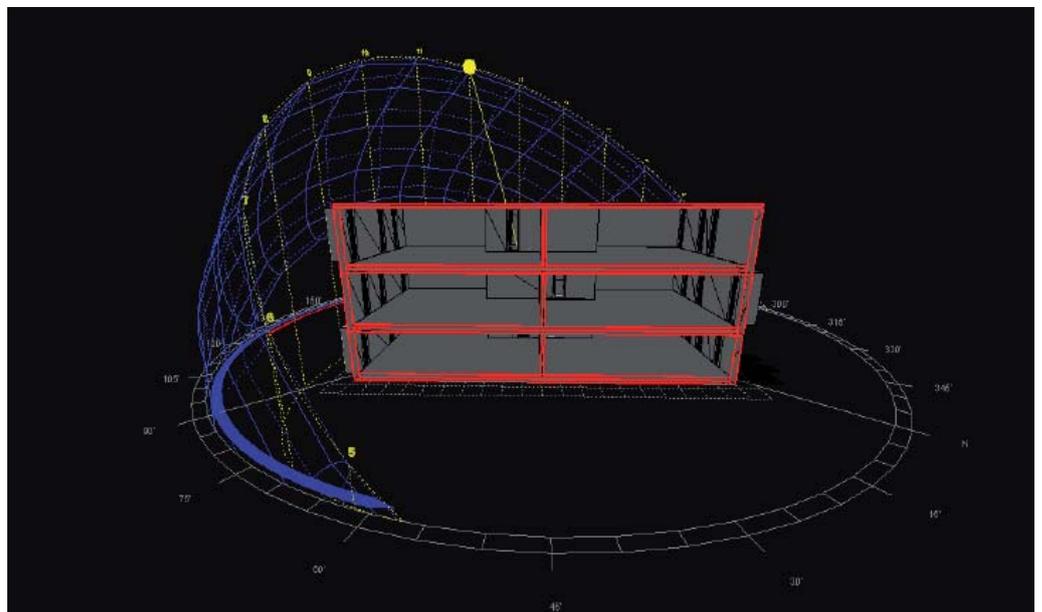
OMBREGGIAMENTO INTERNO - MODELLO CORTE - SCHERMATURE TIPO 3 - 12 LUG
EST 15°



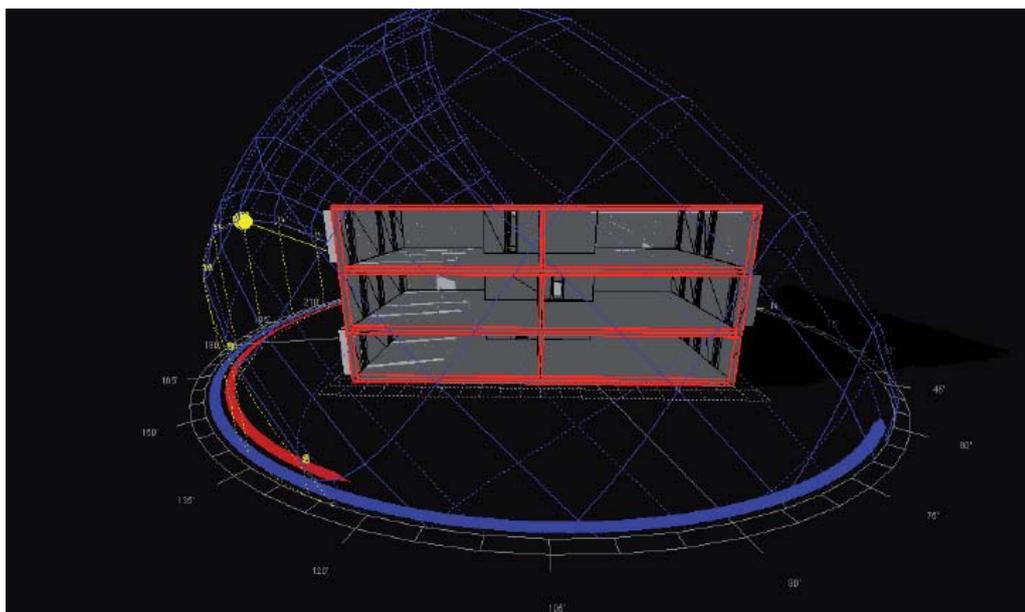
EST 30°



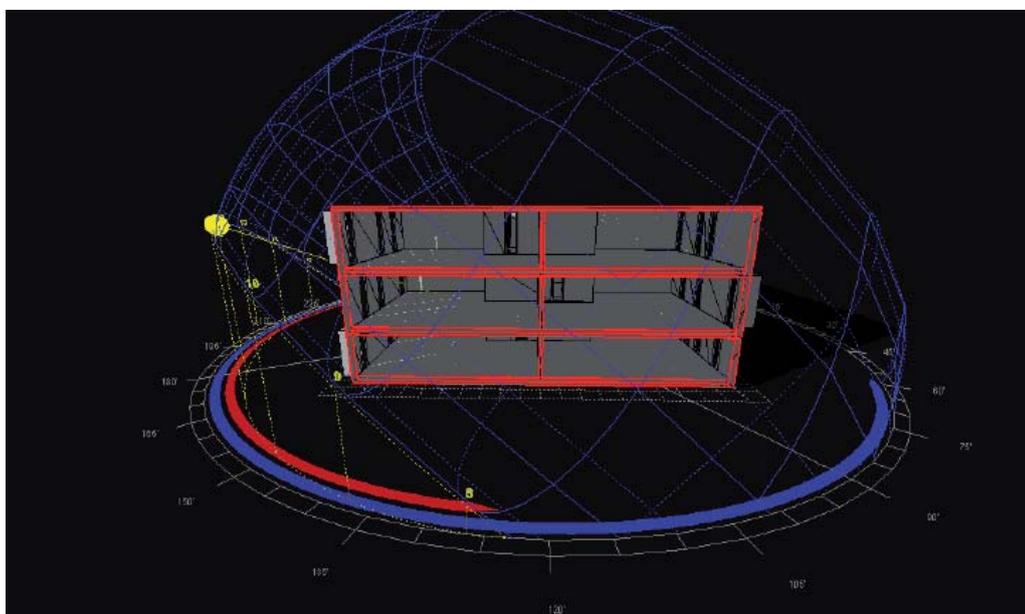
EST 45°



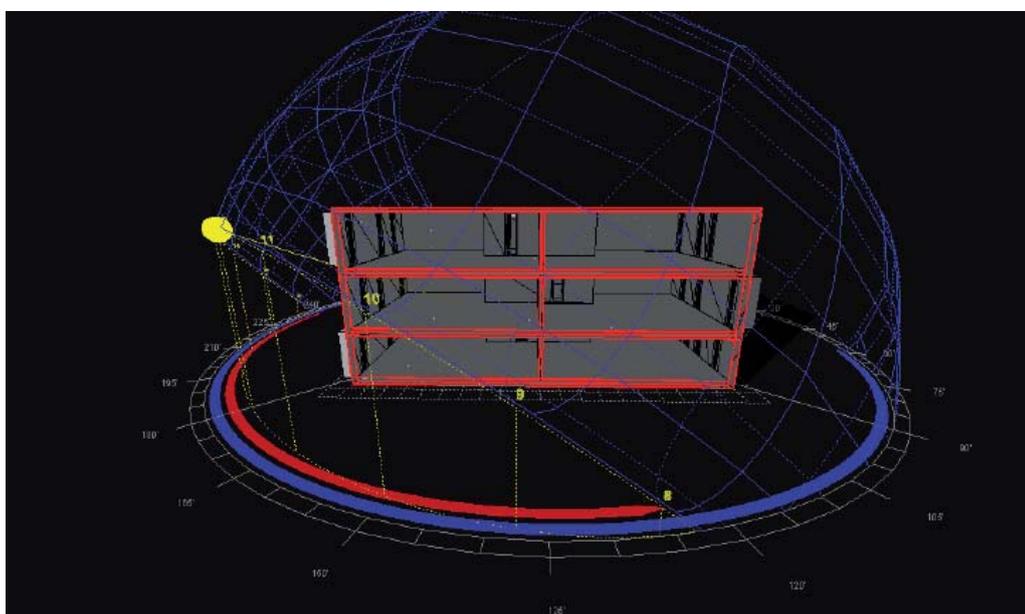
OMBREGGIAMENTO INTERNO - MODELLO CORTE - SCHERMATURE TIPO 3 - 12 DIC
OVEST 15°



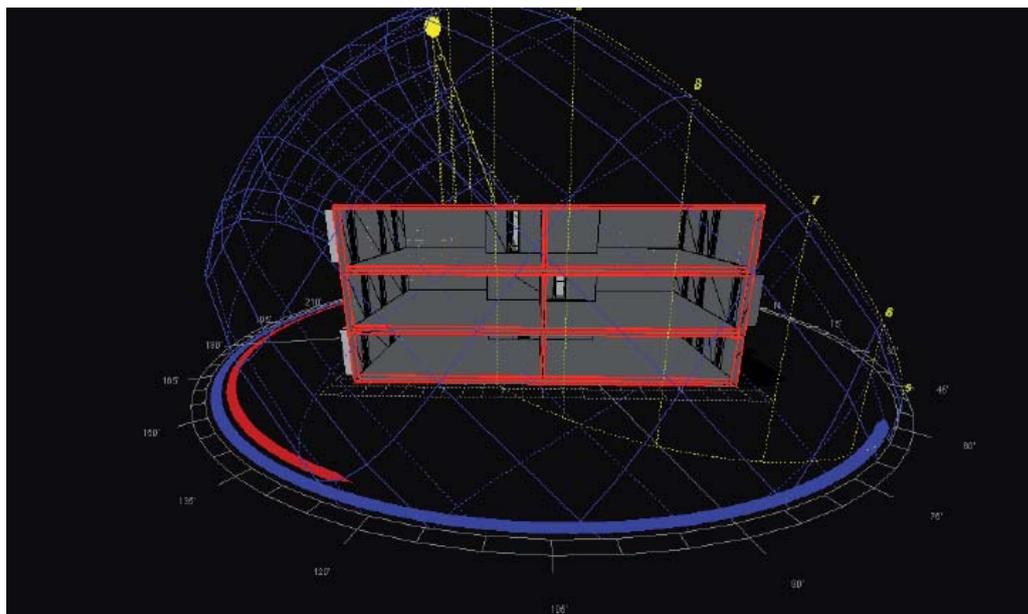
OVEST 30°



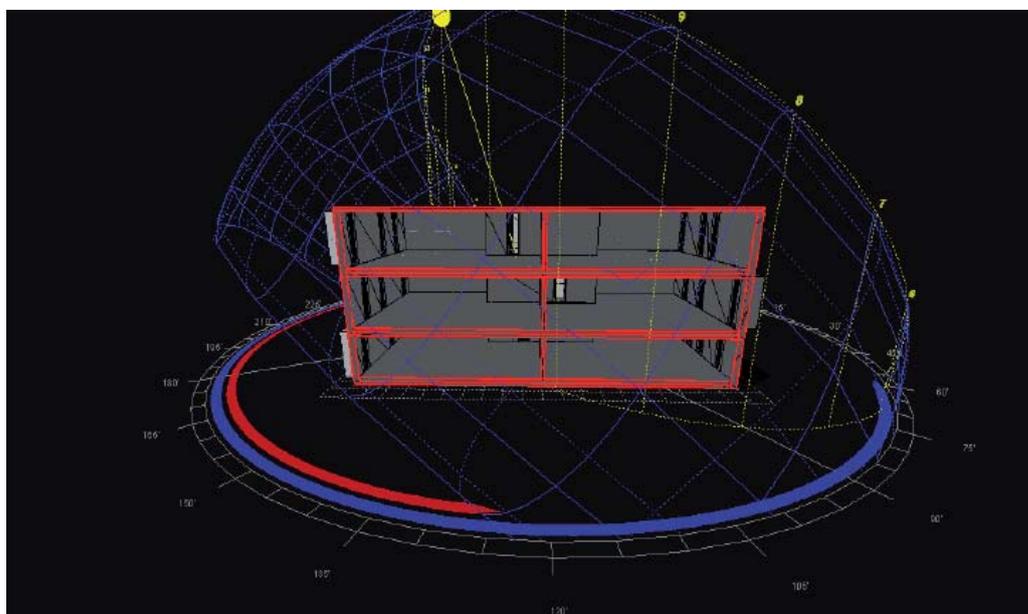
OVEST 45°



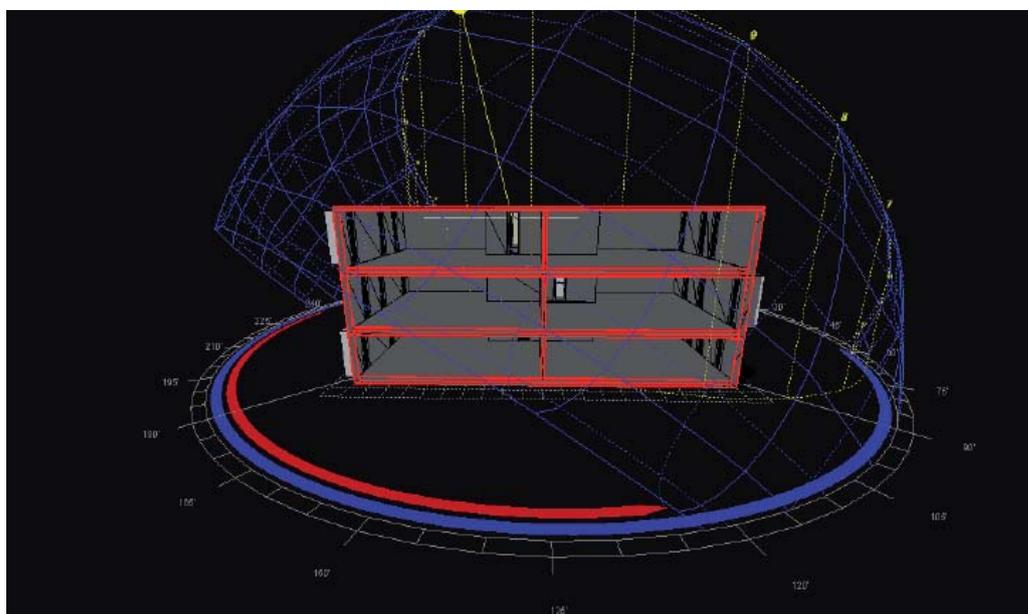
OMBREGGIAMENTO INTERNO - MODELLO CORTE - SCHERMATURE TIPO 3 - 12 LUG
OVEST 15°



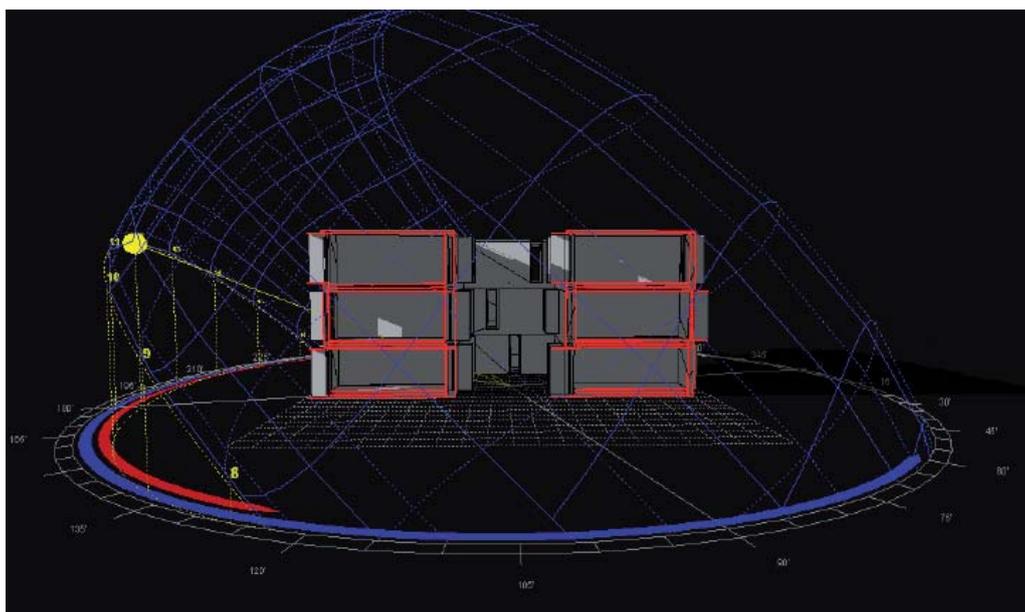
OVEST 30°



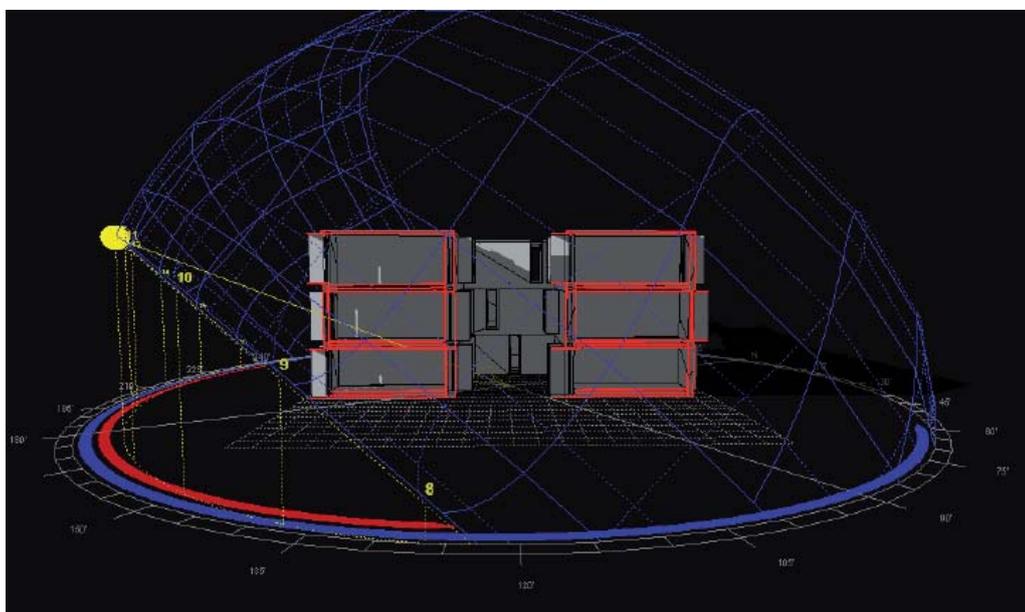
OVEST 45°



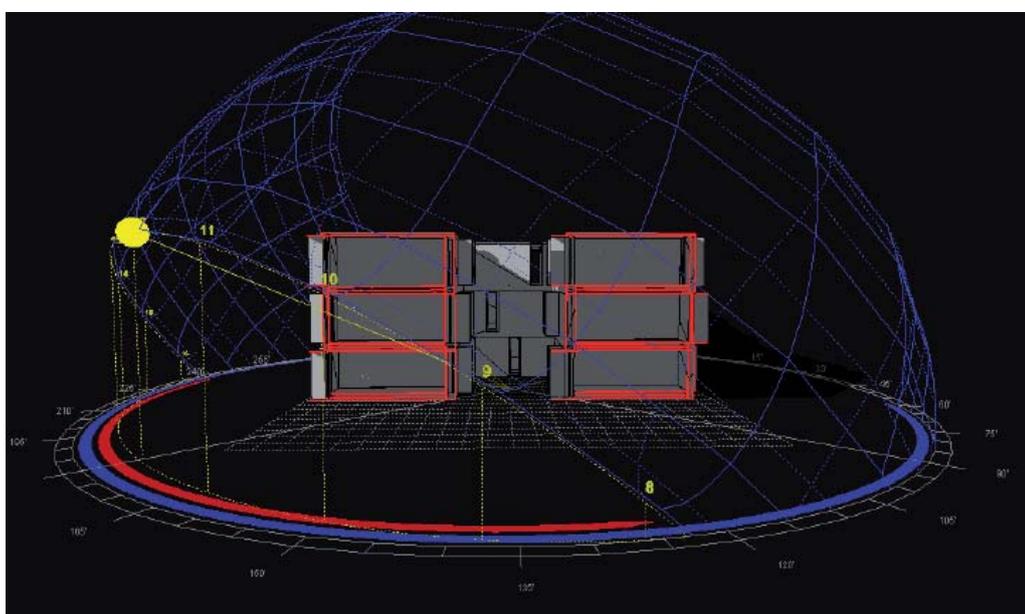
OMBREGGIAMENTO INTERNO - MODELLO CORTE - SCHERMATURE TIPO 3 - 12 DIC
OVEST 15°



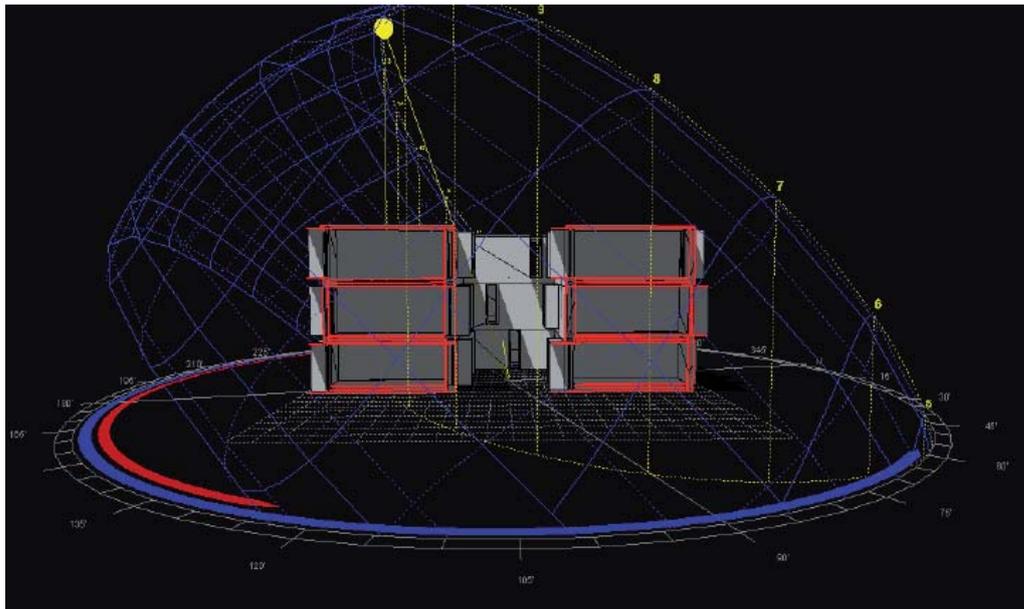
OVEST 30°



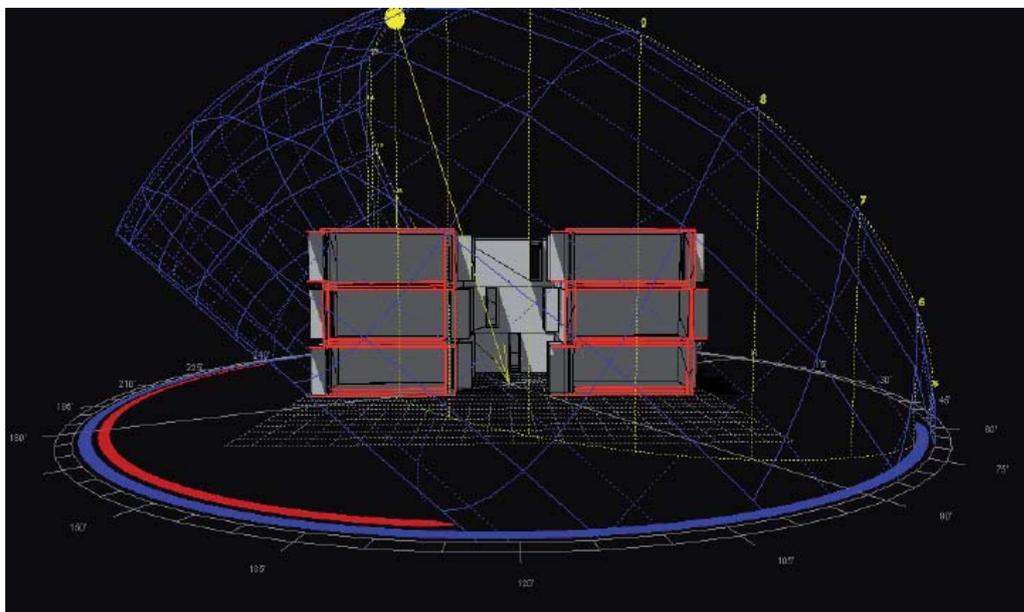
OVEST 45°



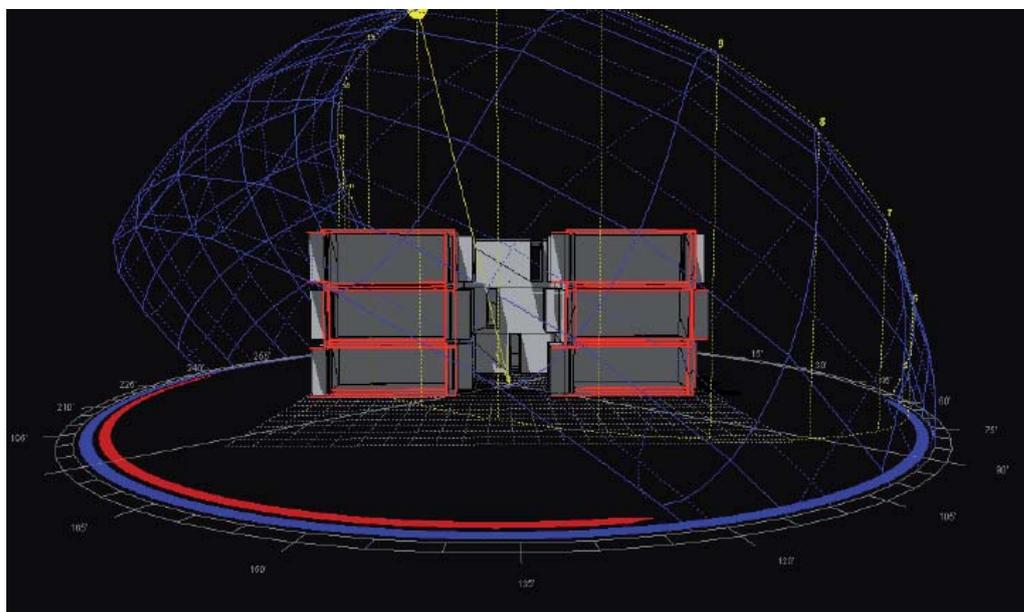
OMBREGGIAMENTO INTERNO - MODELLO CORTE - SCHERMATURE TIPO 3 - 12 LUG
INTERNO - OVEST 15°



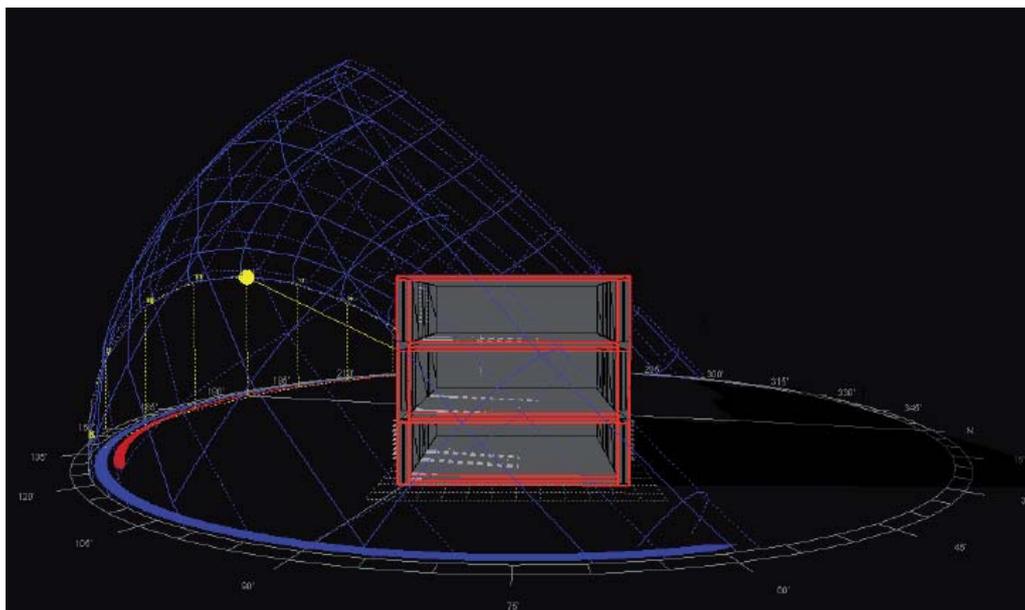
INTERNO - OVEST 30°



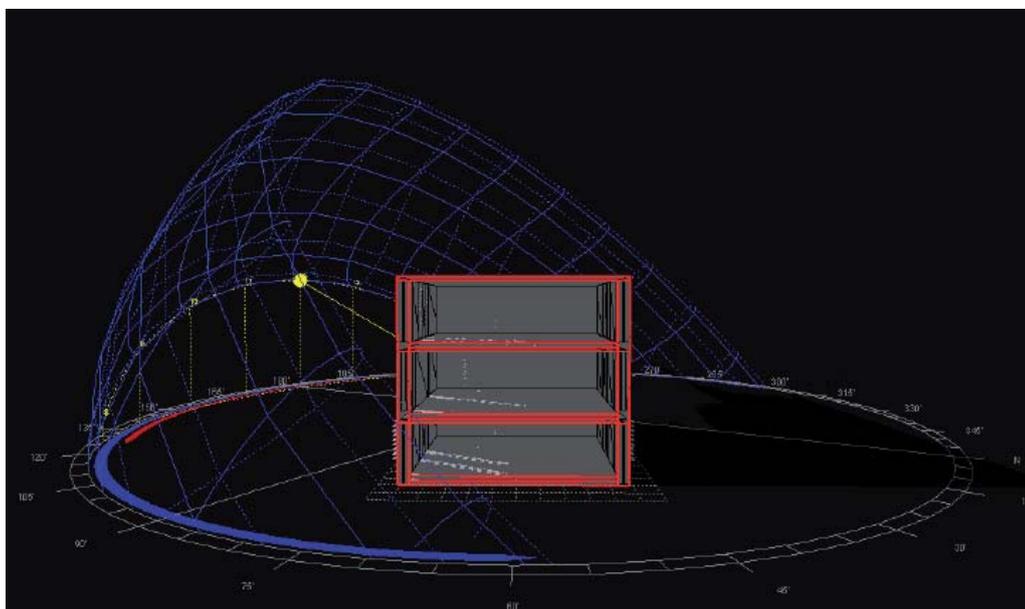
INTERNO - OVEST 45°



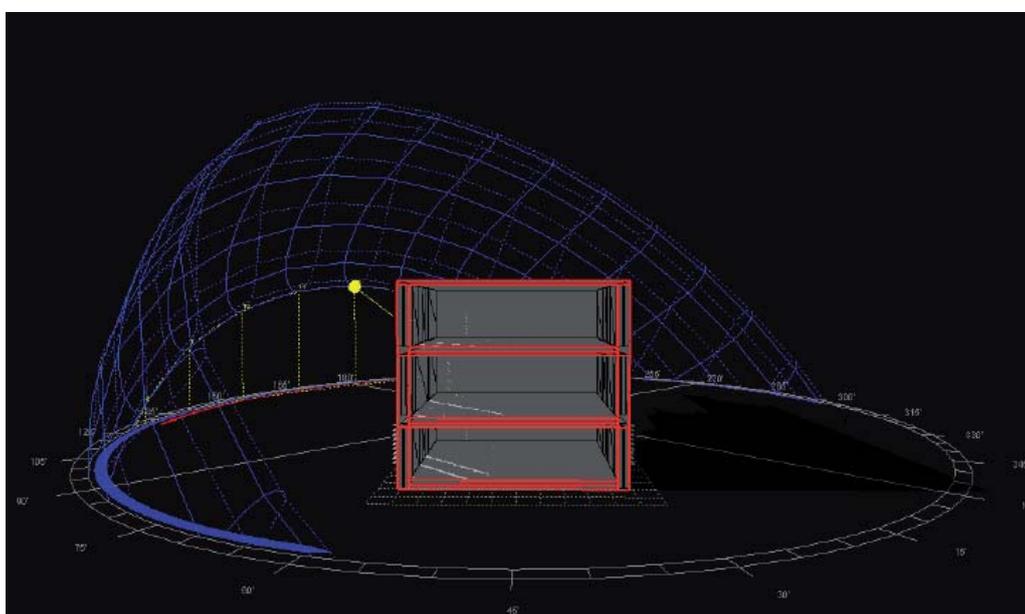
OMBREGGIAMENTO INTERNO - MODELLO LINEARE - SCHERMATURE TIPO 2 - 12 DIC
EST 15°



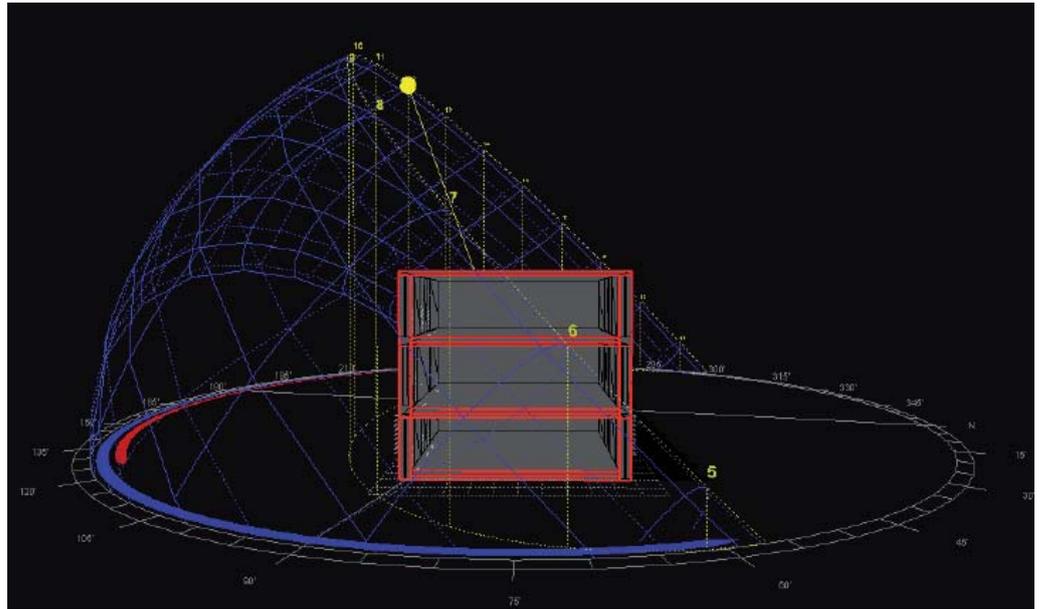
EST 30°



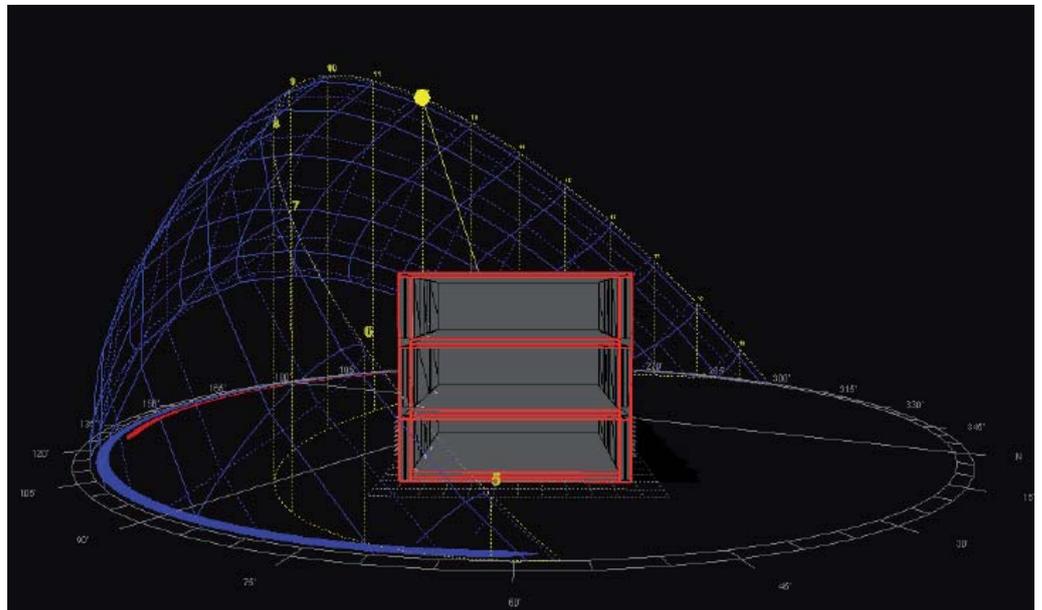
EST 45°



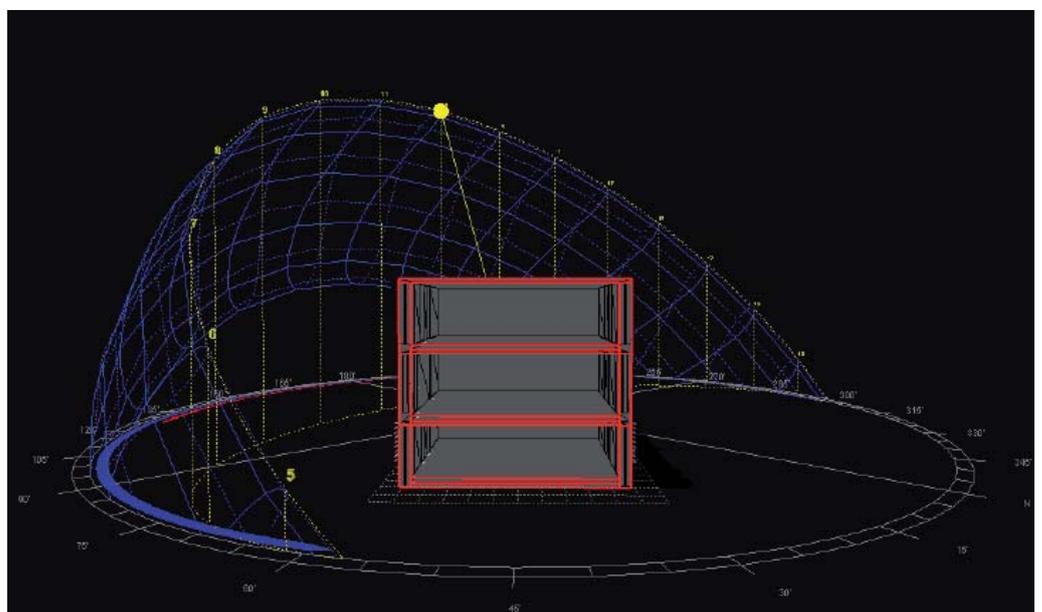
OMBREGGIAMENTO INTERNO - MODELLO LINEARE - SCHERMATURE TIPO 2 - 12 LUG
EST 15°



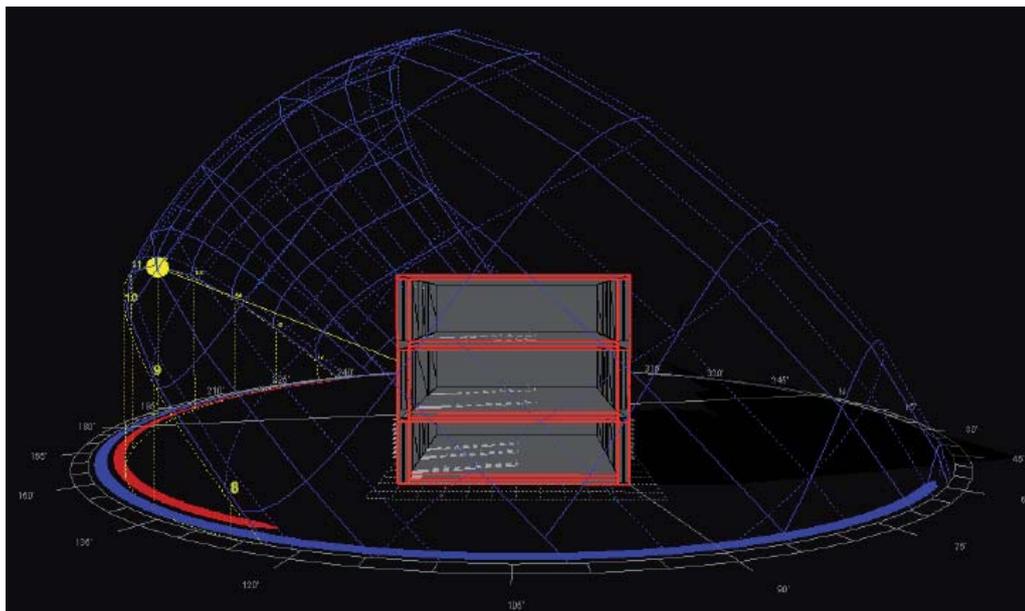
EST 30°



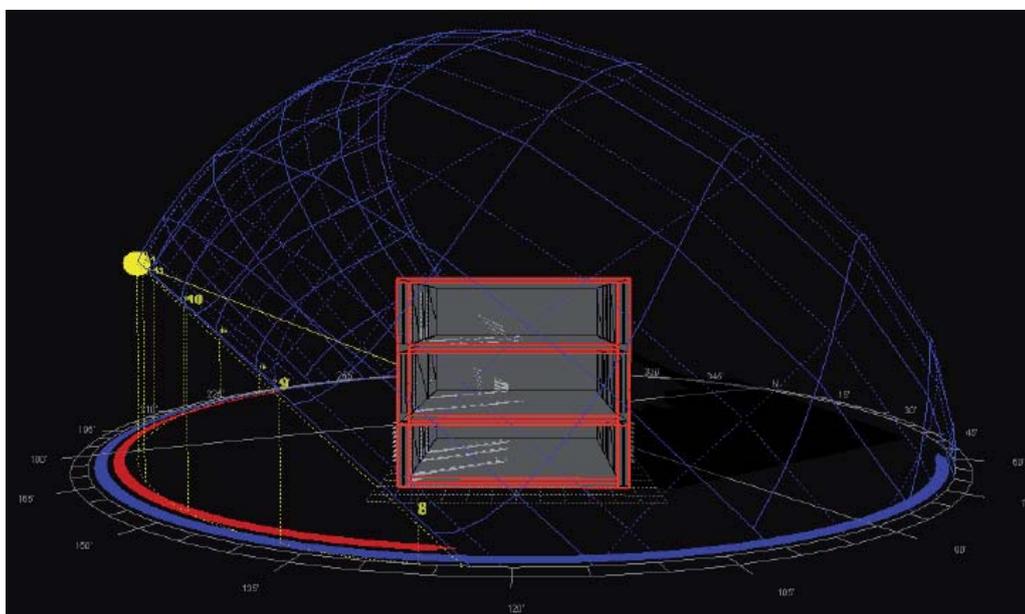
EST 45°



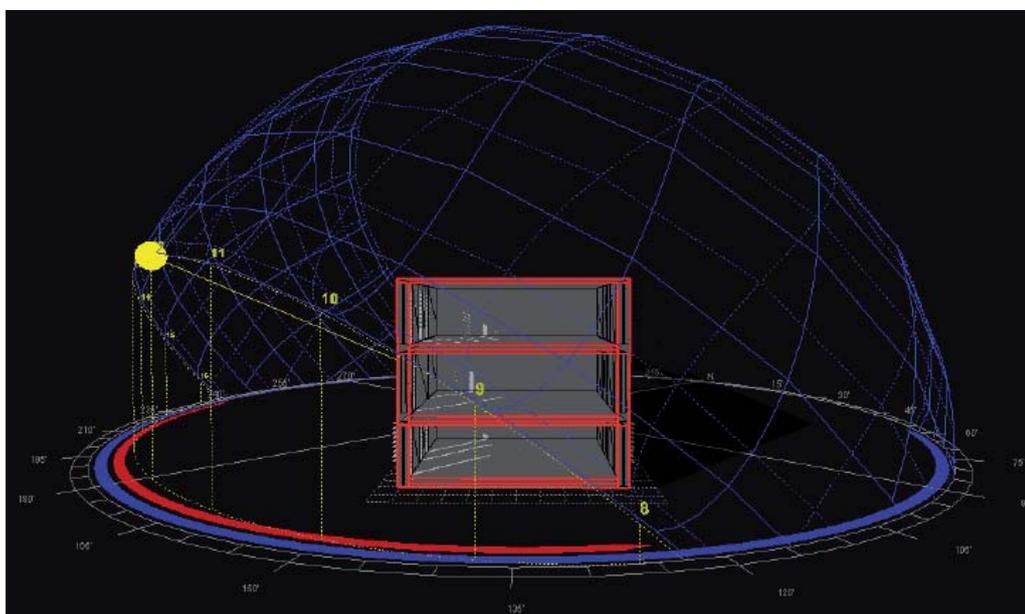
OMBREGGIAMENTO INTERNO - MODELLO LINEARE - SCHERMATURE TIPO 2 - 12 DIC
OVEST 15°



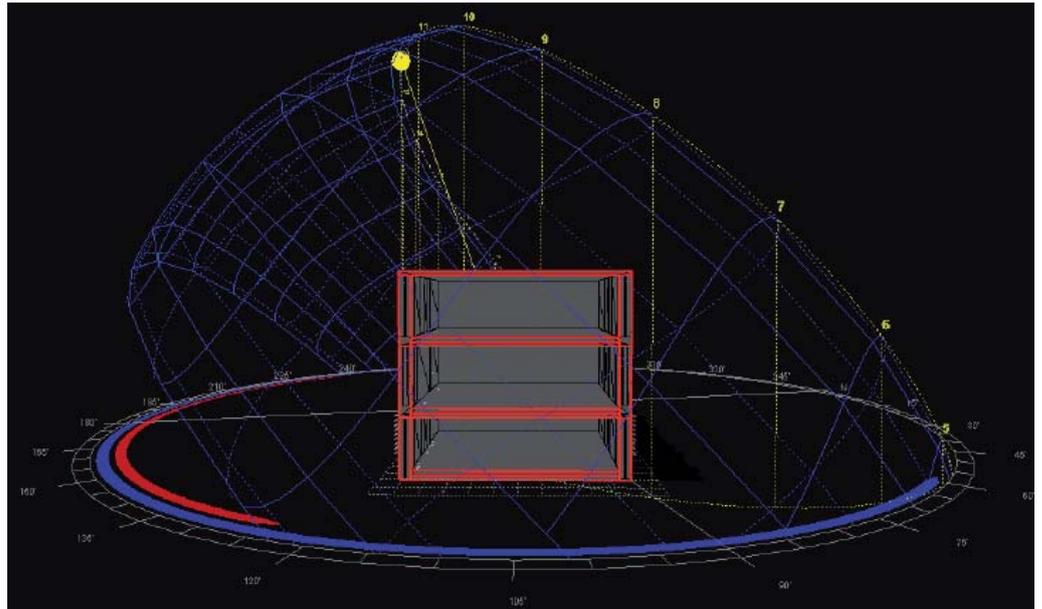
OVEST 30°



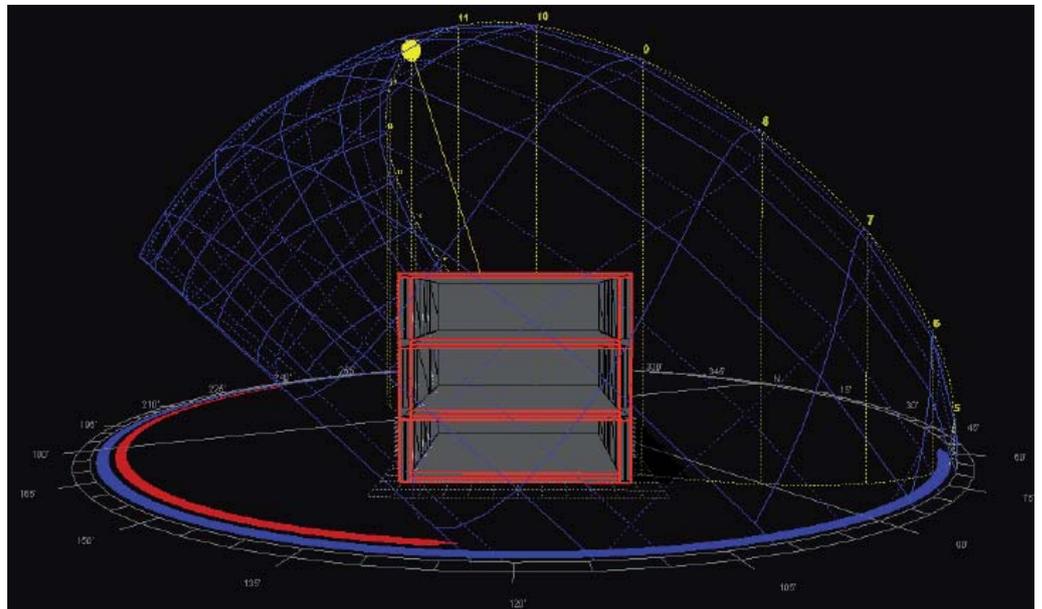
OVEST 45°



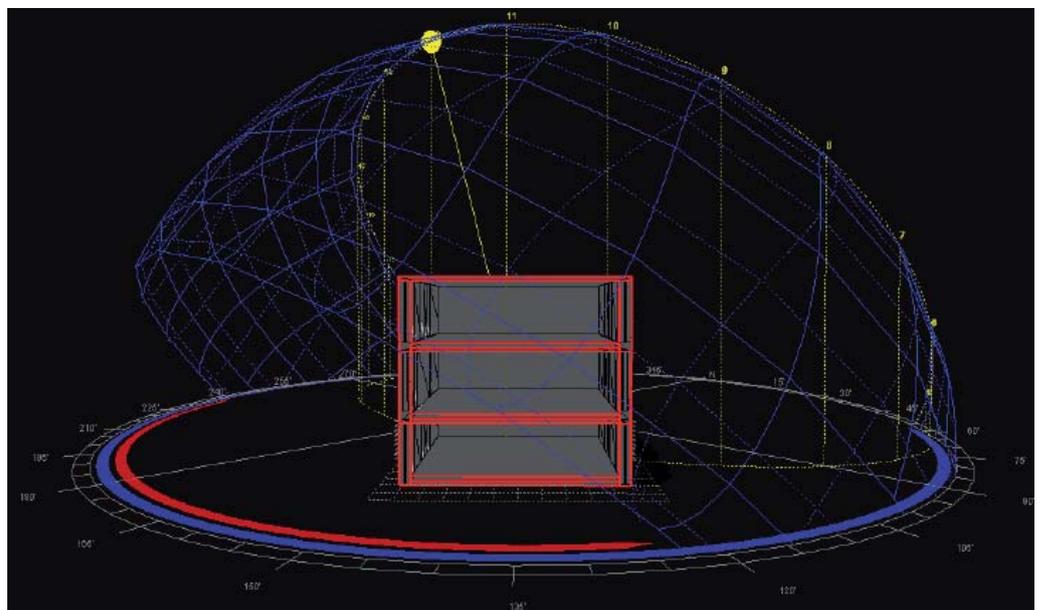
OMBREGGIAMENTO INTERNO - MODELLO LINEARE - SCHERMATURE TIPO 2 - 12 LUG
OVEST 15°



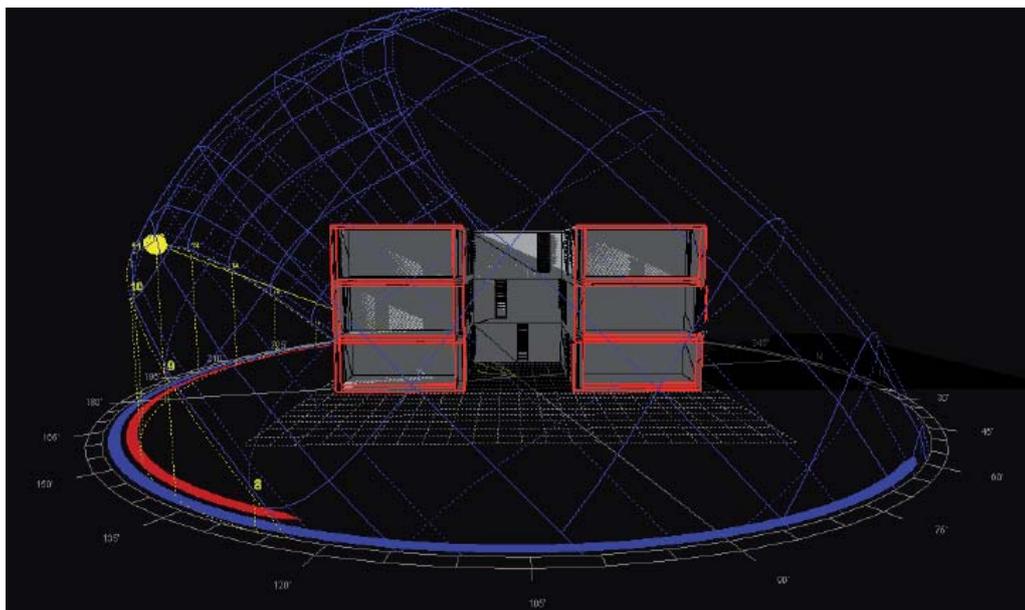
OVEST 30°



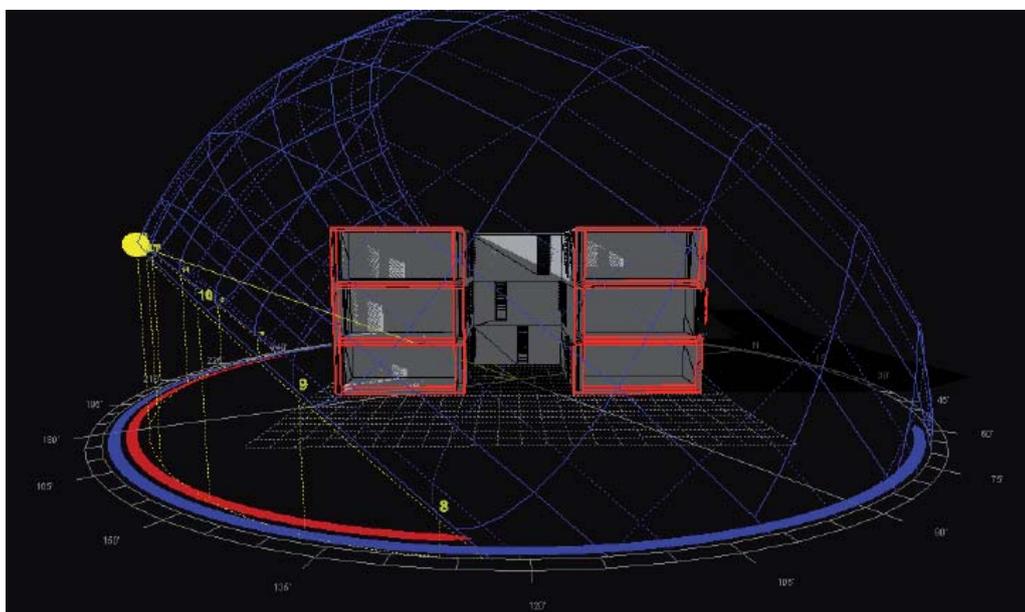
OVEST 45°



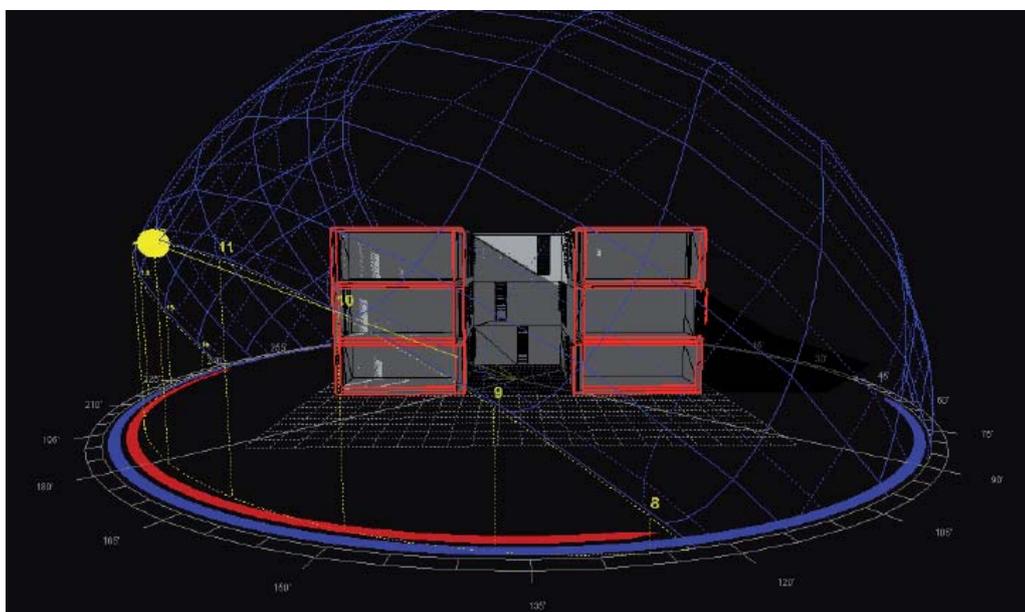
OMBREGGIAMENTO INTERNO - MODELLO CORTE - SCHERMATURE TIPO 1 - 12 DIC
INTERNO - OVEST 15°



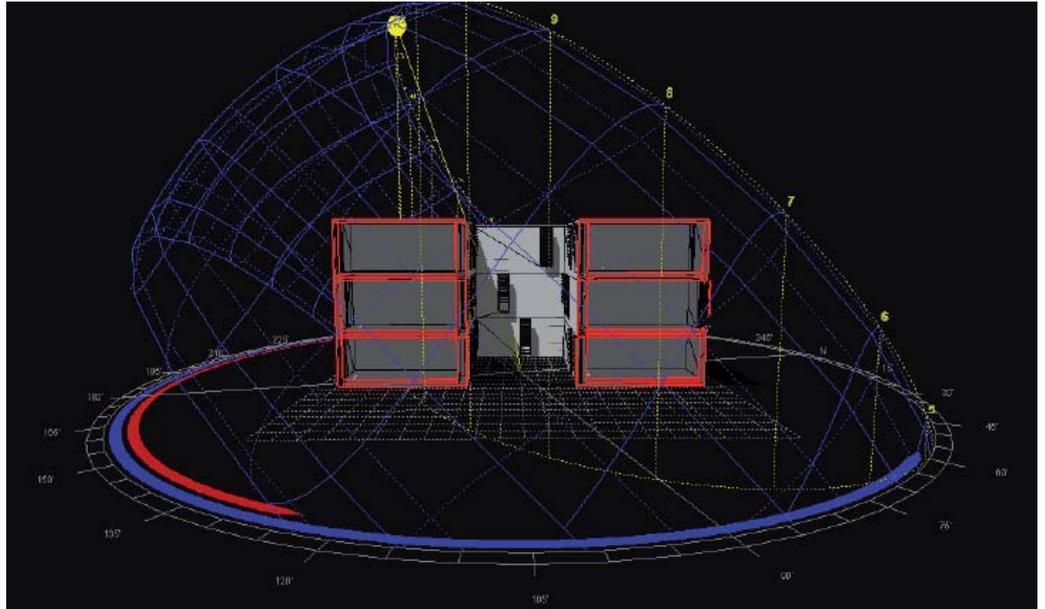
INTERNO - OVEST 30°



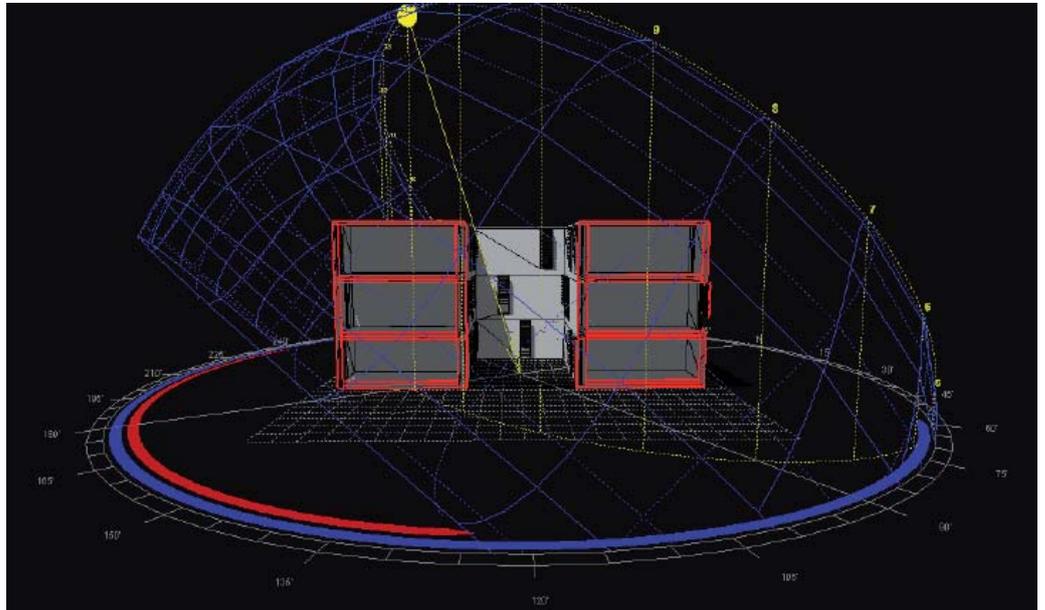
INTERNO - OVEST 45°



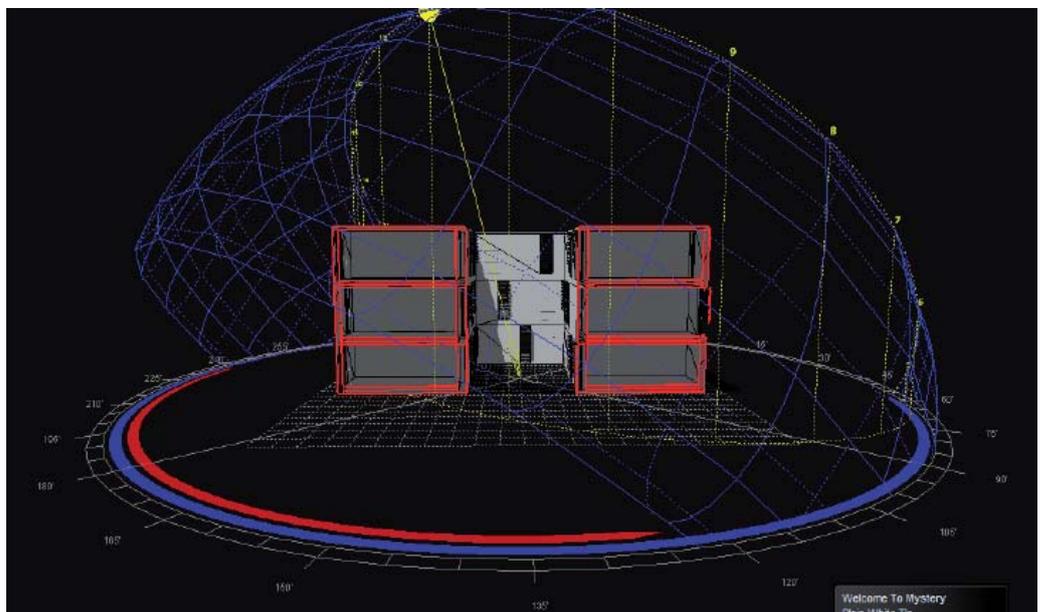
OMBREGGIAMENTO INTERNO - MODELLO CORTE - SCHERMATURE TIPO 1 - 12 LUG
INTERNO - OVEST 15°



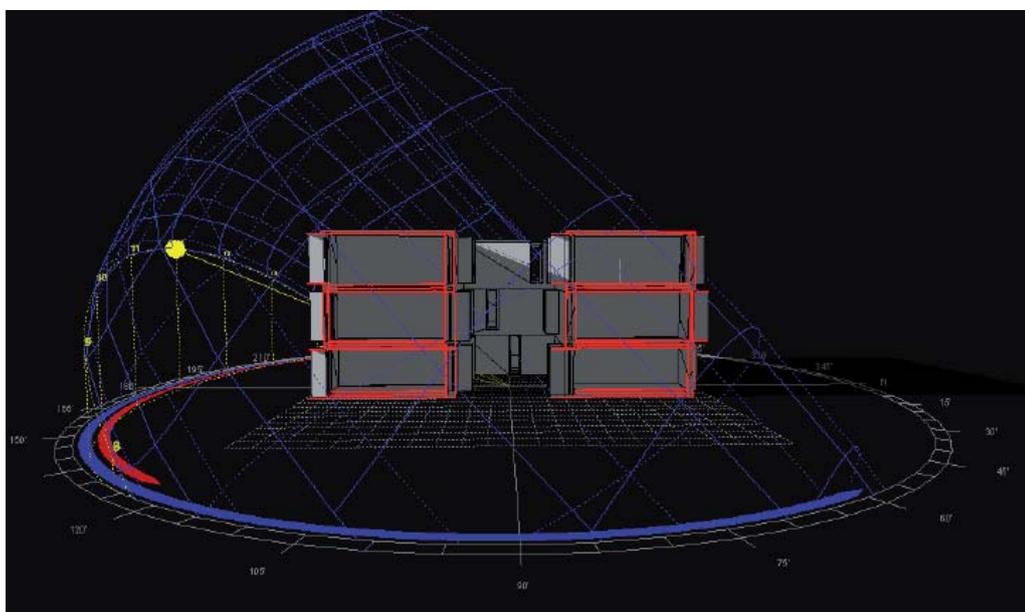
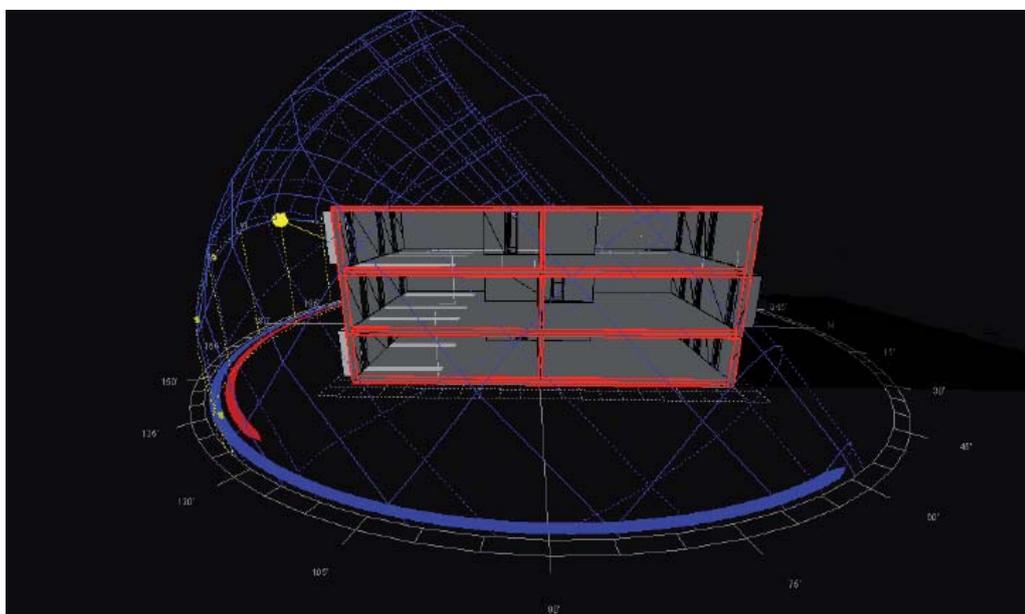
INTERNO - OVEST 30°



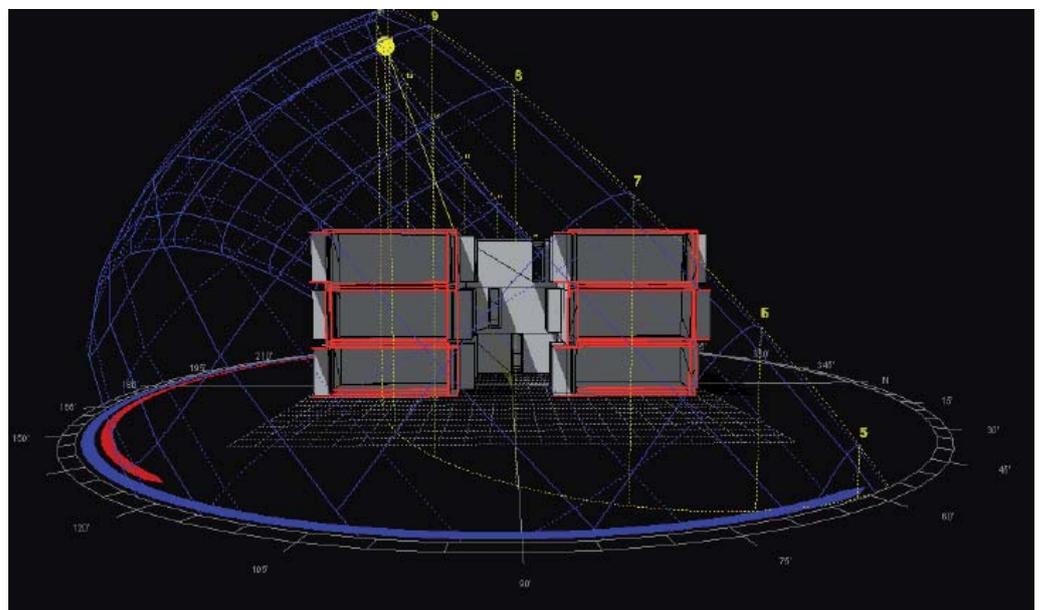
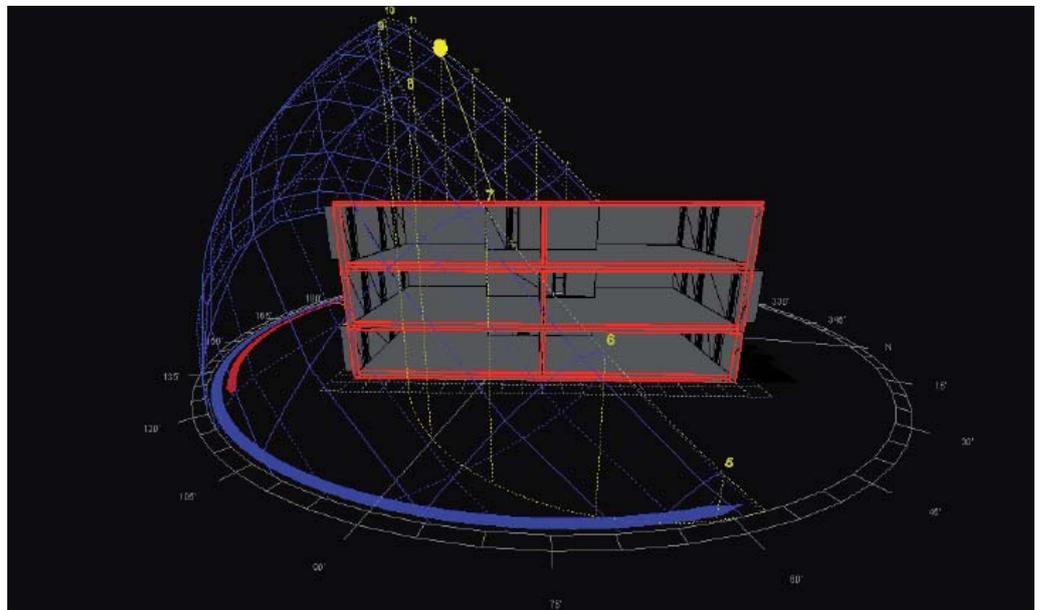
INTERNO - OVEST 45°



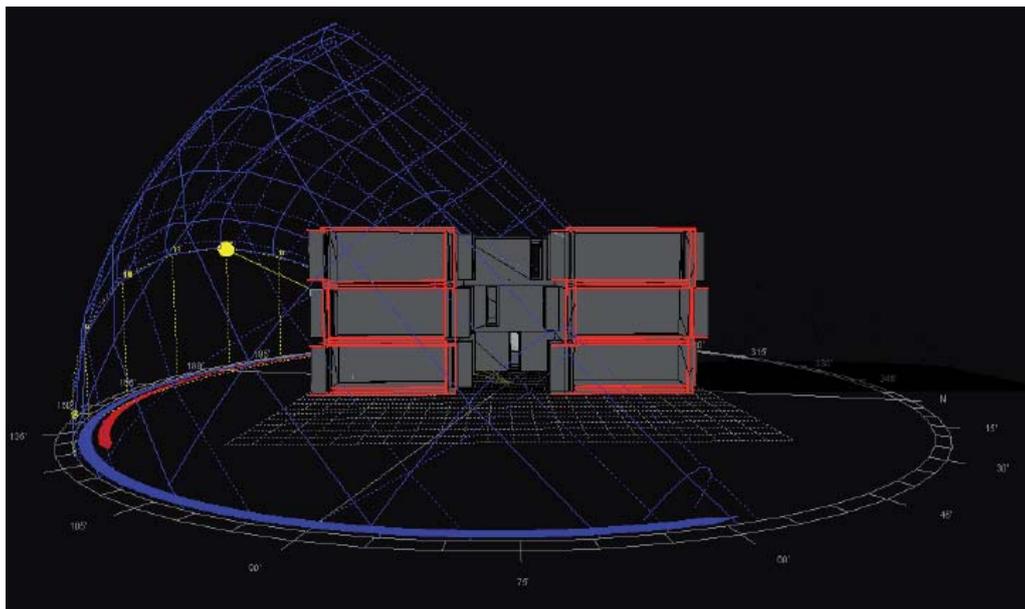
OMBREGGIAMENTO INTERNO - MODELLO CORTE - SCHERMATURE TIPO 3 - 12 DIC
INTERNO 0°



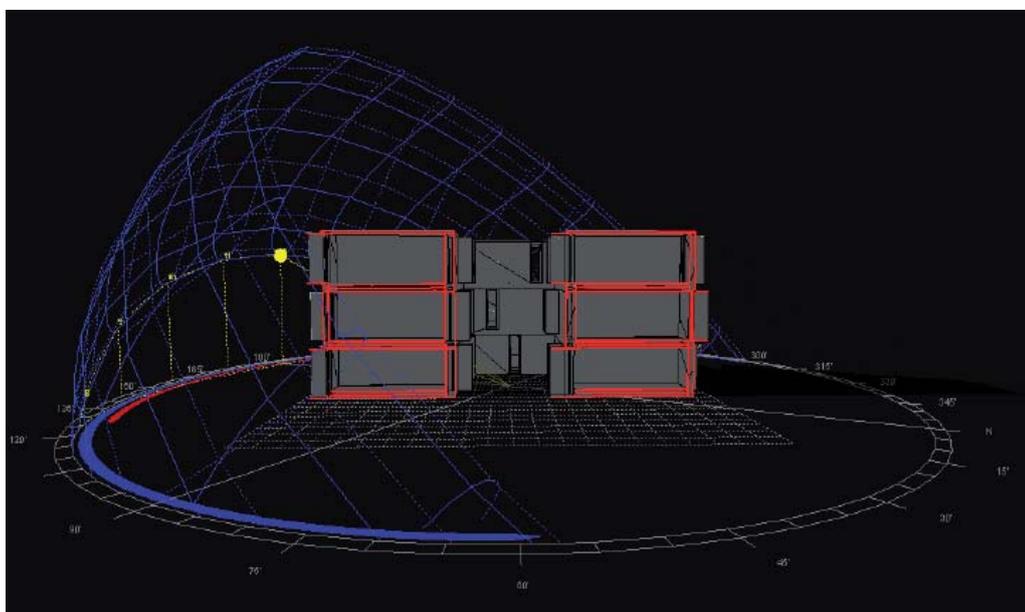
OMBREGGIAMENTO INTERNO - MODELLO CORTE - SCHERMATURE TIPO 3 - 12 LUG
INTERNO 0°



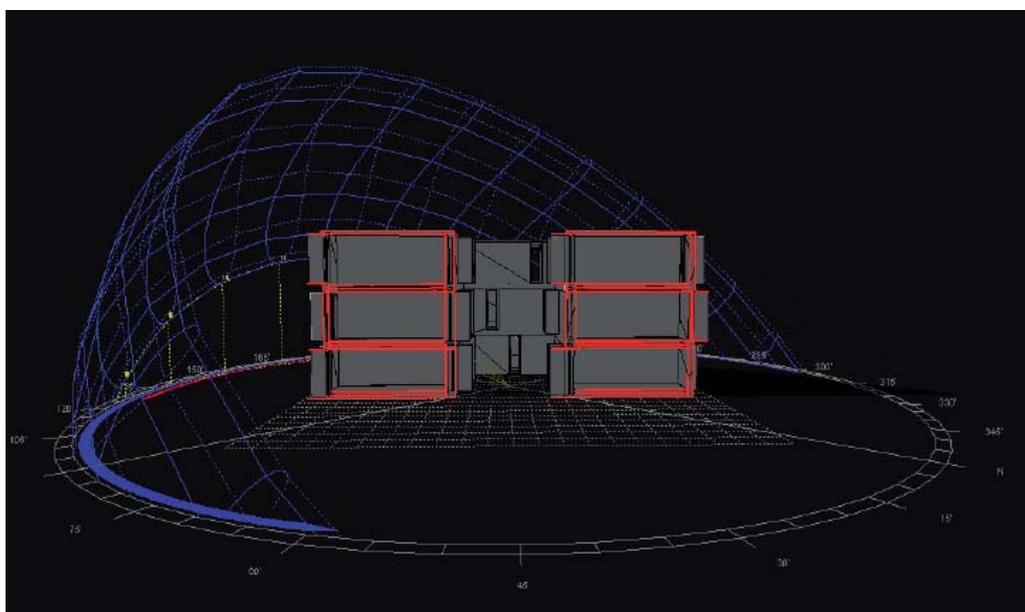
OMBREGGIAMENTO INTERNO - MODELLO CORTE - SCHERMATURE TIPO 3 - 12 DIC
INTERNO - EST 15°



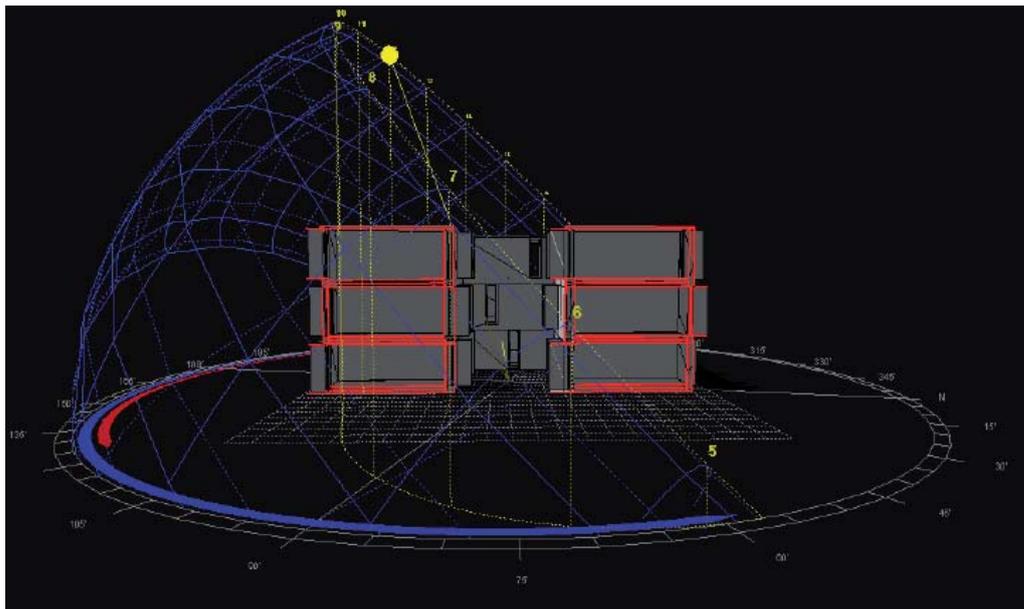
INTERNO - EST 30°



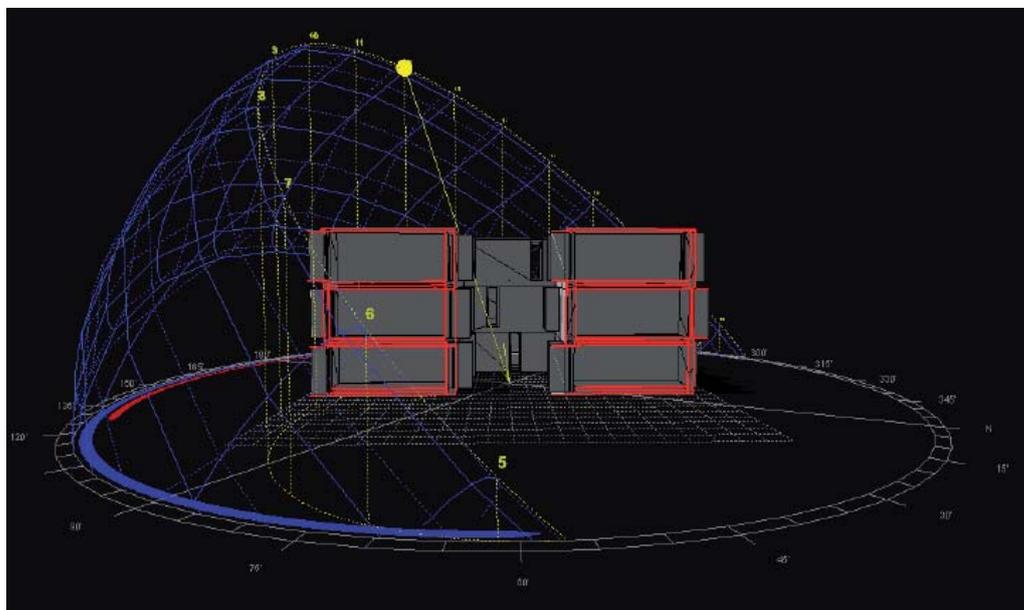
INTERNO - EST 45°



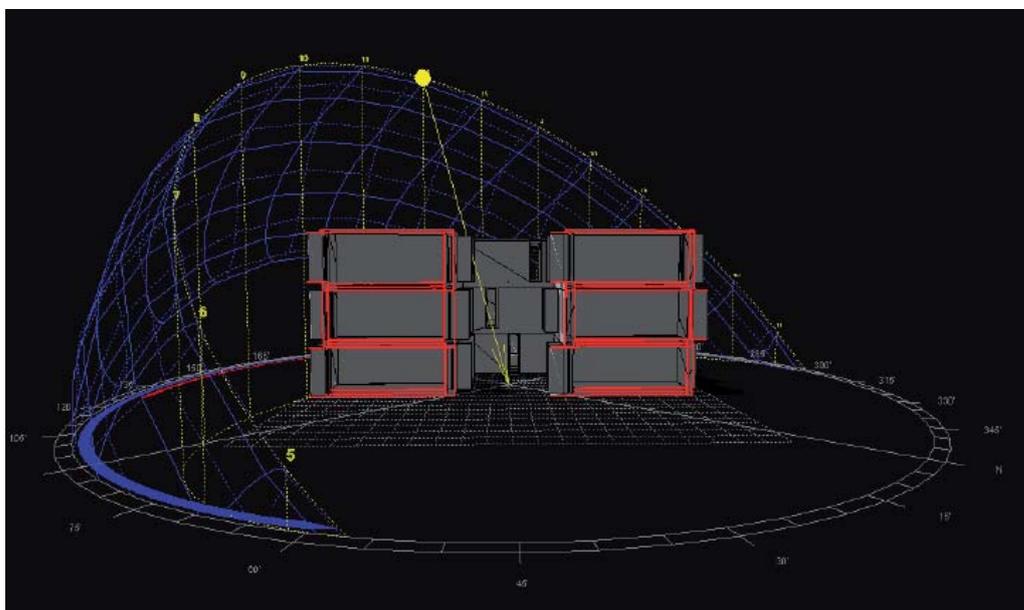
OMBREGGIAMENTO INTERNO - MODELLO CORTE - SCHERMATURE TIPO 3 - 12 LUG
INTERNO - EST 15°



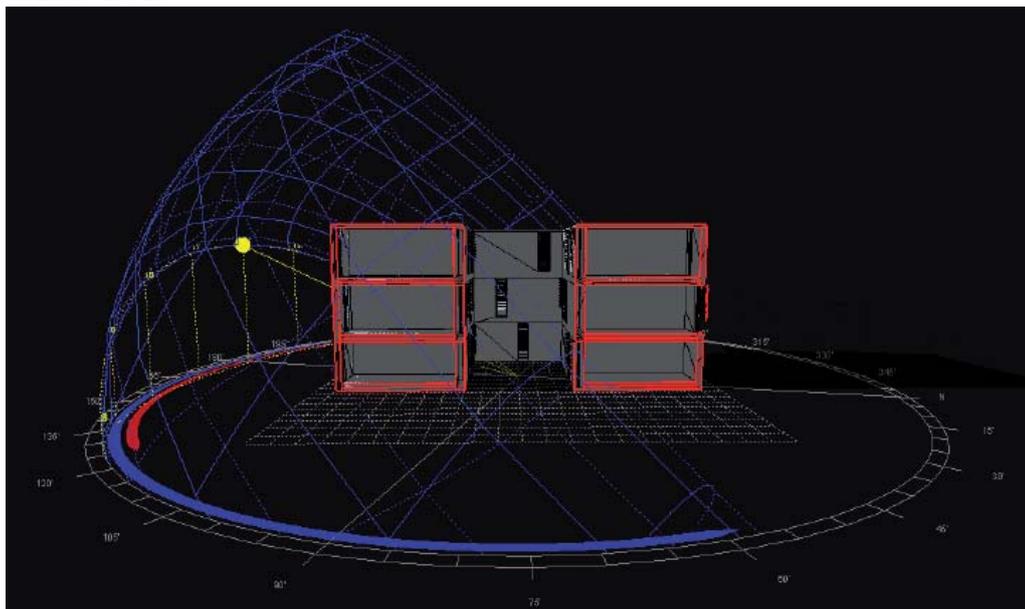
INTERNO - EST 30°



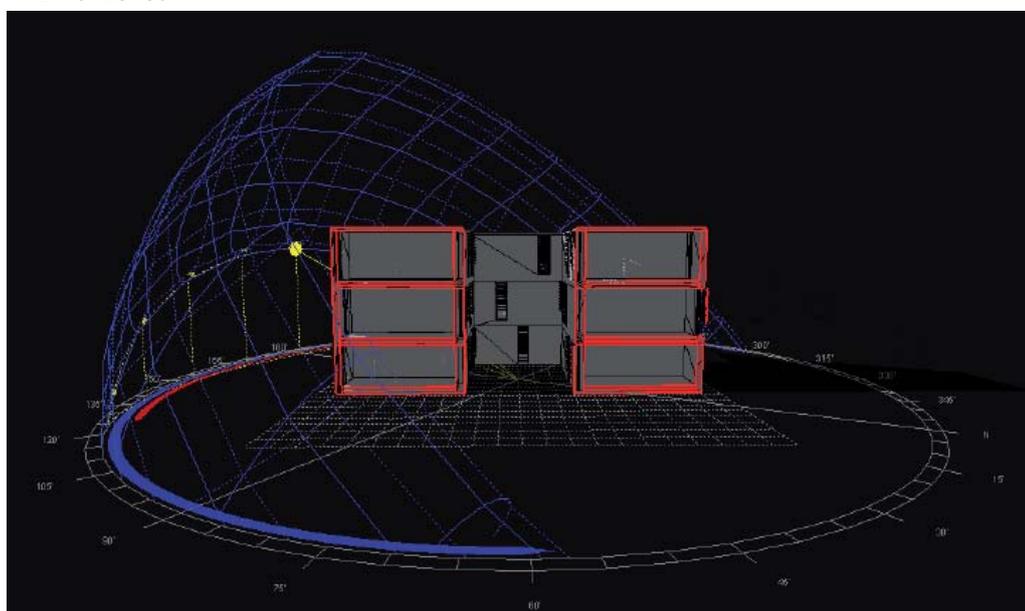
INTERNO - EST 45°



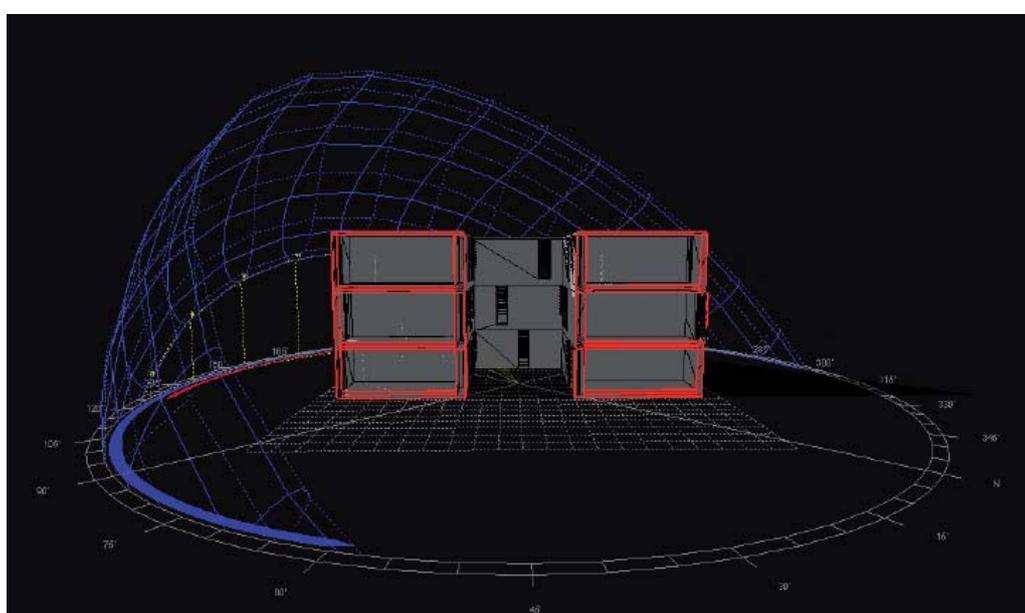
OMBREGGIAMENTO INTERNO - MODELLO CORTE - SCHERMATURE TIPO 1 - 12 DIC
INTERNO - EST 15°



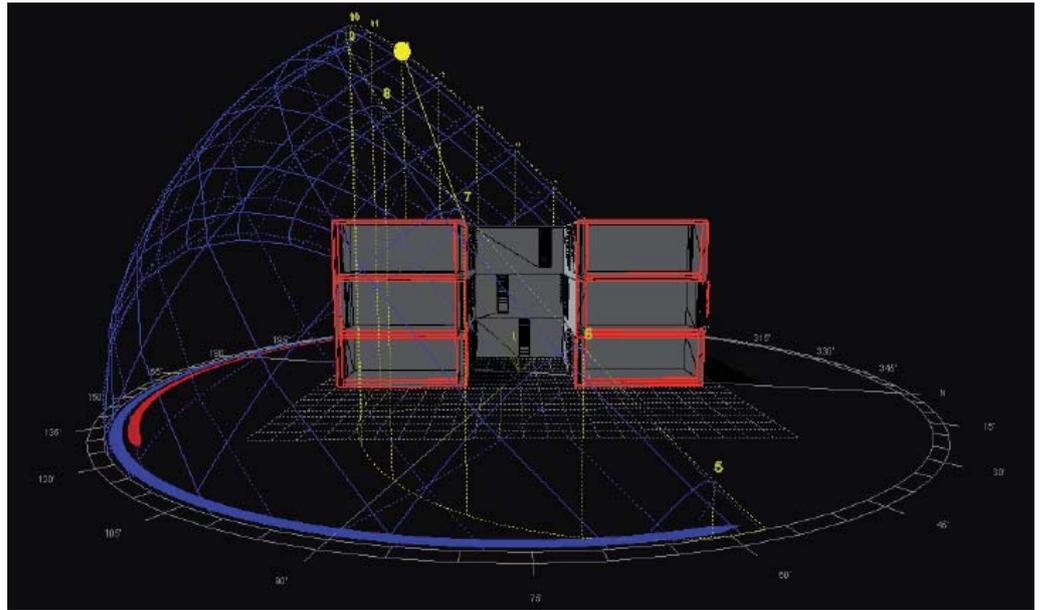
INTERNO - EST 30°



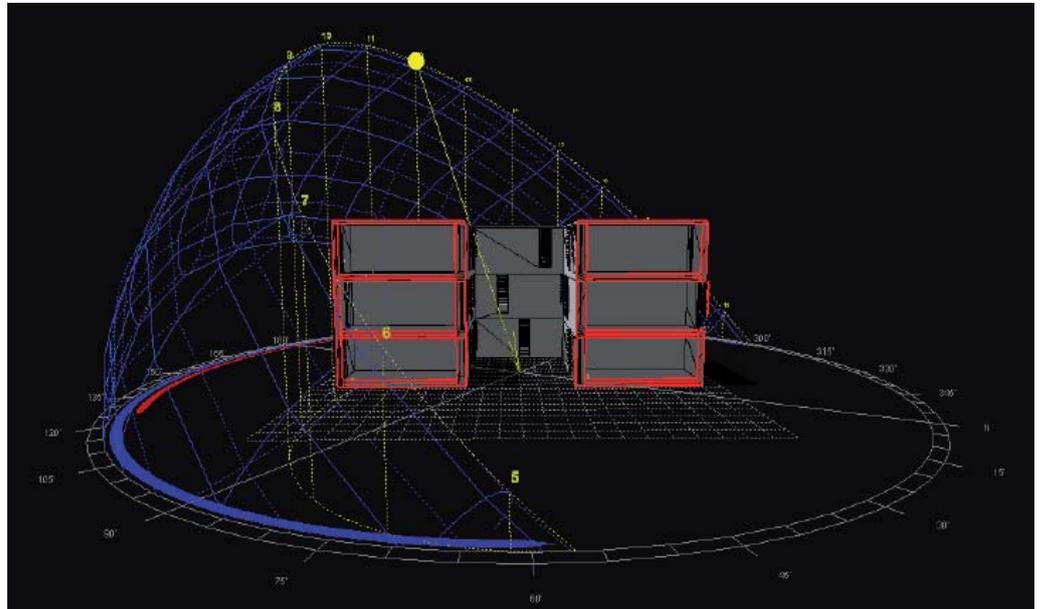
INTERNO - EST 45°



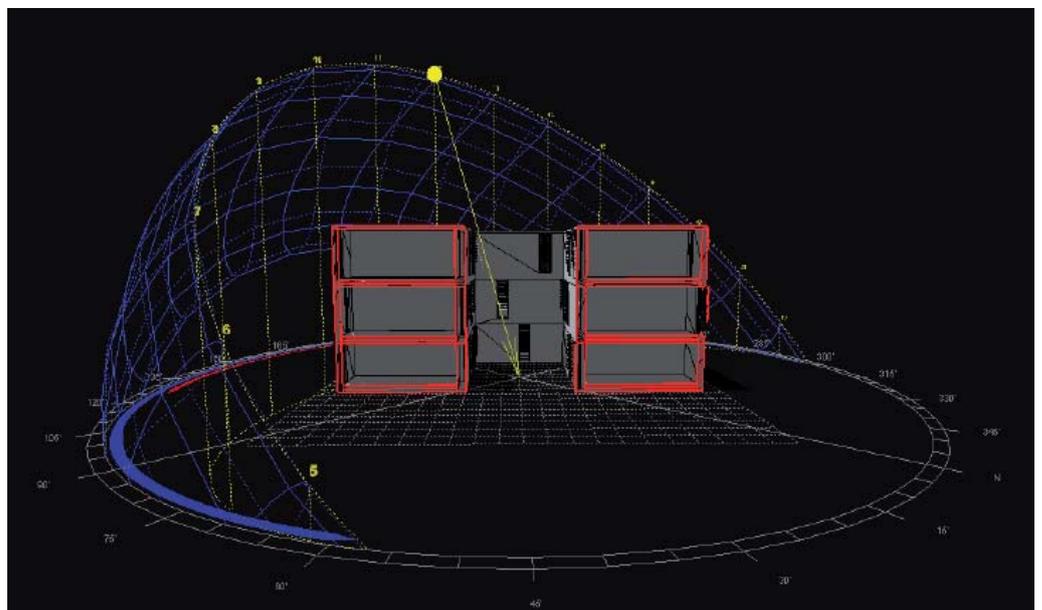
OMBREGGIAMENTO INTERNO - MODELLO CORTE - SCHERMATURE TIPO 1 - 12 LUG
INTERNO - EST 15°



INTERNO - EST 30°



INTERNO - EST 45°



All'interno dell'analisi viene indagato il carico d'irraggiamento incidente nelle superfici del modello a corte (considerato come modello d'analisi di riferimento), calcolato come somma dei carichi incidenti durante il periodo estivo dal 15 Giugno al 15 Settebre.

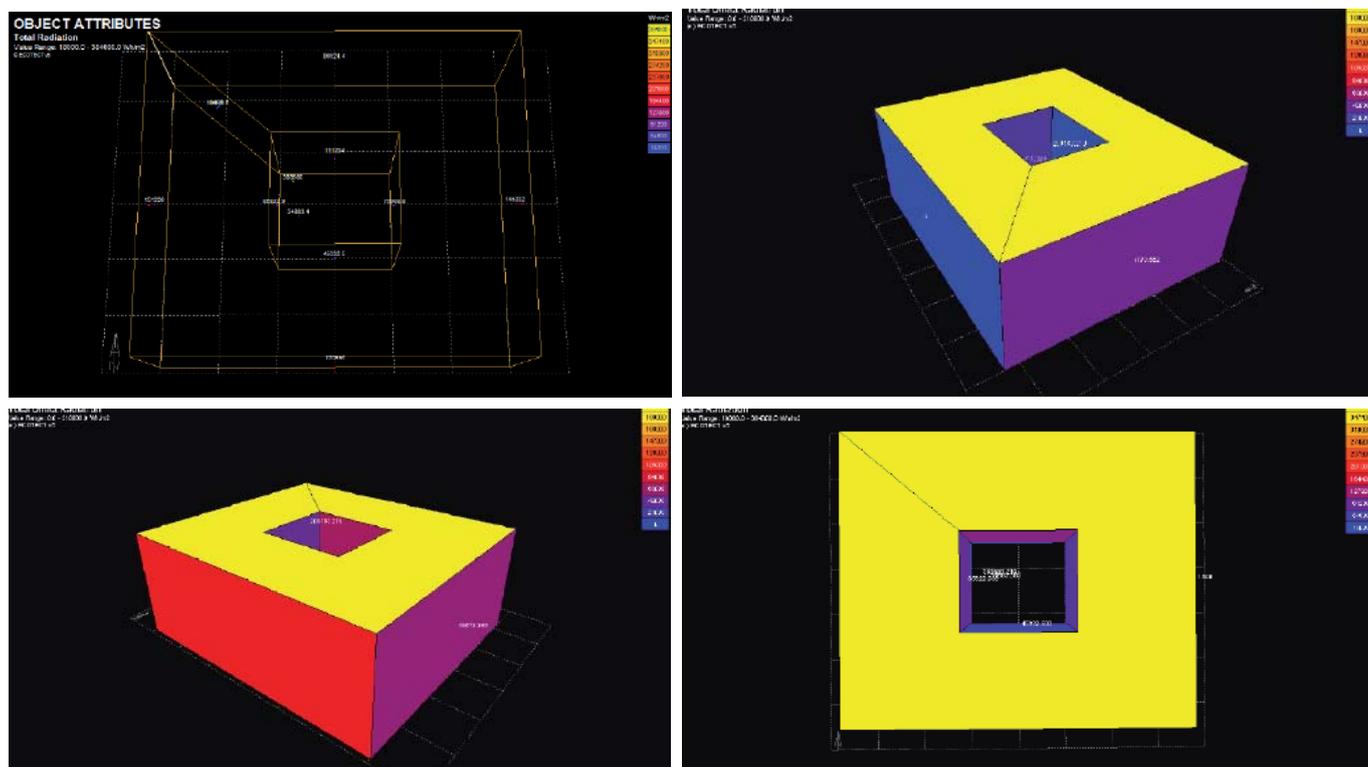
Il calcolo è stato ripetuto ruotando il modello di 15° in 15° in direzione est e ovest al fine di comprendere con quale intensità incidono i carichi solari sulle singole superfici esterne per poterle poi comparare ai consumi derivati dall'analisi in regime dinamico.

E' possibile riscontrare che i carichi solari superficiali (Wh/m²) ruotando l'edificio verso est tendono a rimanere costanti sulla facciata principale orientata a sud, sud-est mentre nella facciata ad est tendono gradualmente a ridursi

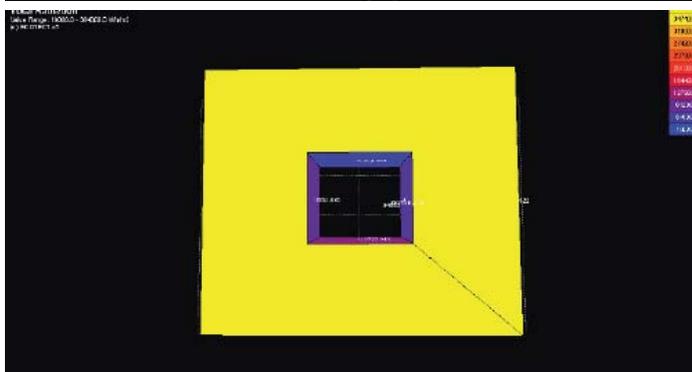
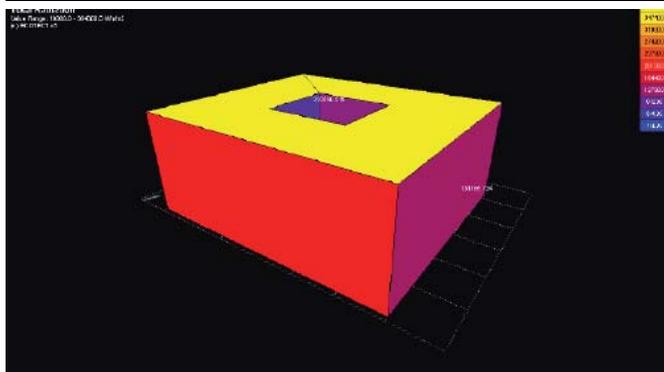
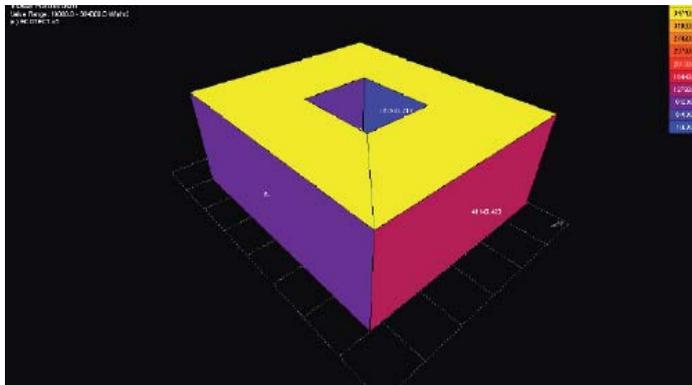
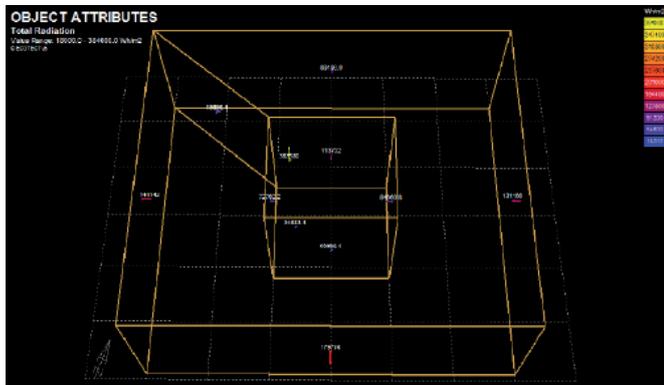
fino al massimo di 30% raggiungendo i 45° d'inclinazione del complesso edilizio. Decremento che subisce anche la parete interna al patio anch'essa orientata verso est. Sulla facciata ovest esterna ed interna sul patio si ha un incremento dei carichi del 15%.

Ruotando il modello in direzione ovest si ha un incremento dei carichi di soleggiamento sulle pareti est di un massimo del 20% con inclinazione a 45° e parallelamente una riduzione nelle pareti sud della stessa percentuale. E un incremento del 25% sulla superficie ovest.

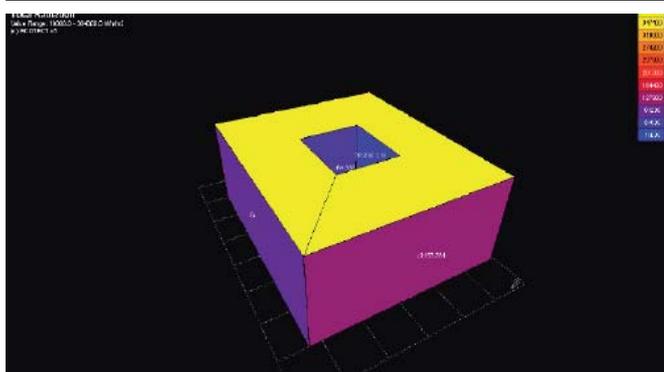
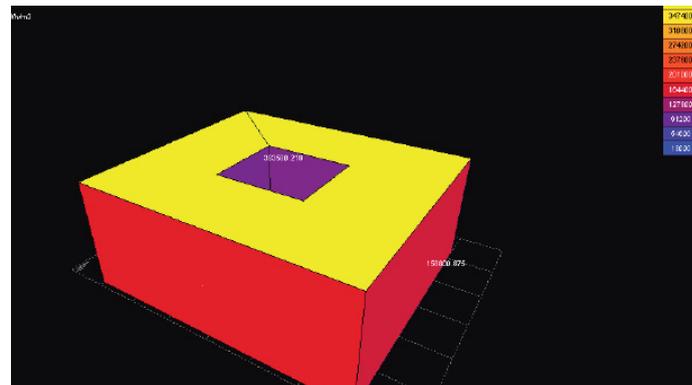
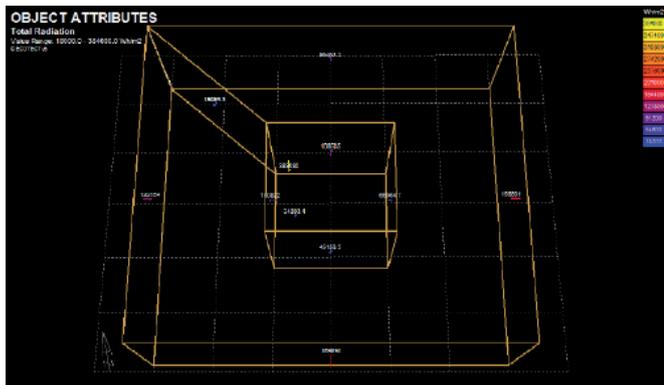
CARICO D'IRRAGGIAMENTO SOLARE: VALORI ASSOLUTI, NORD - OVEST, SUD - EST, VISTA SUPERIORE
ORIENTAMENTO: 0°



CARICO D'IRRAGGIAMENTO SOLARE: VALORI ASSOLUTI, NORD - OVEST, SUD - EST, VISTA SUPERIORE
 ORIENTAMENTO: 15° EST



CARICO D'IRRAGGIAMENTO SOLARE: VALORI ASSOLUTI, NORD - OVEST, SUD - EST, VISTA SUPERIORE
 ORIENTAMENTO: 15° OVEST



6 L'Architettura passiva NELLE REGIONI DEL MEDITERRANEO

6.1 I dieci fattori di controllo per il progetto di edificio passivo	294
6.2 La riduzione dei consumi energetici.	360

Criteria di progettazione in relazioni alle regioni microclimatiche oggetto di studio.

6 L'Architettura passiva NELLE REGIONI DEL MEDITERRANEO

CRITERI DI PROGETTAZIONE IN RELAZIONE ALLE REGIONI MICROCLIMATICHE IN OGGETTO.

6.1 I DIECI FATTORI DI CONTROLLO PER IL PROGETTO DI EDIFICIO PASSIVO

1 ORIENTAMENTO

Il sole è una fonte di energia rinnovabile capace di fornire una quantità di energia di circa 15000 volte superiore a quanto i 6,7 miliardi di abitanti del pianeta sono in grado di consumare. Si tratta di energia discontinua e disponibile non in forma concentrata ma utilizzabile in modo passivo, in altre parole attraverso i concetti progettuali e le soluzioni costruttive dell'edificio.

Il principio dell'effetto serra che garantisce la vita sul pianeta, può essere facilmente sfruttato nell'architettura per guadagnare energia in modo passivo. Un sistema solare a uso passivo si basa sull'interazione di quattro importanti parti:

1. Isolamento termico passivo: anche il vetro isolante può essere considerato un isolamento termico passivo. La luce solare penetra nell'edificio e la sua energia termica non è più rilasciata all'esterno.

2. Superficie assorbente: la luce del sole viene assorbita da una superficie (preferibilmente scura), trasformata in energia termica che contemporaneamente può essere allontanata o raccolta.

3. Accumulo: l'energia termica assorbita viene accumulata nella massa e rilasciata nello spazio interno gradualmente nel tempo sotto forma di radiazione.

4. Protezione dal surriscaldamento

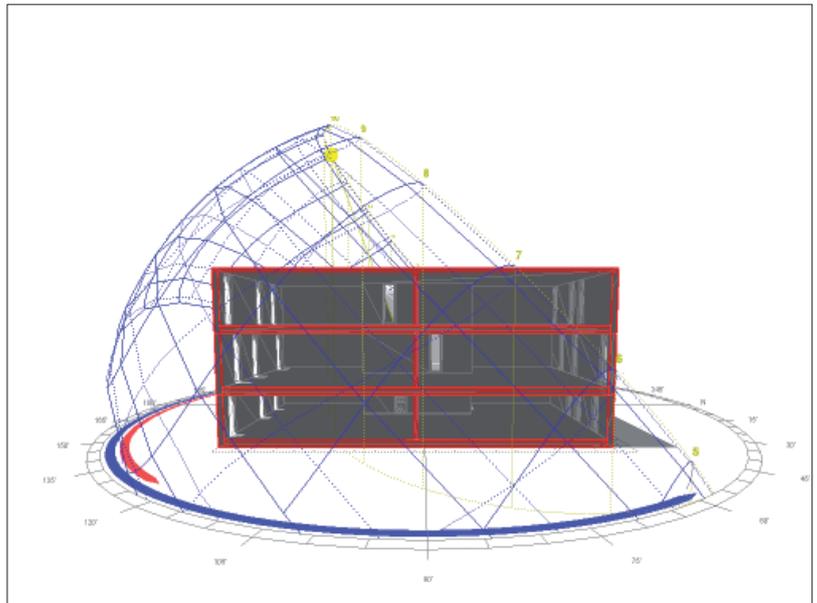
L'orientamento è definito dalla posizione dell'oggetto rispetto agli assi cardinali nord-sud ed est-ovest.

Questo perché nel nostro emisfero, l'arco temporale percorso dal sole si svolge in direzione sud, quindi questo orientamento è quello ottimale per il guadagno energetico nella stagione invernale; viceversa, l'orientamento verso nord, che riceve la radiazione solare in misura ridottissima, spesso maggiormente esposto a venti freddi, risulta più suscettibile alle dispersioni termiche dell'involucro edilizio.

Generalmente si consiglia una rotazione del volume dell'edificio posizionando il sud verso ovest di 5-10 gradi; fino a una rotazione di 15 gradi poiché non comporta sensibili riduzioni del guadagno termico.

Un forte guadagno termico nella stagione invernale è auspicabile; viceversa si può dire della stagione calda quando l'esposizione a sud comporta la necessità di schermature con elementi edilizi (frangisole, tende, ecc. come grazie alle articolazioni dovute alla forma stessa dell'edificio) oppure naturale (alberature) per evitare il surriscaldamento degli ambienti.

L'ottimizzazione dell'orientamento va posta in relazione anche con la forma planimetrica, nel senso che, a parità di superficie considerata, forme planimetriche allungate, con i lati maggiori esposti rispettivamente verso sud e verso



1

1 Orientamento solare.

nord, determinando un guadagno termico maggiore, durante l'inverno, sulle pareti verticali. E' opportuno tenere conto dell'orientamento dell'edificio, non soltanto nei confronti nel percorso apparente del sole, ma anche per quanto riguarda la direzione da cui provengono i venti dominanti. Infatti il passaggio di calore dall'interno dell'edificio all'esterno (o viceversa) avviene per conduzione (attraverso l'involucro) e convezione.

La convezione ha luogo quando almeno uno dei due corpi che prendono parte al fenomeno è un fluido.

In un mezzo con temperatura non uniforme si manifestano delle correnti convettive (dovute alla diversa densità, da punto a punto) che provocano la miscelazione della massa fluida e quindi la trasmissione del calore: è il caso della convezione naturale. Nel fluido si verificano anche moti convettivi generati da cause meccaniche esterne.

L'esperienza dimostra che la maggior parte delle differenze di temperature si localizza nei pressi della superficie della parete scaldante (o raffreddante) a contatto con la massa fluida.

L'orientamento è un parametro definito per ognuna delle pareti esterne dell'edificio. Quantitativamente, esso deve essere ricavato dall'angolo esistente tra la perpendicolare alla parete e la direzione nord. Tuttavia, è generalmente possibile parlare di orientamento in modo qua-

litativo utilizzando i punti cardinali: Nord, Sud, Est, ovest e le direzioni secondarie. La descrizione quantitativa consente invece di assegnare un orientamento ad ogni livello di angolatura. Le differenze principali tra facciate con diversi orientamenti sono nel valore dell'irradiazione solare che colpisce ciascuna facciata e nell'esposizione rispetto ai venti dominanti.

Edifici che ripropongono la stessa composizione di facciata su ogni lato, sono edifici privi di ogni ragionamento progettuale, perché ogni direzione cardinale richiede un suo particolare trattamento riguardo al clima. L'orientamento più vantaggioso in climi temperati o freddi è quello verso sud. I fronti esposti a sud possono ricevere sole durante tutto il giorno. In inverno, sfruttando la posizione bassa del sole all'orizzonte la radiazione incide quasi perpendicolarmente sulla facciata e quindi alla sua massima intensità, mentre in estate, con la posizione del sole alta, la facciata riceve apporti solari meno intensi. Sfruttando le due posizioni del sole, a sud le finestre sono più facilmente ombreggiabili tramite schermature orizzontali fisse (sporti, balconi, ecc.), prevenendo il surriscaldamento degli ambienti ed evitando così energivori impianti di raffrescamento. I fronti esposti a est e ovest, definiti lati neutri, pongono però maggiori problemi perché sono investiti dalla radiazione solare quando la posizione del sole è bassa (mattina e pomeriggio). Le finestre orientate

verso est e ovest sono pertanto meno facilmente ombreggiabili e specie nel fronte ovest sono spesso causa di surriscaldamenti. Le finestre esposte a nord non ricevono radiazione diretta e quindi non sono in grado di massimizzare gli apporti solari.

Il buon orientamento dell'edificio è un prerequisito in tutte le aree climatiche e i ragionamenti in climi caldi cambiano sensibilmente, è per questo che risulta opportuno ridurre le aperture verso sud ed aumentarle a nord. Così sarà possibile durante l'estate proteggersi dall'elevato irraggiamento solare. Dovrà essere comunque garantita la buona captazione dei raggi luminosi durante l'interno, specialmente nel clima del centro Italia.

Tuttavia non si è sempre liberi di realizzare la conformazione migliore a causa di limitazioni esterne come, ad esempio, le caratteristiche del tessuto urbano. In questi casi, è necessario adottare altri metodi per compensare il più possibile l'effetto di un orientamento non adeguato, sfruttando le caratteristiche morfologiche dell'edificio.

Influenza del principio sull'efficienza energetica e sull'involucro

Come sopra accennato la scelta dell'orientamento dell'edificio comporta la determinazione della capacità dell'involucro, in relazione all'orientamento delle singole componenti, di

ottimizzare la captazione del guadagno solare e la captazione delle brezze e dei venti che caratterizzano il microclima del sito.

Questo determina una variazione dei bilanciamenti energetici interni. La massima acquisizione dei guadagni invernali infatti, permette di minimizzare il consumo di energia per il riscaldamento invernale e viceversa sfruttare le brezze, i moti derivanti da differenze di pressione tra ambiente interno ed esterno e le differenze di pressione interne ed esterne presenti riducendo sensibilmente i consumi estivi.

L'involucro viene preso in causa per quanto riguarda i suoi punti di discontinuità che sono le parti vetrate e le sue caratteristiche costruttive.

Importanza del principio in regime estivo

L'orientamento verso sud è il migliore per due motivi: il lato sud riceve il massimo della radiazione in inverno (quando è più richiesta), in estate, quando invece si vogliono evitare surriscaldamenti, il sole a sud è alto sull'orizzonte e l'edificio riceve meno radiazione.

La superficie ottimale delle vetrate sul lato sud è dell'ordine del 25% della superficie complessiva della facciata (per la nostra latitudine è sufficiente il 30%). Un aumento della superficie vetrata oltre il 50% della superficie complessiva della facciata sud non fa aumentare in modo significativo i guadagni solari invernali e quindi influisce solo in misura trascurabile sul fabbisogno

gno termico; di contro in estate si avvertirà un surriscaldamento dei locali tale da ridurre sensibilmente il benessere termico. Una riduzione della superficie vetrata al di sotto dell'optimum riduce il pericolo di surriscaldamento in estate, ma riduce anche l'illuminazione naturale e aumenta quindi i consumi energetici dovuti all'illuminazione artificiale.

Risultati dei calcoli sui modelli

Si vuole comprendere quanto il fattore dell'orientamento incida nella progettazione di edifici a basso consumo energetico e nelle regioni dell'Italia centrale, attraverso il monitoraggio delle tipologie edilizie prese in esame, di superficie utile riscaldata pari a circa 1000 mq, verificate presso la località di Falconara (AN), assunta a località di riferimento e verifica.

Sono state eseguite parallelamente tre verifiche:

- La variazione dei consumi energetici di riscaldamento e riscaldamento rispetto all'inclinazione attribuita ai modelli sugli assi cartesiani (ottenuta con simulazioni dinamiche attraverso il programma Design Builder), anche rispetto al monitoraggio di variazioni fornite dai diversi di sistemi schermati per le componenti vetrate.
- Verifica del soleggiamento esterno delle componenti dell'involucro di ogni singola tipologia, con il programma Ecotect, con simulazioni di modelli che vengono ruotati fino a inclinazioni critiche, modificando i sistemi schermanti per le

componenti vetrate, al fine di controllare anche gli apporti di illuminazione interni, per garantire un comfort interno di illuminazione naturale.

- Ultimo parametro preso in esame sono i venti dominanti nel sito d'intervento: favorire la loro captazione significa garantire nel periodo estivo una maggiore possibilità di sfruttare fonti di ventilazione naturali.

I risultati ottenuti ci permettono di comprendere quanto il fattore di orientamento diventa rilevante rispetto a questi due profili di osservazione, è chiaro che parallelamente determina anche quanto diventano efficaci i sistemi schermanti e quanto questi incidono nel comportamento del modello.

Per ciascun modello sono stati infatti rilevati i consumi energetici mensili, invernali ed estivi in regime dinamico, verificati ruotando ciascun modello di 9° in 9° in direzione sud-est e in direzione sud-ovest fino così ad arrivare alla posizione più critica di inclinazione di 45° che si considera come rotazione massima consentibile, questa operazione è stata ripetuta per cinque volte con soluzioni differenti di sistemi di ombreggiamento esterno localizzati nell'area delle aperture:

- senza ombreggiamento
- frangisole a lamelle orizzontali – con profondità e frequenza 10 cm
- frangisole a lamelle orizzontali – con profondità e frequenza 20 cm

- schermatura orizzontale e verticale

Si considerano modelli che possiedono le medesime caratteristiche tecnologiche e la stessa posizione delle schermature.

Si è potuto constatare come la rotazione semplice dei modelli ipotizzati determini una variazione dei consumi energetici per il raffrescamento. In particolare:

- Tipologia lineare: Si è potuto verificare che con la rotazione di un modello in direzione sud-est si riscontra un aumento dei consumi di raffrescamento complessivo che variano.

2 RAPPORTO DI FORMA

Il rapporto di forma di un edificio, è un indice definito dalla relazione S/V . E' il rapporto tra la superficie disperdente (copertura, chiusure verticali esterne, pareti con locali non riscaldati, aperture e solaio a terra) e il volume riscaldato. Questo indice rivela quanto le caratteristiche di forma di un edificio influenzano sensibilmente le dispersioni termiche dell'involucro edilizio. Infatti lo scambio termico avviene attraverso la superficie dell'involucro e maggiore è la sua dimensione, maggiore sarà la dispersione. Inoltre, maggiore è la dimensione generata da piccole porzioni di superfici, maggiori sono i punti critici di ponte termico da risolvere.

I valori entro i quali sono accettabili i rapporti di forma sono tra $> 0,2 - 0,9 <$ secondo la legge 192 del 2005, ma per un edificio passivo per

un ottimo rapporto di forma i valori vanno contenuti e compresi tra $> 0,2 - 0,6 <$.

Più l'indice, derivato dal rapporto sopra descritto, è prossimo allo zero, maggiore è l'efficacia di questo parametro e proporzionalmente l'efficienza dell'edificio, inoltre, più è prossimo all'uno o superiore, minore è l'efficienza.

Il rapporto di forma dipende da due fattori, volume e superficie (forma), a parità di forma un volume maggiore è più efficiente, e a parità di volume una forma più compatta è più efficiente. Un edificio con un volume molto elevato è potenzialmente più efficiente energeticamente di un edificio a volume ridotto, così come un edificio con poche articolazioni volumetriche ottimizza la forma in funzione del consumo energetico.

L'indice S/V è in grado di condizionare l'efficienza di un edificio soprattutto in climi freddi, dove la differenza di temperatura tra il clima interno e il clima esterno è elevata ed è decisiva per edifici a bassissimo consumo. Per questi climi e questa tipologia di edifici la differenza di pochi decimi di rapporto S/V può incidere decisamente sulla riduzione del consumo energetico: un edificio del tipo passivo in climi rigidi non dovrebbe avere un rapporto S/V maggiore di 0,6. In climi più temperati o mediterranei è sempre opportuno rispettare un buon indice di compattezza per limitare lo scambio termico, ma non è così importante ricercare un'elevata compattezza. In questi climi la differenza di temperatu-

ra in regime invernale è pur sempre limitata e in regime estivo sono più opportune forme capaci di creare zone ombreggiate (patii, logge profonde, ecc.) per limitare il surriscaldamento degli elementi dell'involucro.

Questa relazione dimostra che un volume, più le sue dimensioni sono elevate, più risulta potenzialmente efficiente sotto il profilo energetico, rispetto ad un volume con dimensioni ridotte. Le forme compatte risultano più efficaci di un volume articolato, secondo quelli che sono i parametri progettuali degli edifici passivi del nord Europa.

Un edificio, per definizione, tanto è più compatto tanto più verifica i valori predefiniti, ma questo significa rinunciare alla presenza di balconi e logge a meno che questi non si sottraggano al conteggio del volume complessivo e quindi siano esterni all'involucro termico.

Infatti, considerando un edificio compatto, di forma parallelepipedica, con un rapporto S/V pari a 0,2, questo risulta verificato in termini geometrici ma, in condizione di forte irraggiamento solare, qualsiasi sia la facciata irradiata, lascia prevedere poche configurazioni formali, rimanendo come unica strategia di protezione il controllo delle dimensioni delle porzioni vetrate e la loro protezione ottimale, impedendo un possibile lavoro sulla morfologia del complesso.

Tali considerazioni valgono per i climi freddi dove la temperatura tra clima interno ed ester-

no presenta un'elevata differenza e risulta determinata per la progettazione e realizzazione di edifici a basso consumo, per garantire la riduzione delle perdite di calore interne (specialmente in clima invernale).

Si definisce compatto, un volume, o un edificio "che sia rigorosamente unitario e solidale, unanime...di massa, struttura o aggruppamento, rigorosamente coerente o virtuosamente addensato"¹.

Sapendo che le caratteristiche della forma di un edificio influiscono in modo significativo sulle perdite di calore dello stesso, e che lo scambio termico tra esterno ed interno di un edificio avviene attraverso la superficie dell'involucro, si può affermare che le caratteristiche di forma di un complesso edilizio influiscono in maniera incisiva sull'efficienza energetica dello stesso.

E' necessario considerare che la forma di un edificio, è la qualità che lo caratterizza esteriormente, ed è un fattore che è possibile leggere e misurare metricamente individuando la dimensione del perimetro, della base, dell'altezza e della superficie su cui si estende esternamente. Le caratteristiche climatiche del sito richiamano la scelta di idonee geometrie per l'edificio affinché i principali requisiti di comfort ambientale siano dettati dalla scelta corretta di questo fattore conferendo all'edificio elevata qualità al funzionamento per il risparmio energetico e il raggiungimento del comfort ambientale.

L'adattamento della geometria dell'edificio al funzionamento energetico, perseguito in funzione del comfort ambientale e del risparmio energetico, può essere studiato in modo sistematico e metodologico controllando come le variabili, introdotte di volta in volta, modificano la geometria dell'edificio e incidono sulle prestazioni energetiche.

La compattezza geometrica, in qualità di carattere che più di forma architettonica, è anche il carattere che più degli altri diventa influente in termini di comportamento energetico di un volume.

Da qui possiamo affermare che è possibile controllare parallelamente qualità architettonica ed efficienza energetica, considerando lo studio d'influenza di questo fattore, un'opportunità per la composizione da cui partire per una nuova idea di forma, che caratterizza le architetture sostenibili.

Infatti, per ciò che riguarda un clima temperato o un clima caldo-umido in periodo sia invernale che estivo, le differenze tra temperature interne ed esterne non sono così notevoli come invece in clima freddo, è possibile quindi considerare rapporti di forma maggiori, che per alcune tipologie abitative, come verificato, possono arrivare anche a 0,86 senza modificare il livello di efficienza di una tipologia più articolata, in particolare per quanto riguarda edifici con una dimensione limitata, assimilabile ad un'abi-

tazione unifamiliare articolata su tre piani. La scelta di utilizzare anche in climi caldi un basso rapporto di forma ($> 0,2 - 0,6 <$) rimane sempre verificata ma l'effetto incisivo dell'irraggiamento solare in termini di apporti di calore e luminosità richiede forme più articolate, perché la tipologia durante la stagione invernale deve captare il più possibile apporti energetici esterni, ma parallelamente deve proteggersi dagli apporti luminosi ed energetici durante il periodo estivo, le caratteristiche morfologiche stesse dell'involucro possono quindi migliorare le prestazioni dell'edificio per ottimizzare questi fattori.

E' necessario sempre considerare i fattori climatici del sito in esame, infatti quando il problema del contenimento energetico diventa rilevante per il riscaldamento in inverno così come il raffrescamento in estate, ci si trova in un clima in cui incidono entrambe le condizioni e la compattezza non è sempre la soluzione ottimale. Sicuramente è una soluzione che verifica quanto stabilito in termini normativi per ciò che riguarda i consumi del riscaldamento invernale, ma non lascia la possibilità di risolvere attraverso la forma dell'edificio le basilari prestazioni dello stesso per ciò che riguarda il raffrescamento estivo e le esigenze di protezione solare nella stagione calda.

Una forma più articolata con un valore del rapporto di forma maggiore rispetto una più compatta, può dimostrarsi adeguata nel momento

in cui è in grado di controllare la captazione solare risultando efficace sia in regime estivo sia in quello invernale. Considerazioni semplici che dimostrano come la qualità architettonica può rispondere sia a parametri normativi, che esigenziali-prestazionali e di comfort.

Il rapporto di forma è un valore che nasce da considerazioni geometriche per questo dovrà essere rapportato alle caratteristiche tecniche dell'involucro che lo caratterizza e perché queste considerazioni diventino un valore di riferimento, altrettanto importante è considerare geometrie d'involucro che delineano spazi abitabili, con conformazioni assimilabili a tipologie abitative che concorrono alla definizione di modelli edilizi realizzabili.

A tale proposito verranno predisposti dei modelli in cui verranno considerate come invarianti le caratteristiche di trasmittanza dell'involucro, l'orientamento e quindi l'incidenza dell'irraggiamento solare sulle pareti durante l'anno, al fine di valutare quanto incide in regime estivo la variazione del rapporto di forma e quindi i caratteri morfologici di un edificio, confrontando consumi invernali per il riscaldamento e consumi estivi per il raffrescamento di ogni singolo modello.

Si considera come area geografica la località di Falconara (AN) rientrante in zona climatica D, in riferimento a cui la normativa nazionale fissa un massimo dei consumi in kWh/mq, in forma

proporzionale al rapporto di forma S/V dell'edificio.

Data un'analisi geografica e climatologica ed essendo noti i rapporti di forma dei singoli modelli adottati, che si differenziano per avere dei rapporti S/V crescenti da 0,4 a 0,6, sono state attribuite caratteristiche d'involucro differenti, con sei tipi di chiusure suddivise in leggere e pesanti, come descritto nel paragrafo precedente.

Influenza del principio sull'efficienza energetica dell'edificio

Nei climi dell'Italia settentrionale questo fattore di progetto assume una grande rilevanza, diventando il primo e di conseguenza il principale parametro di progettazione per il controllo dell'efficienza del progetto d'architettura. Infatti un complesso con un volume maggiore è potenzialmente più efficiente energeticamente di un edificio a volume ridotto.

Secondo quanto confermato dalla bibliografia e dai diversi esempi di architetture passive realizzate nel nord Europa, risulta necessario che il volume riscaldato sia il più possibile compatto, privo di piccole addizioni o sottrazioni, lasciando integra la compattezza.

Si dovranno individuare strategie compositive che permettano di aggiungere elementi all'esterno o conformare il volume dell'edificio così da prevedere delle rientranze o sporgen-

ze, senza generare ponti termici o aumenti di superfici disperdenti che penalizzano l'efficacia del modello abitativo.

In clima caldo questo sarà possibile, in particolare considerando elementi addizionati all'involucro esterno che non siano strettamente connessi alla struttura tanto da determinare una discontinuità dell'involucro, spazi a differenti temperatura o componenti schermanti che diventano importanti nella stagione calda perché assumono il ruolo di spazi ombreggianti.

In un complesso edilizio le zone fredde come le scale o le logge dovranno quindi essere pensate come luoghi autonomi o interni al volume ma racchiuse, in continuità con il volume riscaldato, dallo stesso involucro che delimita gli ambienti abitati.

Sicuramente in clima estivo è possibile lavorare maggiormente sul linguaggio e sulla forma dell'architettura e progettare in climi caldi un'architettura che ha come obiettivo la difesa dal caldo significa lavora sulla morfologia della stessa al fine di:

- Ridurre la superficie vetrata esposta ai raggi solari rispetto al volume costruito;
- Impedire un eccessivo riscaldamento dell'involucro murario;
- Creare sensibili differenze di temperatura tra le varie parti della casa e tra la casa e l'ambiente circostante;
- Creare ampie zone d'ombra attraverso l'uso di

dispositivi schermanti fissi e mobili.

- Ottimizzare la ventilazione interna.

Può essere utile introdurre l'uso di "volumi" che, non considerati nel calcolo del rapporto di forma perché non riscaldati, diventano spazi e luoghi di raffrescamento o protezione solare per migliorare il comfort di vivibilità degli spazi interni e interni-esterni.

Questo migliora ampiamente l'efficienza dell'edificio ottimizzando l'uso dei caratteri climatici del sito come verrà spiegato successivamente nel paragrafo relativo a gli spazi a differente temperatura, senza interferire sui caratteri morfologici "efficienti" del complesso costruito.

Quanto importante è per il regime estivo

Il principio in regime estivo non ha la stessa rilevanza che possiede in regime invernale. L'analisi in regime dinamico del comportamento energetico dei modelli proposti dimostra come, per garantire un contenimento energetico durante la stagione estiva, non sia necessaria la "compattezza del modello abitativo". Quindi il rapporto di forma è un indice di riferimento orientativo, che non è in grado, secondo i riferimenti originari, di definire quanto una maggiore articolazione degli ambienti, possa favorire una corretta ventilazione naturale e un'efficace protezione dagli apporti energetici solari, modulati per le differenti stagioni ed escursioni quotidiana-

ne, in regime estivo.

Per tali ragioni è possibile affermare che nel caso estivo, per le regioni dell'Italia centrale con particolare riferimento alla zona climatiche C e D, il rapporto di forma ottimale per gli edifici risulta essere 0,6 che è parallelamente più efficace anche in termini di consumi energetici. E' possibile comunque andare oltre il valore 0,6 ed utilizzare un valore 0,8 rispetto al quale si potranno realizzare tipologie edilizie in grado di mantenere contenuti i fabbisogni per il raffrescamento estivo.

Con uno stesso rapporto di forma 0,6 le tipologie edilizie che si possono ottenere sono in grado di verificare i loro standard progettuali in regime estivo e invernale, analizzati e ponderati successivamente con le caratteristiche tecnologiche del modello in esame.

Risultati della ricerca

Per la progettazione di un edificio ad alta efficienza nelle regioni dell'Italia centrale, il valore legato al rapporto di forma diventa poco rilevante al fine di determinare i reali consumi energetici di un edificio, in quanto, a parità di rapporto di forma e uguali caratteristiche tecnico-costruttive del modello in esame corrispondono differenti consumi del complesso.

- Si è verificato che a parità del rapporto S/V e di medesime caratteristiche d'involucro è possibile ottenere differenze di consumi energetici

non rilevanti, anche modificando le tipologie d'involucro per uno stesso modello ed i loro valori di trasmittanza termica.

Considerando le due tipologie lineare e articolata che hanno uno stesso rapporto S/V ma volumi e tipologie edilizie differenti, si è dimostrato che a una maggiore articolazione dovuta per esempio alla presenza del patio, si verifica un'ottimizzazione del dispendio dei consumi energetici estivi.

Si evidenzia come il rapporto S/V in questo caso diventa un fattore trascurabile nel momento in cui ad un dato valore del rapporto di forma corrispondono consumi energetici invernali non molto differenti.

Parallelamente, confrontando modelli di grandi dimensioni con superficie riscaldata di 900 mq, con altre di 180 mq, rispettivamente appartenenti alla tipologia lineare e articolata, in quest'ultima che ha un rapporto S/V di 0,60 (che si compone con un'articolazione complessa di volumi, un patio interrato e un corpo adiacente comunicante non riscaldato), si evince come i consumi rispetto alle diverse tipologie d'involucro leggero utilizzato, siano rapportabili e proporzionali a quelle del complesso. Si dimostra così come per un edificio di dimensioni cinque volte inferiori, con superficie disperdente proporzionalmente superiore del 6% corrisponda un consumo proporzionalmente uguale.

E' evidente come questi risultati siano coerenti

con quanto affermato per le tipologie di passive, poiché, come definito a monte, tutte le tipologie hanno un rapporto di forma compreso tra $>0,2$ e $0,6<$ che però diventa trascurabile essendo i consumi in regime estivo prevalentemente dipendenti da fattori di massa termica (inerzia, trasmittanza, sfasamento, attenuazione), dalla collocazione degli spazi non riscaldati e dalla possibilità che diventino vettori di ventilazione e quindi riduttori del carico energetico. Per queste motivazioni un volume più articolato all'interno del rapporto di forma "passivhouse" si dimostra tanto più prestante quanto la conformazione della sua articolazione è in grado di abbattere i consumi energetici (integrando con strategie di protezione solare e caratteri morfologici che permettano una ventilazione naturale e un abbattimento dei carichi energetici incidenti).

3 INERZIA TERMICA

È un fenomeno fisico che avviene, in condizioni termiche variabili, all'interno di un sistema (come ad esempio un muro) di elevato spessore e costituito da particolari materiali, venendo identificato con una trasmissione lenta del flusso di calore da un lato all'altro del sistema.

Tale fenomeno si verifica quando le temperature ambientali subiscono oscillazioni, e se i materiali componenti possiedono proprietà specifiche, quali la capacità termica, l'elevato spessore e la stratificazione dei materiali disposti in

parallelo rispetto al flusso di calore.

Se in un edificio le condizioni di temperatura ambientale interne ed esterne sono costanti, dopo un periodo di assestamento, si stabilirà un gradiente termico costante attraverso il muro esterno mentre l'effetto della capacità termica svanirà; se invece il ritardo iniziale è paragonabile in ampiezza al tempo nel quale la temperatura interna e/o del muro cambia, il momento del massimo ingresso del calore da uno dei due lati può concludersi prima che l'ondata di temperatura raggiunga l'altro lato. Perciò una quantità di calore che viene immagazzinata nella massa del muro comincia a percorrere lo spessore in senso inverso, e ad essere emessa su entrambi i lati.

L'inerzia termica non influenza grandemente le temperature interne di un edificio quando l'occupazione e il riscaldamento sono continuativi, mentre nel caso di riscaldamento intermittente un edificio massiccio conserva il calore per un lungo periodo raffreddandosi lentamente, e restituendo il calore stesso quando il sistema di riscaldamento è disattivato.

L'inerzia termica è correlata alle caratteristiche dei materiali dell'involucro in particolare la capacità termica. Questa è una proprietà che descrive la capacità di un sistema omogeneo a trattenere il calore all'interno delle sue cellule senza trasmetterlo immediatamente all'ambiente circostante, formato sia da corpi fluidi che solidi.

Questa proprietà che dipende anche da altre caratteristiche fisiche, è direttamente proporzionale alla massa per un'area unitaria (la densità superficiale, espressa in kg/mc) e alla capacità termica specifica (espressa in J/kg C).

Se uno dei materiali di un componente o di un sistema costruito presenta un elevato valore di capacità termica, all'interno del sistema stesso si verificherà un ritardo della trasmissione del calore da un lato all'altro del suo spessore, verificandosi il fenomeno dell'inerzia termica.

E' noto che l'inerzia termica è una caratteristica dell'involucro che dipende dalla capacità termica e dalla conduttività dei materiali componenti. Lavorare con questi fattori significa attribuire alla parete una maggiore o minore capacità di attenuare e ritardare l'ingresso in ambiente dell'onda termica esterna derivante dalla radiazione solare incidente su una data porzione d'involucro.

Quindi la caratteristica d'inerzia termica dell'involucro esterno in tutti i suoi componenti, incide fortemente nel controllo dell'equilibrio tra temperatura interna ed esterna, e i fattori variabili che determinano la variazione di comportamento di quest'ultimo sono: le caratteristiche dei materiali componenti e la loro posizione, il tipo di isolante il suo spessore e la sua posizione, la caratteristica tipologica del muro preso in esame, nonché i materiali che si affiancano alle partizioni stesse (si fa riferimento alle porzioni

d'involucro a contatto con il terreno).

Come ormai noto in regime estivo lavorare con la massa dell'involucro è la scelta più coerente, infatti la stessa tradizione costruttiva che caratterizza le tipologie dell'architettura mediterranea storica (italiana, greca, ecc.), ci insegna che privilegiare l'uso dei materiali con rilevante massa è la scelta migliore rispetto all'uso di materiali a bassa conduttività, perché in grado di assicurare un contributo al fine di ridurre i consumi energetici garantendo negli spazi interni confinati un equilibrio di comfort.

Come sopra accennato questa è la proprietà che si relaziona alla capacità termica dei materiali utilizzati e risulta efficace sia durante la stagione invernale che estiva.

Correlata all'inerzia abbiamo l'influenza della massa, che si può definire un termoregolatore, in grado di ridurre le variazioni (oscillazioni) della temperatura al fine di garantire condizioni di comfort all'interno degli ambienti, riducendo sensibilmente i consumi energetici.

L'uso di un proporzionato livello di massa nell'involucro edilizio, consente durante la stagione estiva di accumulare l'elevato apporto di energia termica incidente su di essa, trattenendola al fine di ridurre i picchi più alti di temperatura e rilasciarla con ritardo nell'ambiente interno, prevalentemente durante la sera, al fine di diminuire la necessità di raffrescamento durante le ore diurne. In regime invernale invece, l'uso

della massa viene regolato in funzione dell'esigenza di rilasciare negli ambienti interni, calore quando le temperature interne tendono ad abbassarsi, in particolar modo nel pomeriggio e durante la sera. Strategia ottimale per controllare i consumi energetici.

Affinché si controllino coerentemente le dispersioni dell'involucro, in regime estivo non si dovrà privilegiare il livello di isolamento termico dell'involucro, che impedisce di ridurre le dispersioni termiche dell'ambiente interno, ma privilegiare l'analisi del carattere capacitivo di tutti i materiali costituenti il sistema edilizio e la loro giustapposizione.

Perché la caratteristica di contenimento dei consumi energetici dipende dal processo di accumulo e rilascio del calore in cui si predilige l'uso di materiali ad elevata massa, cioè elevata capacità termica.

La massa infatti è in grado di accumulare il calore proveniente, in esterno, dall'azione dei carichi energetici solari, internamente dagli apporti antropici o sorgenti di calore legati ad apparecchiature elettriche. Il calore accumulato verrà rilasciato gradualmente nel momento in cui le temperature interne ed esterne tenderanno ad abbassarsi, riducendo gli sbalzi di temperatura, fornendo più equilibrio al funzionamento degli impianti.

E per fare questo è indispensabile valutare il comportamento della parete in regime dinami-

co e non statico. Nel regime statico infatti, su cui si basa la normativa per contenere i consumi energetici, si fa riferimento alle caratteristiche di trasmittanza dell'involucro per attribuirgli il livello di prestazione che deve garantire, determinando il valore di riduzione di dispersioni che ha la parete verso l'esterno. Ma il problema è maggiore nel momento in cui non si considerano le caratteristiche dei materiali componenti, che a parità di trasmittanza conferiscono alla parete un comportamento termico molto diverso, dato dallo sfruttamento dei flussi di calore e dal loro accumulo in virtù delle caratteristiche massive dei materiali impiegati, e anche in relazione alla loro posizione nel pacchetto murario. Per questo è corretta un'analisi in regime dinamico in cui si considera l'azione della variabile tempo, rispetto alla quale si definisce come la capacità termica dei materiali che compongono l'involucro, influisca sul fabbisogno termico dell'edificio.

Nel momento in cui un ambiente è dotato di un dato grado di inerzia termica significa che:

- minore è il tempo di risposta che una struttura con elevata massa rispetto ad una struttura con minore massa, maggiore è la sua capacità di moderare le variazioni cicliche della temperatura esterna.

- sia in climi caldi che in climi freddi si è verificato, come alti livelli di massa termica diminuiscono i valori del consumo energetico degli edifici

rispetto a edifici con involucri meno massivi - accumulare energia nella massa significa ritardare l'azionamento degli impianti di climatizzazione, riducendolo a un numero breve di ore o addirittura, non utilizzandolo.

L'inerzia e massa sono due caratteristiche che non si interfacciano con le capacità di coibenza termica dei materiali utilizzati, per i quali sono richiesti bassi livelli di densità, ma risulta proporzionale al peso specifico e allo spessore del componente edilizio.

Importanza del principio sul regime estivo

L'incidenza dell'inerzia sull'involucro diventa un fattore rilevante nel momento in cui si relaziona con altri fattori legati alla progettazione del complesso edilizio, quali il sito d'intervento, la forma, la destinazione d'uso e le caratteristiche dei materiali componenti l'involucro edilizio.

Questo valore assume un ruolo di rilievo nell'edilizia spontanea, che matura come evoluzione consapevole di tecniche di controllo termico verificate nel corso dei secoli. Rispetto alle quali, sia nelle regioni del sud Italia, che quelle greche e arabe si utilizzano materiali come la pietra in blocchi e la terra cruda le quali avendo elevata la capacità termica e densità determinano elevati livelli di sfasamento termico con proporzionali effetti di smorzamento nell'acquisizione dei carichi energetici esterni. Fungendo anche da materiali isolanti di ambienti interni, rispetto il

ricepimento di calore da fonti esterne.

Inoltre le caratteristiche d'inerzia termica e di massa diventano rilevanti nel momento in cui garantiscono uno sfasamento dell'onda termica in grado di ritardare e smorzare i picchi dei flussi di calore acquisiti, negli ambienti interni in fase notturna quanto il livello di temperatura e umidità interna ed esterna si abbassa e quindi le componenti di calore acquisite vengano poi rimosse con meccanismi di ventilazione naturali.

Risultati della ricerca

Le partizioni esterne funzionano sia come accumulatori sia come isolanti, che trattengono il calore acquisito dall'esterno e in parte lo rilasciano con gradualità nell'ambiente interno adiacente in un tempo che permette la dissipazione del calore stesso e la sua acquisizione interna durante le ore notturne. Sia in clima caldo che in clima freddo risulta importante questo meccanismo ed in particolare assume maggiore rilevanza nel periodo estivo quando le temperature esterne, raggiungono un elevato valore (ad esempio Falconara (AN) 37 °C). La caratteristica d'inerzia dell'involucro diventa efficace nel momento in cui si evidenzia come lo sfasamento delle pareti verificate si riconduce a un tempo di circa 8-10 ore, riuscendo a soddisfare un equilibrio di temperature interne che posso arrivare a 36°.

Lo sfasamento sopra accennato è la capacità di una parete di ritardare nel tempo, gli effetti termici che caratterizzano l'ambiente all'esterno.

Lo sfasamento (ϕ) è l'arco di tempo (ore) che serve all'onda termica per fluire dall'esterno all'interno di uno spazio abitato attraverso un materiale. Maggiore è il tempo di sfasamento, maggiore sarà il tempo di passaggio del calore dall'esterno all'interno dell'edificio. Lo sfasamento dunque è la differenza di tempo che intercorre tra l'ora in cui si ha la massima temperatura all'esterno e l'ora in cui si ha la massima temperatura all'interno di un ambiente, e per garantire la migliore caratteristica di comfort interno, questo parametro non deve risultare inferiore alle 8/12 ore, al fine di ottenere delle prestazioni che vengono definite sufficienti e buone secondo la normativa.

Lo smorzamento è un valore adimensionale che, (chiamato anche attenuazione o fattore di decremento), esprime il rapporto tra la variazione massima della temperatura esterna ΔT_e e quella della temperatura interna ΔT_i in riferimento alla temperatura media della superficie interna.

La parete provoca uno smorzamento dell'ampiezza dell'onda, nel passaggio dall'ambiente esterno all'ambiente interno (rapporto tra il valore dell'ampiezza dell'onda esterna e quello dell'ampiezza dell'onda interna) e uno sfasamento tra l'onda esterna e quella interna.

Questi due valori, indici dei rispettivi parametri caratterizzano la proprietà dell'inerzia termica della parete.

Si può affermare in conclusione, che lo smorzamento che una parete è in grado di garantire, è una riduzione del valore di temperatura verificatosi nel tempo; lo sfasamento, invece significa ritardare, nel tempo quelle condizioni termiche. Se una muratura non garantisce uno sfasamento accettabile la temperatura di un ambiente interno risente in breve tempo dei valori raggiunti all'esterno.

Le caratteristiche di smorzamento di una parete composta da più strati, insieme al valore del fattore di attenuazione, alla capacità termica dei materiali e la diffusività termica, sono le proprietà termiche che caratterizzano i materiali massivi e che devono essere considerate ai fini di un calcolo dinamico del comportamento di un involucro edilizio.

Infatti come descritto nel principio relativo all'inerzia, nel valore che descrive le caratteristiche di trasmittanza termica di un involucro non si considera che ciascun materiale componente l'involucro edilizio in esame ha la capacità di assorbire una piccola quantità di calore così da aumentare la sua temperatura prima di trasmettere il calore allo strato successivo. Il calore acquisito e immagazzinato, viene ceduto con un certo ritardo di tempo, all'interno del quale le condizioni al contorno potrebbero

essere cambiate. Questo può portare a far sì che parte del calore accumulato in precedenza possa rifluire nella direzione di provenienza originaria, così da ottenere che solo una parte del calore accumulato riesce ad arrivare opposta del muro.

E' possibile verificare l'effetto della capacità termica dei materiali impiegati, sul flusso termico, attraverso la definizione dello sfasamento (ritardo del picco di flusso termico della parete: capacità rispetto a quello istantaneo e il fattore di decremento e attenuazione, che è uguale al rapporto fra il massimo flusso della parete capacitiva e il massimo flusso della parete a massa termica nulla). La configurazione ottimale di un involucro si ottiene soddisfacendo il massimo sfasamento e il minimo valore di attenuazione.

A tale proposito si considerano le caratteristiche dei materiali utilizzati per la formulazione dei pacchetti tecnologici.

Ipotizzando tre tipologie d'involucro leggero e tre di involucro pesante con diverse caratteristiche di sfasamento dimostra come la trasmittanza che identificati il valore di isolamento dei componenti, non è in grado di descrivere le reali caratteristiche degli involucri edilizi ipotizzati e formulati.

Al capitolo 5 sono riportati i risultati e i diagrammi di sfasamento degli involucri utilizzati come base di partenza per la definizione dei modelli

tipologici, involucri descritti nelle loro componenti dove è possibile verificare la successione degli strati che compongono le partizioni esterne verticali.

Si è inoltre verificato quali sono i livelli di sfasamento che si possono ottenere modificando i parametri relativi allo spessore di base che ha l'involucro edilizio secondo lo standard, di 10, 15 cm. Conferendo a ciascun componente tecnologico un valore di trasmittanza uguale al fine di capire quanto isolante era necessario e di conseguenza il livello di sfasamento ottenuto ed infine, verificare per gli spessori 10 e 15 cm di un isolante che avesse sempre le stesse caratteristiche di conducibilità pari a 0,038.

Si è calcolato il valore di trasmittanza della stessa tipologia d'involucro modificando con dimensioni stabilite lo spessore dell'isolante al fine di verificare il livello di smorzamento raggiunto ed indicato sotto il valore di trasmittanza corrispondente.

Da qui emerge come in pareti leggere modificando la dimensione dell'isolamento rispetto alla posizione attribuita per ogni diversa soluzione tipologica d'involucro si modifica il livello di sfasamento in un aumento pressoché proporzionale con quello dell'aumento di dimensione dello spessore di isolante e inversamente a diminuzione della trasmittanza.

Da qui emergono i modelli tipologici presi in esame per i quali si evidenzia un livello di smor-

zamento termico che si colloca per normativa in classe ottima, visto che con la diminuzione della componente isolante si ottengono valori di smorzamento di circa 9 ore, quindi validi ma non ottimali per quello che riguarda l'esigenza in clima estivo per la quale si cerca di verificare quanto il fattore di sfasamento sia in grado di determinare un miglioramento delle prestazioni per le diverse tipologie edilizie.

Per ciò che riguarda gli involucri pesanti emerge chiaramente che non si ha un grande cambiamento di sfasamento al varie della dimensione dell'isolante nelle diverse tipologie d'involucro a tal fine si utilizza la tipologia con una dimensione di isolante pari a 12 cm per le quali si verifica un intervallo di valori di smorzamento ampiamente verificati.

Questi come punti di partenza della ricerca per la definizione di modelli base, segue la scelta di verificare i modelli con le 6 tipologie d'involucro per le quali prima il valore di trasmittanza della parete è pari a 0,24 e poi 0,30 per tutte.

Simulando i modelli a cui sono stati attribuiti valori coerenti per questi parametri si sono registrati questi consumi a mq per il raffrescamento estivo considerando il periodo dal 1 Maggio al 31 Settembre.

Lavorando anche sul livello di isolamento dell'involucro a terra si è considerata una tipologia di solaio contro terra con 5 cm di isolante termico e un sistema di solaio ventilato. Poi in

assenza di solaio ventilato e con un isolamento nullo, al fine di verificare lo sfruttamento delle principali caratteristiche del terreno in quale è in grado di mantenere in se costanti il valore delle temperature sempre pari a 10-12°C così da ottimizzare la possibilità di ridurre i carichi di calore interno anche grazie alla dispersione che può avere utilizzando come massa di accumulo il terreno in virtù del suo differenziale di temperatura. Per un valore di trasmittanza di questa porzione d'involucro che arriva anche fino 1W/m²K.

Si è verificato che questo comporta un beneficio all'intero edificio in termini di riduzione dei fabbisogni per il raffrescamento estivo, essendo l'edificio verificato in un complesso con tre piani e per il quale il beneficio generato da questa strategia passive ripercuote la sua efficacia sull'intero complesso.

Mentre la copertura rimane una costante dell'involucro così come le caratteristiche delle componenti vetrate.

Consumi energetici invernali e consumi per il raffrescamento estivo, consideriamo tre tipi di isolante:

- Coibentazione tetto con 18 cm di isolante in fibra minerale valore 0,040: $f_i = 5,9$ ore
- Coibentazione tetto con 18 cm di isolante in fibra legno valore 0,040: $f_i = 13,7$ ore
- Le fibre di legno possiedono, oltre ad un'ottima conduttività termica, ($\lambda = 0,037$ per densità

(ρ) 160 kg/m³ circa e $l = 0,052$ per densità (ρ) 250 kg/m³), eccellenti proprietà di accumulo termico (capacità termica (c) 2100 J/kgK).

Si verifica che il beneficio in termini di comfort nel periodo estivo è tanto maggiore quanto più elevati sono i valori di sfasamento e di smorzamento del flusso termico.

Come si può evincere la fibra di legno registra altissimi valori di sfasamento e di smorzamento dell'onda termica; queste capacità combinate consentono l'ottimale protezione delle escursioni termiche sia in estate che in inverno, garantendo così il massimo comfort abitativo. La costruzione di edifici a basso consumo energetico non richiede investimenti gravosi, ma precisi accorgimenti nel progetto e nella scelta dei materiali per differenti fenomeni assolutamente naturali come ad esempio l'inerzia termica. In Italia spesso si utilizzano materiali derivati da altri paesi europei senza tenere in adeguata considerazione le differenti sollecitazioni climatiche dell'area mediterranea.

In molte parti d'Italia, infatti, si consuma più energia per raffrescare che per riscaldare.

Questo concetto è stato ben recepito, per esempio dalla regione Emilia-Romagna con la delibera n.156 del 4 Marzo 2008 nella quale viene prescritta l'adozione di sistemi costruttivi che conferiscano caratteristiche prestazionali all'involucro edilizio, non solo in termini di verifica di trasmittanza termica, ma soprattutto in relazio-

ne al suo comportamento in termini di inerzia termica, sfasamento ed attenuazione dell'onda termica. Pertanto analizzare il comportamento di un edificio assumendo la trasmittanza come unico indicatore può condurre a scelte inefficaci poiché l'isolamento che trattiene il calore d'inverno, durante l'estate svolge la stessa funzione, determinando il surriscaldamento degli ambienti.

La stessa delibera sottolinea anche l'importanza della massa superficiale, che rappresenta il parametro principale caratterizzante il comportamento in regime dinamico della parete in relazione allo sfasamento dell'onda termica.

Sono indicatori di contenimento delle oscillazioni della temperatura.

La massa termica influisce sul flusso di calore periodico. Le variazioni diurne della temperatura esterna implicano flussi di calore verso l'edificio durante il giorno dove una parte del calore viene immagazzinata nel materiale. Durante la notte il flusso del calore è inverso (dall'edificio verso l'esterno).

Le variazioni diurne risultanti della temperatura interna variano fra una massa termica bassa ed una massa termica alta. Quanto più alta è la massa termica, tanto più elevato è il ritardo e più piccolo il fattore di decremento fra la variazione delle temperature interne ed esterne.

In tal modo la massa termica comporta un benessere termico e carichi di punta ridotti per gli

impianti meccanici.

La massa termica, ovvero la capacità di immagazzinamento del calore nei materiali, ha importanti effetti sulle prestazioni termico-dinamiche degli edifici, con maggiore rilevanza nel periodo estivo. La “massa termica” ha diretta influenza sul flusso di calore che attraversa le strutture opache. Le variazioni diurne della temperatura esterna implicano flussi di calore via via più elevati verso l'interno dell'edificio durante il passare del giorno, una parte del calore viene invece immagazzinata negli strati che compongono la chiusura opaca. Durante la notte il flusso del calore è inverso (dall'interno dell'edificio verso l'esterno). Le variazioni diurne interne risultanti delle variazioni di temperatura esterna variano quindi a seconda del valore di massa termica delle partiture che dividono l'esterno dall'interno; ad un'alto valore di massa termica corrispondono basse temperature interne, e viceversa. Inoltre maggiore è la massa termica, tanto più elevato è il ritardo o sfasamento che otteniamo nel passaggio del flusso di calore esterno interno, ottenendo l'effetto di ritardare il flusso di calore verso l'interno nelle ore più calde. In tal modo la massa termica comporta un maggiore benessere termico e carichi di punta ridotti per l'esercizio degli impianti di condizionamento estivo. E' chiaro che questo fattore diventa energeticamente più rilevante nei pe-

riodi estivi e soprattutto nei paesi caldi o comunque con temperature più miti. La massa termica è legata all'inerzia termica (calcolata in $\text{kJ/m}^2\text{K}$) ovvero la quantità di calore necessaria ad innalzare una data quantità di massa, di un grado Kelvin, relativa quindi alle caratteristiche fisico-chimiche del materiale, ma anche alla quantità di massa per unità di superficie o Massa superficiale, definita dalla legge 311: “la massa per unità di superficie della parete opaca compresa la malta dei giunti esclusi gli intonaci, l'unità di misura utilizzata è il kg/m^2 ”. Quindi maggiore è la quantità di materiale ad alta inerzia termica per metro quadro, maggiore è la capacità della frontiera fisica perimetrale di resistere al flusso di calore verso l'interno (nel periodo estivo). Alta inerzia termica hanno calcestruzzo e materiali laterizi compatti (ma anche le pietre naturali), adatti a rallentare il flusso di calore estivo verso l'interno (maggiore efficienza di questo sistema nel periodo caldo), e ad immagazzinare calore nei periodi invernali per poterlo poi rilasciare con effetto benefico verso l'interno.

4 TRASMITTANZA TERMICA

La trasmittanza definisce la capacità isolante di un elemento. La trasmittanza termica è quel fenomeno fisico che definisce le caratteristiche dell'involucro in termini di prestazione

e conservazione d'energia negli spazi interni dell'edificio. Determina in che misura le partizioni esterne sono in grado di controllare i flussi di energia e massa tra l'ambiente esterno ed interno affinché si riesca a garantire una condizione di benessere all'interno degli ambienti confinati, contenendo i consumi energetici e gli impatti dell'ambiente esterno.

Infatti dato un fenomeno di trasmissione di calore in condizioni di regime stazionario (in cui cioè il flusso di calore e le temperature non variano nel tempo) la trasmittanza misura la quantità di calore che nell'unità di tempo attraversa una porzione di involucro edilizio della superficie di 1 m² in presenza di una differenza di temperatura di 1 grado tra l'interno e l'esterno.

Nella formula si tiene conto di una trasmissione di calore da un aeriforme ad un altro aeriforme separati dalla superficie piana del materiale in esame, per irraggiamento e convezione tra le superfici e gli ambienti esterno ed interno, e conducibilità interna dei materiali solidi.

L'espressione che ci permette di calcolare il valore di trasmittanza è:

$$U=1/(1/H_i + s/\lambda + 1/H_e) \text{ [W/m}^2\text{*K]}$$

dove: H_i e H_e [W/m² K] sono i coefficienti di aduzione interna ed esterna, s [m] lo spessore del materiale, λ [W/m K] la conducibilità termica interna del materiale.

Più il valore è basso, maggiore è l'isolamento della struttura in esame. L'inverso della trasmittanza è la resistenza termica ovvero la capacità di un materiale di opporsi al passaggio del calore:

$$R=1/U \text{ [m}^2\text{*K/W]}$$

La trasmittanza aumenta al diminuire dello spessore dell'isolamento e dell'involucro nel suo complesso, ed all'aumentare della conducibilità termica. Strutture con bassissima trasmittanza termica si caratterizzano per fornire un elevato isolamento termico.

Come riepilogato nel capitolo delle normative, vengono indicate all'interno delle norme nazionali i valori limite minimi di trasmittanza, per l'intera regione italiana in funzione dei gradi giorno delle aree geografiche. Valori che sono calcolati e prescritti in funzione di analisi energetiche in regime stazionario in cui si fa riferimento al periodo di riscaldamento dell'edificio.

Tali valori non considerano l'incidenza del fattore raffrescamento in funzione del periodo in cui esso è richiesto e per il quale si contano consumi e periodi d'incidenza uguali a quelli per riscaldamento nelle zone C e D e proporzionalmente crescenti fino la zona climatica A tanto da essere nettamente superiori ai periodi di consumo per il riscaldamento.

Inoltre per la stagione estiva deve essere con-

siderata l'applicazione di strategie di ventilazione diurna e notturna capaci di soddisfare il fabbisogno di raffrescamento e l'esigenza di dissipazione degli accumuli di energia termica. Quest'ultime applicate in forma passiva, senza l'adozione ventilazione meccanica forzata e recuperatore di calore.

E' possibile affermare che :

- il valore di trasmittanza si lega al valore delle temperature esterne variabili, in funzione di questo si può affermare che, la dimensione dell'isolante oltre un dato valore nell'incremento di spessore, diventa poco significativa in termini di effetto. Infatti se si considera un clima caldo non è necessario un isolamento massiccio in quanto si predilige un comportamento dell'involucro che si correli all'esigenza di raffrescamento che si attuerà con sistemi di ventilazione naturale ed utilizzando materiali con un adeguato livello di inerzia termica.

- sia in inverno che in estate diventano rilevanti l'isolamento delle superfici verticali esterne e della copertura perché maggiore è quest'ultimo e proporzionalmente si riduce la trasmittanza degli elementi edilizi che conducono a una progressiva riduzione delle dispersioni termiche per l'effetto isolante che le pareti opache generano.

- per quanto riguarda il solaio a terra il fattore di trasmittanza si comporta in maniera uguale agli altri elementi come sopra descritto, ma ri-

sulta evidente che se si considera la stagione invernale è richiesto un elevato isolamento per ridurre le dispersioni di calore, parallelamente in estate vi è l'esigenza di raffrescamento e questo è possibile riducendo il fattore di trasmittanza.

A tal fine nelle regioni del sud Italia per edifici di due piani si predilige un basso isolamento o addirittura nullo, scegliendo le prestazioni che il solaio contro terra è in grado di fornire in estate essendo questa la stagione più critica in quanto incide maggiormente di quella invernale.

Favorendo l'uso della capacità di accumulatore termico diurno che ha il terreno, il quale durante la notte rilascia il calore che viene portato all'esterno dalla ventilazione trasversale o verticale fornita dai dispositivi di raffrescamento passivi predisposti.

Considerando edifici con un numero maggiore di piani, le valutazioni sopra riportate non diventano rilevanti per i piani successivi al secondo, ma risultano ugualmente efficienti nell'economia dell'intero complesso in rapporto alle strategie tipologiche e morfologiche adottate in fase di progetto

Tali considerazioni valgono per edifici con un'elevazione di tre piani. Quando questi hanno un'elevazione ancora maggiore, l'assenza di isolamento a terra diventa un veicolo di grande dispersione che in climi come quello del centro Italia in cui il fattore invernale ha una sua in-

cidenza, viene posto in una condizione di crisi perché non si garantisce un sufficiente isolamento dell'intero complesso.

In particolare considerando i risultati ottenuti da un progetto Europeo coordinato da eERG-Politecnico di Milano in riferimento a casi campioni sperimentati a Roma e Palermo per verificare il comportamento di un edificio a due piani e per conoscerne il comportamento nel caso estivo si evince che:

- nella località di Roma diminuendo la resistenza termica dell'edificio aumenta l'esigenza di energia utile netta per il riscaldamento mentre il fattore raffrescamento viene controllato da un diverso livello di isolamento degli elementi costruttivi, isolando in maniera più significativa le pareti esterne e la copertura e in maniera minore il basamento, perciò che riguarda edifici a due piani in funzione delle dimensioni ridotte delle piccole unità considerate.

Invece per edifici a più piani con un'elevata superficie utile di estensione si predilige una distribuzione più uniforme di isolamento affinché il comportamento dell'edificio risponda in maniera uniforme a contenimento di guadagni energetici dall'esterno.

In un confronto con lo standard di riferimento è possibile affermare che per soddisfare le esigenze di raffrescamento estivo e riscaldamento invernale è possibile considerare un livello di trasmittanza per partizioni verticali esterne, co-

pertura e solaio a terra rispettivamente di 0,2, 0,3 e 1-0,5 W/mqK.

Partendo da queste considerazioni e sapendo che le caratteristiche di trasmittanza dell'involucro sono legate allo spessore dello stesso, alle caratteristiche fisico-tecniche dei materiali utilizzati e alla dimensione e posizione dell'isolante, è possibile fare ulteriori considerazioni.

Lavorando nelle regioni dell'Italia centrale e considerando le trasmittanze termica dell'involucro come fattore costante per ogni componente, così distribuite:

- Chiusure orizzontali esterne: coperture, 0,29 W/mqK

- Chiusure orizzontali esterne: solaio a terra 0,29 W/mqK

- Chiusure verticali esterne trasparenti 0,7 W/mqK

- Partizioni verticali interne: pareti tra differenti alloggi

- Partizioni orizzontali interne: solai interpiano
In cui varia il valore per la trasmittanza delle pareti perimetrali esterne

- Chiusura leggera ventilata: 0,24 W/mqK

- Chiusura leggera con isolante esterno: 0,20 W/mqK

- Chiusura leggera con isolante interno: 0,21 W/mqK

- Chiusura pesante ventilata: 0,27 W/mqK

- Chiusura pesante con isolante esterno: 0,29 W/mqK

- Chiusura pesante ventilata: 0,27 W/mqK

Si è potuto verificare che in termini di bilancio energetico considerando valori di trasmittanza secondo la norma UNI 6968 che calcola la percentuale di eterogeneità dello strato dell'involucro in esame.

Nel comparare le caratteristiche degli involucri utilizzati ed analizzando il loro comportamento in regime si evidenzia come rispetto alle caratteristiche dei materiali componenti l'involucro in particolare in riferimento al componente isolante, risulta una strategia efficace l'impiego della parete ventilata in legno.

Si evidenzia che rispetto le tipologie d'involucro riassunte e adottate nei diversi modelli tipologici la trasmittanza è differente e di conseguenza proporzionalmente lo è la capacità isolante della parete stessa. Se si considera inoltre la famiglia d'involucri leggeri risulta proporzionale ad esso anche il livello di sfasamento che li caratterizza.

Nonostante questo è possibile affermare che in un bilancio energetico nei mesi estivi tra aprile e settembre è evidente come proporzionalmente questi risultati siano sempre più positivi per la parete ventilata, infatti avendo un livello di massa interposta all'ambiente esterno ad elevata capacità termica e un livello di conduttività costante, la parete ventilata risulta quella con un bilancio termico più positivo.

Rispetto quindi una tipologia d'involucro che

interpone una massa al perimetro esterno che calcola un livello di trasmittanza pari 0,20 W/mqK che garantisce 14 ore di sfasamento, parallelamente l'involucro con parete ventilata dimostra di avere un'ottimizzazione dei bilanci energetici inferiore al 10% con un valore di sfasamento verificato di 12 ore.

Parallelamente gli involucri massivi caratterizzati da una maggiore sezione definiscono un bilancio termico peggiorativo che si può considerare costante, considerando che il componente massivo diventa pressoché irrilevante la sua posizione nell'involucro.

Per mezzo dell'effetto di ventilazione che caratterizza la parete ventilata, i flussi di aria interni all'intercapedine consentono di ridurre il carico di calore accumulato sulla superficie dell'involucro e parallelamente possono porsi come ulteriore barriera al calore che insiste sulla finitura esterna, riuscendo così ad equilibrare e a migliorare le prestazioni del componente isolante utilizzato.

E' possibile affermare che se si prendono in esame per uguali valori di trasmittanza differenti tipologie di involucro, suddivisi in involucri "leggeri" in legno e "pesanti" in laterizio in cui cambia fisicamente la posizione dell'isolante, per le stesse prestazioni quantitative calcolate in regime statico corrispondono comportamenti di efficienza differenti in relazione alla posizione dell'elemento isolante. Infatti se per entrambe

le tipologie di involucro si ipotizza che l'isolante si collochi all'esterno nella soluzione a cappotto, oppure internamente o ancora interposto in una soluzione di parete ventilata, potremmo verificare come il comportamento dell'involucro stesso cambia in maniera incisiva.

A tale proposito è possibile affermare che mantenendo costante il valore di trasmittanza di un involucro e variando le caratteristiche di spessore e materiale di cui esso si compone si lascia come unico elemento che determina la variabilità del comportamento dell'involucro stesso la posizione dell'isolante e le caratteristiche dei materiali componenti l'involucro (es. laterizio o legno), dove per il materiale isolante il suo stesso spessore rimane anche questo fattore costante.

E' possibile però affermare che i valori più restrittivi imposti dal 1 gennaio 2010 sono valori suscettibili di variazioni in funzione di un'analisi e studio del progetto edificio in regime dinamico, considerando i consumi che ne derivano.

Rispetto al riferimento normativo che dal 2009 impone per le strutture verticali opache un valore di 0,40 W/mqK si considera un valore costante di 0,24 W/mqK, per le diverse tipologie di involucro progettate, al fine di rendere verificate le prestazioni sotto il profilo nominativo, imponendo inoltre il livello di prestazione che rende l'involucro più performante.

I ponti termici

In riferimento al tema dell'isolamento termico si ricollega la necessità di controllare i ponti termici, che nella costruzione sono i punti di criticità dell'involucro edilizio rispetto al flusso di calore in entrata e in uscita, in quanto punti di discontinuità. Nella fattispecie sono elementi termicamente isolati in modo insufficiente in cui il calore si diffonde più rapidamente. Infatti il trasferimento termico per trasmissione non avviene solo nei normali punti in cui l'involucro presenta caratteristiche di omogeneità come la parete verticale o la copertura ecc. ma anche nei punti in cui l'involucro presenta una discontinuità geometrica della struttura edilizia. I casi principali sono gli angoli di parete in cui si registrano anche variazioni di temperatura fino a 7 °C, segue la disomogeneità termica dei materiali che compongono l'involucro edilizio, come i punti in cui è presente la struttura in c.a., raccordi d'infissi, architravi sbalzi. Qui il flusso di calore deve muoversi in maniera più complessa e non riscontrando omogeneità nella stratificazione materica genera una maggiore dispersione energetica, causando un incremento dello stesso flusso.

La normativa italiana con riferimento al D.Lgs. 311/2006 chiede che nel progetto di questi punti di criticità si rispettino i limiti di trasmittanza riferiti all'involucro, incrementati di un 15% massimo che considerino come riferimento la trasmittanza attribuita alla zona climatica

in oggetto.

Nella ricerca le tipologie tecnologiche d'involucro vengono considerate prive di ponti termici, cioè tutti gli elementi edilizi si trovano all'interno dell'involucro edilizio, si considera verificata la quantità di isolamento utilizzato, così come la risoluzione dei nodi di collegamento tra muratura e finestre. Non vengono risolti attraverso un disegno del nodo tecnologico risolutivo dei reali problemi costruttivi, ma si considerano verificati rispetto al valore di trasmittanza calcolata considerando i punti di disomogeneità della struttura, rispettando sempre la percentuale del 15% di limite imposto.

Inoltre si sono considerati modelli tipologici in assenza di logge e balconi al fine di ridurre i punti critici di discontinuità nel progetto dell'involucro, in quanto questi sono i punti in cui anche le temperature registrano un incremento, quindi nei periodi della stagione più freddi, in contrasto con il calore prodotto internamente, si generano fenomeni di condensa e muffe, provocando in alcuni casi l'indebolimento del materiale termoisolante che viene inumidito.

Perciò il loro controllo porta a migliorare il comfort e la qualità dell'aria interna, oltre che a ridurre i consumi energetici.

In edifici passivi risolvere correttamente i nodi termici è uno dei principali fattori che determinano il corretto funzionamento della tipologia edilizia. E' indispensabile che in fase costrutti-

va questo venga perfettamente controllato, così come in fase di progettazione e in questo caso di analisi sperimentale.

Sia in regime estivo che invernale è necessaria la corretta valutazione dell'incidenza dei ponti termici nella struttura. In particolare durante il periodo estivo si evidenzia come possono essere elevate le escursioni termiche giornaliere, al fine di non mettere in crisi i punti di discontinuità e garantire un più efficiente funzionamento delle caratteristiche di inerzia della massa termica e di ottimizzare per tutti i punti della struttura la reale efficacia di sfasamento e smorzamento che caratterizza l'involucro.

5 SCHERMATURE SOLARI

I sistemi di schermatura o oscuramento utilizzati negli edifici sono dei dispositivi di protezione che controllano l'azione dei raggi luminosi incidenti sull'involucro in termini di protezione dall'apporto di energia all'interno degli ambienti abitati, come integrazione all'azione delle componenti opache dell'involucro e come protezione da un eccessivo irraggiamento solare che si ha in prevalenza durante la stagione estiva. Diventano particolarmente importanti nelle regioni in cui il regime estivo ha un'incidenza uguale o maggiore rispetto al regime climatico invernale. Se si considera il territorio italiano, si fa particolare riferimento alle zone del centro e del sud.

Queste rivestono un'enorme rilevanza dell'architettura, perché sono capaci durante il periodo estivo di impedire il facile surriscaldamento degli ambienti interni.

La loro presenza ha permesso di aumentare la dimensioni delle superfici finestrate garantendo una corretta modulazione dei carichi energetici al fine di ridurre gli apporti energetici all'interno dell'edificio e parallelamente regolando gli apporti luminosi.

La caratterizzazione dell'involucro edilizio ha subito nel tempo un'evidente trasformazione. Se in origine si considerava come elemento portante, limite di uno spazio il cui ruolo era quello di proteggere dagli agenti atmosferici esterni, sole, vento, acqua e la presenza di aperture in esso erano limitate, ora l'involucro ricerca sempre più caratteri di leggerezza e trasparenza con l'intento di mettere maggiormente in relazione l'ambiente interno con quello esterno.

E' possibile quindi affermare che le schermature hanno il ruolo più complesso di ogni altro fattore preso in esame perché:

- in estate devono consentire l'esclusione della fonte diretta;
- in inverno non devono ostacolare la captazione degli apporti solari;
- durante tutto l'anno dovrebbero garantire un'ottimale illuminazione naturale senza fastidiosi abbagliamenti.

Le tipologie di schermature si dividono in quat-

tro gruppi:

- Schermature esterne: tutti quei sistemi fissi in facciata o sul serramento ma che non fanno corpo con il serramento stesso
- Schermature interne: tutti i sistemi di protezione della finestra con funzione più decorativa che protettiva
- Schermature integrate nel sistema vetro - serramento: sistemi inseriti nella vetrocamera in modo da creare un'unica struttura
- Materiali schermanti o schermature trasparenti: tutte le tipologie di vetro trattato al fine di creare una protezione solare e altri materiali come il verde, i tessuti ecc.

I primi due tipi di schermature, quelle esterne e quelle interne, sono le principali famiglie in quanto risultano i sistemi più consueti nelle pratiche costruttive.

All'interno degli studi che vengono qui approfonditi si vuole sistematizzare un insieme di pratiche di scelta relative alle protezioni solari più efficienti e consuete che ottimizzino le loro prestazioni in relazione ai fattori essenziali determinati dai caratteri che contraddistinguono il territorio mediterraneo e le tipologie edilizie sia residenziali che specialistiche per definire tipologie e morfologie ecc., in grado di ottimizzare i caratteri di efficienza edilizia dell'involucro, semplificando l'applicazione che si integra a degli schemi tipologici di edifici, definendo soluzioni equilibrate anche sotto il profilo compositivo.

E' stato ormai appurato che l'azione delle protezioni esterne è più efficace rispetto quelle interne per il controllo solare, in quanto agisce in maniera diretta come primo elemento che il raggio luminoso incontra nel contatto con l'involucro edilizio (nella maggior parte dei casi vetrato), quindi viene bloccato e in questa azione si ha una maggiore dispersione di energia che viene fermata, filtrata e riflessa e solo parte di essa entra in contatto con il vetro o la parte opaca dell'involucro.

Contrariamente le protezioni interne lasciano entrare i raggi solari bloccando solo in parte l'effetto di surriscaldamento perché attraversando le superfici trasparenti non riescono più ad uscire e viene trattenuto il calore accumulato creando una sorta di piccolo effetto serra localizzati. Il calore non viene quindi smaltito se non con l'apertura della finestra per permettere la ventilazione e quindi la rimozione delle masse d'aria calda.

I dispositivi di controllo esterno, essendo esposti agli agenti atmosferici, devono possedere una buona resistenza per opporsi alle sollecitazioni del vento, dell'acqua e del sole.

Ritenendo più efficaci i sistemi di oscuramento esterno verranno presi in considerazione questi all'interno dell'analisi dei dispositivi di protezione.

Le schermature esterne nel progetto di architettura devono assicurare l'efficienza per cinque

funzioni, quali:

- schermare il flusso luminoso dei raggi solari incidenti sulla facciata favorendo, comunque, il flusso di ventilazione alle spalle dello schermo
- schermare il flusso di raggi luminosi incidenti sulla facciata evitando fenomeni di abbagliamento all'interno degli ambienti
- assicurare una prima protezione dagli agenti atmosferici
- assicurare la possibilità di operare la manutenzione sia per gli elementi oscuranti sia per la facciata
- raccordare gli elementi murari evitando la creazione di sporgenze che possano favorire ristagni e/o penetrazioni idriche.

Oltre queste funzioni è necessario precisare che la progettazione di questi elementi di protezione devono essere pensati anche per la loro qualità architettonica in quanto spesso diventano elemento caratterizzante di intere facciate.

Queste schermature possono essere realizzate in differenti materiali a seconda della tipologia di frangisole da realizzare: cemento prefabbricato rivestito in laterizio, pannelli prefabbricati in calcestruzzo, alluminio, compensato marino, lastre di vetro, tessuti, verde, ecc.

Perché un dispositivo di protezione sia efficace è necessario che si considerino tutti quei fattori che ne permettano un corretto dimensionamento e una corretta scelta delle caratteristiche tipologiche - morfologiche.

Suddividendo questi elementi in due categorie: elementi soggettivi e oggettivi affinché si possa arrivare alla progettazione di schermature migliori per un edificio inserito in un dato contesto urbano e climatico.

I fattori oggettivi sono quei riferimenti che rimangono immutati e sono legati alle caratteristiche costruttive del progetto e ai caratteri ambientali-climatici del sito d'azione.

I fattori ambientali che si legano ad un edificio sono:

- le temperature di esercizio: la corretta rivelazione ed elaborazione di tali temperature è fondamentale non solo per la precisa definizione di sistemi di schermatura ma anche per la corretta progettazione dell'impianto di riscaldamento e raffrescamento. Di base, per progettare una schermatura appropriata è necessario conoscere la temperatura massima esterna media mensile ($T_{e\text{ massima}}$) e la temperatura massima interna alla quale si desidera mantenere gli ambienti. Quindi considerare il periodo di funzionamento di una data tipologia, sia in mesi dell'anno sia in ore durante l'arco di un'intera giornata. Così da provvedere ad una progettazione in grado di risolvere i problemi climatici delle stagioni in cui è in uso.

La residenza è il caso più complesso perché il suo funzionamento è protratto per l'intero anno e durante il giorno viene considerata l'intera giornata sia che si faccia riferimento ad un solo

individuo che ad un'intera famiglia.

Quindi per le regioni dell'Italia centro meridionale si considerano temperature di esame massime che arrivano fino ai 37 °C.

- la localizzazione geografica: individuare la latitudine ci consente di capire la durata di una stagione, l'inclinazione del sole sul suolo e come queste incidono nelle diverse facce dell'edificio nell'intera giornata.

- orientamento delle facciate: conoscere la posizione delle facciate rispetto al percorso del sole nella giornata e nell'intero anno, per capire precisamente per quanto tempo e con quale inclinazione i raggi solari colpiranno le finestre. Ci sono softwares che, dati i valori di latitudine, longitudine, orientamento e quota dell'edificio permettono di calcolare adeguatamente il carico energetico e la dimensione delle schermature.

A tal fine con il programma Ecotect sono stati analizzati i differenti modelli tipologici ai quali vengono attribuiti differenti tipologie di schermature esterne, prima senza schermatura poi con frangisole orizzontati ravvicinati, frangisole orizzontali più ampi, schermature verticali, posizionate in modo omogeneo per tutto l'edificio. Sono state eseguite verifiche di soleggiamento interno ed esterno della struttura si è partiti da un orientamento nord-sud ortogonale per poi operare per ciascuna tipologia la rotazione progressiva di 15° in 15° verso est poi verso

ovest, fino ad arrivare per ciascun orientamento a 45°, già verificato come condizione limite. Verificando, al termine delle prove, il migliorare utilizzo delle diverse tipologie di schermature fisse, con particolare riferimento all'apporto d'illuminazione naturale interna che viene garantita e verificare successivamente i carichi energetici che entrano nell'edificio modificando i dispositivi di schermatura.

I fattori sistemici sono quelli che definiscono le componenti proprie di un edificio in particolare la sua facciata (come i parametri e i valori termodinamici del sistema serramento adottato). Quindi sono fattori che diventano facilmente controllabili in fase di progettazione perché riferiti alla pianta e ai prospetti dell'edificio stesso, e sono:

- il tipo di serramento: si fa riferimento alla conoscenza del materiale utilizzato per la realizzazione del serramento e la caratteristica tipologia - morfologica dell'apertura. Quindi specifica se si fa riferimento a finestre a una sola anta, finestre a nastro, facciate strutturali.

- il tipo di vetro utilizzato: si considera il grado di trasmissione del vetro utilizzato e definito con g (fattore solare) e l'eventuale coefficiente di isolamento della vetrocamera.

I vetri generalmente possono essere composti da un vetro singolo, doppio vetro camera e triplo vetro camera.

Il triplo vetro camera ha un coefficiente di tra-

smittanza che può arrivare a valori molto performanti come 0,6 W/mqK queste alte prestazioni sono particolarmente efficaci in climi molto freddi per i quali si deve prevedere un elevato isolamento e prestazione della parete riducendo anche ogni tipo di infiltrazione che questo può generare.

Mentre nelle regioni mediterranee del centro e sud Italia questo non è così perentorio, infatti un semplice doppio vetro camera con riempimento a gas argon, consente delle buone performances dovendo questo interfacciarsi con la stagione estiva di un clima in cui le temperature massime esterne sono di circa 37°C.

Infatti l'utilizzo di un infisso con una struttura in metallo e un rivestimento in legno consente di coniugare il carattere di tenuta statica e ancoraggio diretto per la schermatura e l'elemento in legno consente una maggiore prestazione di carattere isolante nel punto più delicato di discontinuità dell'involucro edilizio, riducendo inoltre i guadagni termici dall'esterno.

- il valore di irraggiamento luminoso totale: in relazione a questo valore si è in grado di comprendere quanto il nostro schermo deve proteggere dal calore o regolare l'intensità luminosa all'interno dei locali.

Si calcola in Lux la radiazione luminosa totale e si ottiene dall'orientamento e dalla dimensione della facciata. Tale valore è la somma della luce trasmessa (TL) + la luce riflessa (RL) + la luce

assorbita dal sistema (AL)

- Il valore di energia termica irradiata, trasmessa e assorbita: l'energia totale (E_t) che irraggia il serramento è la somma dell'energia che trasmessa (E_p) + Energia Riflessa (E_r) + Energia assorbita (E_a) + energia adiata (E_k) sono valori utili in via teorica, nella pratica è utile determinare la temperatura di esercizio.

- il coefficiente di isolamento o di trasmittanza: U è il principale parametro per l'isolamento termico indica il valore che attraversa una superficie quando tra i due ambienti, interno ed esterno si ha una differenza di temperatura. Quanto minore risulta questo coefficiente tanto migliore è la prestazione del serramento o del vetro, valori che possono essere calcolati e considerati separatamente o in un unico valore.

Gli elementi soggettivi sono quei fattori che incidono su quella che è la qualità architettonica del complesso, per il quale il dispositivo di protezione solare non deve essere unicamente uno strumento che risponde ai principi essenziali-prestazionali ma si relaziona alla qualità architettonica dell'edificio. Questi fattori sono:

- Design architettonico: è la capacità di una schermatura di integrarsi alla facciata sulla quale si deve inserire, sotto il profilo funzionale e formale, azione che viene lasciata al progettista il quale ricerca il migliore carattere del dispositivo schermante affinché si ottenga un equilibrio tra i due obiettivi.

- Fruizione dei locali: in relazione alla destinazioni d'uso dei locali e ai periodi del giorno e dell'anno in cui vengono fruiti.

- Riservatezza: il dispositivo schermante diventa un filtro che permette di ridurre la possibilità di captazione visiva dall'esterno all'interno di un edificio sia che essa sia un'abitazione sia che si tratti di uffici o studi medici o strutture recettive, bagni, camere da letto, aumentando il livello di privacy di uno spazio.

Le schermature sono di tipo attivo e passivo; le prime sono quei sistemi che consentono la modulazione controllabile dei parametri di risposta alle sollecitazioni energetiche esterne e sono in grado di fornire una gamma di risposte a ciascuno dei parametri di controllo e più ampia è la gamma di risposte possibile migliore sarà la flessibilità operativa e d'impiego di queste schermature. Mentre le seconde sono quelle che vengono prese in considerazione all'interno della ricerca e fanno riferimento a quelle soluzioni che consentono di controllare l'intensità del fattore solare, l'irraggiamento, in luoghi in cui il fattore di soleggiamento rimane costante e lineare tutto l'anno.

Possiamo nella realtà affermare che il fattore di soleggiamento in termini di apporti energetici nelle regioni dell'Italia centro meridionale è molto incisivo durante l'estate ma si sono scelti dispositivi di questo tipo, perché consentendo

una corretta semplificazione del sistema “dispositivo protezione solare” attraverso di essi è possibile definire delle condizioni ottimali di captazione e protezione solare. Questo utilizzando dispositivi semplici nelle fasi di:

- progettazione,
- montaggio,
- manutenzione,
- costo di realizzazione.

Si fa riferimento alle regioni dell'Italia centrale per le quali si considera un fattore d'irraggiamento solare che porti alla progettazione di un dispositivo capace di proteggere in estate dall'incisivo irraggiamento solare e in inverno permetta di far filtrare i raggi luminosi per ottimizzare il riscaldamento degli ambienti.

Questo in prevalenza nelle aree geografiche di bassa quota, quindi le aree di costa di pianura e collina in cui la condizione estiva ed invernale in termini di incidenza energetica si equivalgono.

A tale scopo è importante capire la dimensione delle aperture, che secondo la tradizione architettonica delle regioni di studio e ancora di più delle regioni mediterranee del territorio risulta ridotta.

Infatti si considerano finestre della dimensione di 2,7*0,8 m e se ne considera almeno una per ogni stanza ipotizzata nell'ingombro delineato come cellula abitativa, rispettando il rapporto aereo illuminato di 1/8 definito dalla normativa, talvolta superandolo, in generale considerando

una superficie vetrata corrispondente a non meno del 25% della superficie opaca d'involucro.

La tipologia, il dimensionamento e il collocamento di un sistema di oscuramento solare sono direttamente correlati al tipo e alla qualità di radiazione solare diretta, diffusa o riflessa incidente sulla superficie da schermare. La componente riflessa è quella più facilmente controllabile anche attraverso l'uso di vegetazione. La componente diffusa può essere controllata da sistemi di oscuramento interni, tende interne, veneziane, o vetri speciali schermanti.

Mentre i raggi solari direttamente incidenti sui serramenti o sulle superfici vetrate in generale possono essere controllati con sistemi di schermatura esterni, in questo caso è necessario trovare un compromesso tra una garanzia di effettiva schermatura e accettabili livelli di illuminazione naturale e la possibilità della vista sull'esterno.

Più in generale nelle regioni a clima temperato e caldo umido si favorisce l'uso di sporti orizzontali verso sud per l'intercettazione dei raggi solari estivi, così come gli sporti verticali nei lati est e ovest regolabili al fine di adeguati alle esigenze invernali. Poi si consigliano anche schermature naturali come alberature, poste sui lati est e ovest al fine di garantire un'adeguata schermatura estiva dei due fronti.

Sistemi di oscuramento per serramenti

Tra le tipologie di schermature esterne, passive, esiste una nuova suddivisione in fisse e mobili. Fisse si intendono frangisole, lamelle o grigliati fissi, "bugie" fori nella parete esterna dati da sfalsamenti di piccoli elementi costituenti la parete, balconi o sporgenze. E mobili come persiane o frangisole mobili, che si possono adattare, ad esempio durante il giorno assumono una data inclinazione che consente l'ingresso della luce negli spazi interni e la protezione dall'apporto energetico, mentre durante la notte può essere completamente chiuso e quindi impedire l'ingresso della luce e aumentare la capacità termo isolante dei serramenti.

Tra i principali sistemi di oscuramento fissi e mobili troviamo; Tende da sole, tapparelle, antoni e persiane, tende alla veneziana, schermature solari fisse.

Se si considerano due tecnologie di involucro, leggero e pesante, vengono presi in considerazione tipologie di schermature coerenti con le tipologie d'involucro ipotizzate, il legno e il laterizio, ciò che verrà valutata è la loro efficacia in qualità di elementi schermanti, in virtù della loro posizione e dell'orientamento conferito all'edificio stesso.

Influenza del principio sull'efficienza energetica e sull'involucro.

Come si può desumere dalle considerazioni riportate qui sopra l'influenza di questo parametro sull'efficienza energetica dell'edificio è

sensibile.

I sistemi schermanti posizionati all'esterno di un involucro, in aderenza o lontani, come sistemi di alberature, sono quei dispositivi che durante la stagione estiva per primi intercettano il raggio luminoso e sono in grado di agire in merito alla riduzione degli apporti energetici che possono entrare all'interno degli ambienti sia attraverso le finestre che attraverso le partizioni opache. Questo comporta un maggiore equilibrio termico all'interno dell'ambiente costruito garantendo un minore innalzamento delle temperature e di conseguenza un minore dispendio di energia per il raffrescamento, ottimizzando l'effetto di sfasamento e smorzamento dell'involucro opaco al fine di ritardare il flusso di calore così ridotto. Ottimizzando anche le prestazioni delle componenti vetrate attraverso le quali verrà percepito calore solo durante il periodo invernale. Infatti controllare l'ingresso del calore in regime estivo è indispensabile e a tal fine è corretto procedere al dimensionamento di dispositivi idonei.

Risultati dei calcoli sui modelli

I modelli hanno dimostrato che al variare del dispositivo di schermature utilizzate, paragonate ai consumi rilevati sul modello di base privo di schermature:

- Data una stessa tipologia edilizia si verifica che applicando a tutte le aperture un sistema di

schermatura orizzontale si ha una diminuzione del consumo di energia per il raffrescamento pari a 1 kWh/mqa.

- Utilizzando un dispositivo schermante orizzontale a lamelle con una profondità di 20 cm e distante 20 cm dalla parete vetrata si ha una diminuzione del valore di raffrescamento pari a 2 kWh/mqa.

- Utilizzando sistemi di ombreggiamento verticali e orizzontali a cellula, la riduzione è di 3 kWh/mqa, in cui si è verificato che lo sporto orizzontale è la componente che incide maggiormente sulla riduzione dei carichi di raffrescamento

Con la rotazione del modello di 9° in 9° si verifica:

- Per ogni tipologia schermante utilizzata si registra che utilizzare sistemi di frangisole significa ridurre da un 20% da un 30% il fabbisogno per il raffrescamento estivo.

- A questo corrisponde una corrispondente riduzione dei carichi di apporti termici.

- Al fine di ridurre ad una quota così sensibile il fabbisogno di raffrescamento è necessario che nel momento in cui le pareti si trovino ruotate a 45° sud est vengano adottati sistemi a cellula o dispositivi verticali.

- La situazione di edificio ruotato è di certo esempio di un fabbisogno legato alla non possibilità di scegliere il sito in cui intervenire ma, in cui il progettista si trova nella situazione di dover ottimizzare le prestazioni del complesso edilizio in

una data area d'intervento. Parallelamente diventa una condizione di minore comfort perché in virtù del movimento solare si lascia la minore esposizione dell'edificio all'azione di raggi solari la cui l'inclinazione ha una variazione repentina durante il giorno ed in realtà non è facile da controllare.

È interessante sapere che il consumo energetico estivo di un edificio dipende dal dispositivo di schermatura per un valore medio del 25%, questo diventa un parametro importante perché fino ad ora risulta il più influente.

Parallelamente è necessario che questo venga supportato dai risultati dell'analisi di ombreggiamento che questi dispositivi sono in grado di determinare. Questo per non prendere unicamente come dato il valore di risparmio energetico, ma parallelamente anche il livello d'illuminazione interna naturale che è in grado di garantire. Solo così si può comparare quale dispositivo è realmente più efficace e definire una percentuale corretta d'incidenza sui consumi più attendibile.

Parallelamente all'analisi eseguita con Ecotet rispetto ai passaggi più significativi dell'analisi relativa ai consumi energetici, si è potuto verificare il fattore di ombreggiamento e il fattore di luce diurna medio.

il primo è il fattore della frazione di radiazione solare intercettata dallo schermo trasparente rispetto a quella totale che su di esso incide in

un dato istante.

Questo calcolo dovrebbe essere effettuato puntualmente nei momenti più critici di soleggiamento in cui i raggi solari si trovano quasi perpendicolari al dispositivo vetrato non solo nei momenti critici in cui

$1.12 / 2,7 = 0.41$ inverno 21 dicembre ore 12 – schermatura 1

$2.195 / 2.7 = 0.81$ estate 21 giugno ore 12 – schermatura 1

$0.837 / 2.7 = 0.31$ inverno 21 dicembre ore 12 – schermatura 2

$2.149 / 2.7 = 0.79$ estate 21 giugno ore 12 – schermatura 2

$0.291 / 2.7 = 0.10$ inverno 21 dicembre ore 12 – schermatura 3

$2.198 / 2.7 = 0.81$ estate 21 giugno ore 12 – schermatura 3

Questi calcoli hanno il limite di essere statici e non si possono considerare realmente i livelli di inclinazione che il sole può assumere nel movimento reale durante l'arco della giornata e sarebbe altrettanto complesso verificarli con un calcolo manuale in una rotazione del corpo rispetto il sud.

È comunque interessante verificare anche come il dispositivo dalle migliori prestazioni in termini di riduzione dei carichi energetici, sia anche quello che ha il migliore fattore di ombreggiamento.

A tale proposito per verificare l'efficacia delle

soluzioni si possono comparate le maschere di ombreggiamento generato con lo studio delle tipologie nel programma Ecotect.

È interessante a tale proposito la verifica che si è potuto fare con le maschere d'ombreggiamento ricavate nei punti significativi della superficie schermata ci dimostra

Ad esso segue il valore del fattore di luce diurna che viene garantito in quanto pari a $FLD \geq 2\%$, tale valore si considera verificato anche nel momento in cui si garantisce il rapporto di superficie aereo illuminante pari a $1/8$ e questo è verificato in quanto la superficie trasparente garantisce il limite o lo supera di un 10%.

6 VENTILAZIONE NATURALE

Sistemi passivi per il raffrescamento degli ambienti, per il controllo igrometrico e la qualità dell'aria

I sistemi di raffrescamento passivo sono delle strategie di controlli progettuali e fisico-tecnici che consentono di utilizzare le caratteristiche microclimatiche di un sito per risolvere l'esigenza progettuale del raffrescamento interno ed esterno di un edificio. Il sistema di raffrescamento si definisce passivo quando si basa sull'uso del più basso impiego di energie esogene, fruttando al massimo i flussi di vento e la pressione di aria esterna, per il raggiungimento di un più alto livello di comfort all'interno di un

ambiente.

Nel momento in cui si parla di raffrescamento passivo di un edificio significa adottare due strategie:

- Controllo termico: respingere il calore, proveniente dall'esterno, prima che raggiunga lo spazio da climatizzare o ridurre la quantità di calore prodotto all'interno di un edificio;
- Raffrescamento dissipativo o naturale: dissipare il calore in eccesso, tramite l'uso di pozzi termici naturali.

Attuare queste strategie significa utilizzare sistemi e tecniche che si differenziano in funzione: del calore, della fonte e delle modalità di trasferimento, per quanto riguarda il controllo termico; mentre per quanto attiene il raffrescamento dissipativo si fa riferimento al pozzo termico utilizzato. Per questo si può parlare di controllo solare termico, isolamento termico, inerzia termica e controllo termico interno.

Le tecniche di raffrescamento naturale principali sono quelle in funzione del pozzo termico utilizzato:

- raffrescamento microclimatico, realizzato con aria a temperatura più bassa di quella dell'ambiente da raffrescare;
- raffrescamento geotermico (passivo diretto, se avviene per contatto tra involucro e terreno, come negli edifici ipogei, o ibrido indiretto, se realizzato attraverso condotti interrati, ad aria

o ad acqua);

- raffrescamento evaporativo, basato sulla sottrazione del calore contenuto nell'aria immessa in un ambiente, tramite il passaggio della medesima a contatto con superfici umide (bacini, canali, fontane, serpentine) o getti nebulizzati (sistemi passivi diretti), o apparecchiature (sistema ibrido indiretto), che inducono l'evaporazione dell'acqua stessa;
- raffrescamento radiativo, attuato per dispersione notturna, verso il cielo sereno, del calore accumulato nelle strutture (sistema passivo diretto) o trasportato da un fluido, tramite pannelli radianti (sistema ibrido indiretto).

Per ottimizzare le potenzialità dei sistemi di raffrescamento naturale è necessario controllare i carichi termici attraverso una corretta progettazione preliminare dell'organizzazione spaziale di un edificio al fine di evitare punti ad elevata concentrazione di calore. Quindi è necessario limitare gli spazi in cui si concentrano quantità elevate e di calore a SO e a O, porre gli ambienti che non producono ma necessitano di apporti di calore invernale verso sud e l'utilizzo di sistemi di controllo tecnici che consentono il controllo del fattore energetico nel caso in cui le due strategie sopra citate non possono essere utilizzate per la loro massima efficacia.

Questo significa innanzi tutto controllare il fattore d'apporto energetico attraverso dispositivi di protezione, (come descritti del principio n. 5

sopra riportato) e successivamente agire con il corretto utilizzo dell'isolante termico e della massa termica.

- Massa termica complessiva, generalmente elevata, per qualsiasi tipo di destinazione d'uso, eventualmente riducibile in relazione all'utilizzo di materiali a cambiamento di fase

- Collocazione della massa termica prevalente
 - con superficie interna esposta - negli elementi di confine con elementi spaziali i cui si ha un'elevata produzione di calore endogeno, con preferenze per le partizioni orizzontali (solai)

- Nel caso in cui la massa termica sia collocata su chiusure esposte all'irraggiamento solare diretto, nel periodo invernale - con funzione di isolamento solare passivo (pareti ad accumulo - Muri Trombe) - si deve prevedere il completo ombreggiamento della superficie esterna nei periodi di ponziale surriscaldamento ed eventualmente la predisposizione di uno schermo isolante mobile.

Le tecniche di raffrescamento passivo si avvalgono prevalentemente delle tecniche per dissipazione che utilizzano come vettore l'aria, per questi si parla di raffrescamento passivo ventilato. Queste strategie si ordinano in funzione; del meccanismo di dissipazione utilizzato (tecnica di raffrescamento), la tecnica di ventilazione l'uso e il mezzo di movimento del fluido. Il pozzo termico utilizzato; e la tecnica di distribuzione dell'aria, in rapporto allo spazio e alla

fonte energetica adottata.

Per le zone con clima temperato (secondo la classificazione di Oligay) e mediterraneo (secondo la classificazione di Koppain) i sistemi di raffrescamento passivo più efficaci sono il raffrescamento ventilato microclimatico e quello geotermico.

Il raffrescamento ventilativo microclimatico si può articolare nelle seguenti modalità:

- Raffrescamento ventilativo corporeo (RVC) (comfort ventilation), prodotto dallo scambio convettivo tra aria e pelle, per effetto sia della differenza di temperatura, sia della velocità dell'aria.

- Raffrescamento ventilativo ambientale (RVA) (free cooling), relativo all'abbassamento della temperatura dell'aria in un ambiente confinato, per effetto dell'introduzione d'aria più fredda dall'esterno.

- Raffrescamento ventilativo strutturale (RVS) (structural cooling), prodotto dallo scambio convettivo tra le superfici delle strutture edilizie (pareti, pavimenti, soffitti, ecc.) ed aria a temperatura più bassa di quella delle superfici stesse.

Le forze attive che permettono questi tipi di raffrescamento ventilativo sono i flussi d'aria, il vento e il gradiente termico usati in modo controllato. Questo si lega all'effetto che ha il vento alla differenza di temperatura dell'aria tra am-

biente interno e ambiente esterno e l'effetto di flussi d'aria passanti la cui efficacia è legata alla presenza dei due sistemi di raffrescamento sopra descritti.

Se si considerano gli spazi abitativi, per ottimizzare l'uso dei flussi d'aria è necessario controllare i caratteri di distribuzione e orientamento degli elementi spaziali perimetrali e le caratteristiche di dimensioni geometriche e funzionali delle chiusure opache e trasparenti.

Le classi di sistema di ventilazioni naturali si classificano in dirette e indirette :

- Sistema di raffrescamento diretti si a per mezzo di interazione/alterazione diretta sulle condizioni dell'aria interna, in cui il flusso dell'aria entra ed esce sulle pareti di uno stesso ambiente (ventilazione, immissione aria raffreddata, umidificazione adiabatica).

1 Sistemi di raffrescamento diretti

Per l'efficacia di questi sistemi di raffrescamento si deve considerare la disposizione degli elementi spaziali, quali spazi abitati vani di distribuzione verticale e orizzontale spazi comuni come patii cortili e le caratteristiche degli elementi tecnici riferite alle partizioni verticali interne, permeabili all'aria o con massa esposta e le chiusure trasparenti.

1.1 Sistemi per la ventilazione trasversale di tipo orizzontale.

Questo si ha per mezzo della distribuzione orizzontale o verticali degli spazi. I requisiti degli

elementi spaziali per l'ottimizzazione di una ventilazione trasversale si lega alla distribuzione orizzontale degli spazi per la quale si cerca di ottimizzare un più fluido movimento dei venti orizzontale, in cui si deve evitare per quanto possibile l'interposizione di ostacoli (pareti, arredi, ecc...) affinché i flussi attraversino gli spazi abitati senza rallentare la loro velocità. Utilizzabile in particolare in edifici residenziali in cui si considerano alloggi con due affacci su punti cardinali opposti ordinati per l'acquisizione di questi flussi, in cui la zona di soggiorno si dovrebbe collocare nella zona sopravento.

A tale riguardo è importante che per massimizzare il raffrescamento all'interno di un ambiente utilizzando solo l'aria derivante dai flussi di vento esterni, le finestre non si collochino sulla stessa parete, perché così facendo non si genera quella differenza di temperatura che innesca il movimento di aria. Per ciò che riguarda la localizzazione orizzontale questa influenza la ventilazione passante generata dal vento e deve essere rapportata alla direzione dello stesso. E se si desidera collocarle verticalmente il movimento dell'aria è influenzato dal gradiente termico.

- Localizzazione orizzontale. Presupponendo che i flussi d'aria sono ortogonali alla maggiore lunghezza dell'edificio, per ottimizzare l'acquisizione di questi è corretto inserire nella parete sopra vento le aperture d'ingresso ai flussi. In

corrispondenza quelle d'uscita non dovranno collocarsi simmetricamente sulla parete opposta, ma porsi in posizione non perfettamente ortogonale, producendo così una ventilazione efficace. Ancora più efficace sarebbe porre l'edificio o avere flussi d'aria che incidono a 45° per i quali avendo aperture d'ingresso sovrapposte, si ritrovano efficaci aperture d'uscita su tutto lo sviluppo del perimetro dell'ambiente delimitato.

- Sistemi di ventilazione verticali che sfruttano il principio di torri/camini del vento

- Localizzazione delle aperture verticali. Collocare a differente altezza le finestre d'ingresso e di uscita di un flusso ne provocano un cambiamento di direzione per tali ragioni è bene collocarle ad altezza uomo se l'obiettivo è quello di garantire un comfort corporeo per l'utente, altrimenti se si desidera raffrescare la massa muraria è bene posizionare le aperture d'ingresso vicino alla massa stessa, quindi o prossima al soffitto o al solaio. In questo ultimo caso il requisito sopra esposto non è obbligatorio si può prevedere anche l'utilizzo dell'effetto camino per il quale la forza d'estrazione dell'aria deriva dalla differenza di pressione e dalla posizione di uscita del flusso.

Valutando modelli di schematizzazione di alcuni casi in cui il flusso d'aria passante verticalmente e i suoi consequenziali movimenti in funzione del posizionamento delle aperture per

il quale si ottiene un'efficace risultato di raffrescamento, in una scelta correlata alle esigenze degli ambienti. Il sistema Bernulli-Venturi utilizza i due principi insieme generando una zona di depressione, inducendo l'aumento dell'effetto di suzione del flusso.

E' corretto inoltre utilizzare finestre piccole per l'ingresso dei flussi e finestre più grandi per la loro fuoriuscita così da innescare un aumento di velocità del flusso stesso nel limite delle esigenze di raffrescamento e comfort dell'ambiente che viene attraversato. Si utilizzano anche aperture in copertura sfruttando i flussi d'aria ascendenti e discendenti.

Questi sono applicabili a edifici residenziali a complessi di edifici anche di tipo direzionali multipiano.

- Sistemi a flussi d'aria discendenti che riprendono tipologie e spazi all'interno degli ambienti che per effetto del fenomeno fisico che si sceglie utilizzare sono simulabili al:

Malqaf strategia per climi caldo secchi. Costituita da una torre del vento che svolge una funzione della captazione dei venti dominanti per questo generalmente situata in punto strategico rispetto agli ambienti circostanti.

- Malqaf Iraq; Dimensioni contenute generalmente direzionato a nord rispetto i quali spirano le brezze dominanti. E' una torre che si sviluppa per tutta l'altezza dell'edificio e con apertura in tutti i piani dell'edificio anche quello interrato,

che sfrutta l'inerzia termica del terreno per arrivare ad abbassare la temperatura. Genera aria anche in assenza di vento.

- Malqaf Egitto; Una torre del vento più o meno elevata e dotata di una sola apertura rispetto ai venti dominanti. La torre ha una copertura lineare inclinata con un angolo variabile dai 30° ai 45°. Alcune soluzioni prevedono una botola che, aperta, consente il passaggio dell'aria e chiusa protegge dall'immissione di elementi intrusivi protegge gli ambienti dalla sabbia, un problema diffuso nelle zone desertiche. Genera aria anche in assenza di vento.

- Sistemi a flussi d'aria ascensionale che ricalcano morfologicamente i dispositivi Qa'a d'Egitto o quelli a doppio condotto iraniano, anch'esse strategie per i climi caldi secchi. Efficace in luoghi con tessuti edilizi molto densi, implica un rallentamento dei flussi d'aria all'esterno rendendo inefficace la ventilazione assicurata dalle superfici finestrate (che sono di superficie ridotta). Il meccanismo di ventilazione si instaura tra i diversi ambienti e tra esterno ed interno. Sfrutta l'effetto di incanalare dal basso aria rinfrescata, che passando in una serie non troppo articolata di spazi si carica del calore degli ambienti interni salendo poi nel camino portando con sé il calore in eccesso.

E' idoneo nei luoghi in cui non si riesce a costruire un sistema di aperture ordinate che ot-

timizzano la captazione del vento in particolare ai primi piani fuori terra, anche nel caso in cui i tessuti sono densi e pochi gli affacci possibili.

Ad esso seguono i dispositivi ad atrio o a vano scala, in cui viene utilizzata l'elevata altezza dei piani e gli spazi di servizio come canale recettivo dei flussi, considerando che le aperture di captazione dei venti freschi avviene attraverso aperture che si collocano nel basso o negli spazi direttamente connessi al vano ascendente dell'aria anche sugli altri piani dell'edificio, così l'aria calda esce da aperture poste in copertura.

E' un ambiente complesso articolato in una serie di spazi che si intersecano, (all'interno dei quali si svolge la vita sociale delle famiglie). Nella sua complessità si integra con l'uso di altri sistemi come il malqaf e iwanat. E' un sistema di ventilazione naturale di derivazione turca, costituito da una serie di ambienti, diffuso in tessuti edilizi molto densi, che l'aria catturata dal malqaf o che entra dalle aperture ai livelli più bassi, viene incanalata prima nell'iwanat, e una volta giunta nel qa'a vero e proprio, tende a salire,

- Sistema a funzionamento misto (con flusso d'aria ascendente/discendente).

Badgir strategia per climi caldi secchi: sistema di captazione multi direzionale del vento, che svolge una duplice funzione: catturare l'aria dall'ambiente esterno e quella di abbassarne la temperatura, sfruttando la massa della strut-

tura, dotata di elevata inerzia termica, che trasforma il sistema in volano termico.

In ciascuno di questi casi è importante controllare i requisiti delle aperture interne ed esterne, la loro configurazione, il dimensionamento e la posizione (anche il tipo di chiusura e la modalità di apertura, che qui non sono presi in esame). Nello studio sono state considerate semplici aperture finestrate ad anta unica sulla quale è predisposto un sistema di schermatura orizzontale.

7 SPAZI A DIFFERENTI TEMPERATURE

Si considerano spazi a differenti temperature quegli spazi che si distinguono dall'edificio perché luoghi "non riscaldati". Questi si dividono in spazi interni o esterni.

- Serre solari separate dallo spazio abitato,
- Spazi in ombra esterni (gazebo-spazi con pareti filtranti tipo gelosie). Si intendono quegli spazi protetti da involucri composti da elementi che lasciano filtrare la luce. All'interno dei patii si possono ipotizzare prolungamenti di rivestimenti o corpi esterni che delimitano luoghi d'ombra. Spazi esterni delimitati da un involucro schermante all'interno del quale si crea un ambiente con temperature inferiori a quelle esterne in virtù dei luoghi d'ombra che si determinano. Il sistema di frangisole che compone il tessuto protettivo protegge dai guadagni solari per determinare spazi d'ombra raffrescati.

- Logge e porticati. Sono conosciuti per il loro ruolo di spazi d'ombra e si collocano spesso all'esterno di un edificio, ricavati dallo stesso volume che li racchiude, per lo più dell'altezza di un piano. Prospicienti a vie o stretti percorsi pedonali diventano luoghi in cui si incanalano brezze fresche, che durante l'estate godono di temperature più basse essendo in continua condizione d'ombra. Le logge interpretate con portico sono i luoghi che circondano i grandi patii all'interno delle abitazioni, come ci mostra la tradizione più antica della Domus romana con portico. Questi diventano spazi filtro nei quali il livello di raffrescamento generato all'interno dell'ambiente del patio viene poi ripartito nei differenti ambienti che li circondano, attraverso le aperture localizzate, al fine di favorire l'ingresso di queste brezze. Il loro sviluppo tutt'intorno alla zona del patio o solo nelle zone non irraggiate consente di avere sempre zone ombreggiate con più basso livello di temperatura, durante i diversi momenti della giornata dei periodi maggiore soleggiamento.

Più in generale si può parlare di ambienti protetti in continuità con l'edificio ma che rispetto al complesso edilizio si pongono come elementi ricavati all'interno o affiancati ad essi.

Le differenti tipologie di patio, che possiamo considerare anche come strategie di raffrescamento passivo naturale, si possono articolare in tre tipologie (questi esempi considerati si de-

scrivono perché considerati più coerenti con le caratteristiche climatiche delle aree oggetto di studio):

- Patii interni ad una abitazione, verdi o pavimentati.

La presenza del patio come caratteristica della tipologia abitativa conferisce a questa la presenza di una zona capace di sfruttare sistemi di ventilazione efficaci utilizzando i flussi d'aria per convezione.

Nelle zone dell'Italia centrale, durante le ore serali del periodo estivo, le temperature tendono ad abbassarsi, dopo la fase d'irraggiamento delle ore diurne, si nota che il calore e i raggi infrarossi tendono a deviare verso il suolo. Quindi l'aria calda del patio, che viene riscaldata direttamente dal sole durante il giorno, alla sera tende a salire e durante la notte viene sostituita dall'aria fresca, che si stratifica verso il basso e raffresca gli ambienti confinanti con il patio, mantenendo la medesima temperatura fino alla mattina successiva.

Il patio sfrutta l'effetto d'ombra che si viene a creare su di esso per effetto della posizione dei volumi costruiti che lo circondano, riuscendo a rimanere a temperature più ridotte fino a quando il sole non investe direttamente con i suoi raggi solari lo spazio.

Comunque, generalmente, i flussi di aria calda non entrano ma provocano vortici d'aria interni, lasciando questo luogo come una riserva di aria

fresca.

Inoltre i flussi d'aria calda tendono a salire per effetto di moti ascensionali, infatti, a mano a mano che l'aria calda sale e si accumula su una massa, come il terreno, questa verrà sostituita dall'aria fredda. E se sotto una massa d'aria calda si ha una fonte che in maniera costante emette calore ne deriva un flusso d'aria costante (effetto dei moti convettivi notturni, con il rilascio del calore dal terreno del patio che funge da accumulatore termico vista la sua elevata massa; tanto maggiore è l'irraggiamento che colpisce il terreno tanto maggiore saranno le correnti ascensionali che si genereranno).

I fenomeni convettivi di una casa a patio non sono fortemente dinamici ma risultano equilibrati rispetto alle esigenze di raffrescamento che gli spazi abitati richiedono.

Il patio è una delle più antiche strategie di raffrescamento e attualmente, anche in termini architettonici, è diventato un riferimento tipologico reinterpretato in funzione delle esigenze di raffrescamento dei differenti siti presi in considerazione. Al fine di garantire gli equilibri microclimatici dell'abitazione nelle regioni in cui il fenomeno estivo è particolarmente incidente, può diventare un unico luogo su cui far affacciare le aperture dell'abitazione, limitandone l'inserimento nelle pareti più esterne.

Le tipologie a patio, oltre a presentare elementi di accumulo quali il terreno e avendo come in-

terfaccia verticale l'involucro edilizio confinate con l'ambiente interno, Quindi l'effetto d'ombra non si determina solamente per la sovrapposizione di parti costruite e abitate ma anche composte da "muri" che definiscono il limite tipologico.

Attraverso un semplice rilievo metrico della ricostruzione della Domus romana (casa del Chirurgo illustrata nel 2° capitolo) si è potuto calcolare il valore S/V di questa che risulta 0,55. Confrontato con quello di un dammuso di tipologia base con patio di dimensioni inferiori, si è riscontrato un valore di rapporto di forma superiore, quindi è possibile affermare che maggiore è la dimensione del patio minore è il rapporto di forma.

- Patii ipogei. I patii ipogei sfruttano per la loro collocazione, ancora in maniera più consistente, l'effetto di massa termica dato dal terreno che diventa luogo di contenimento parziale dell'edificio e per i restanti lati massa di accumulo e protezione dall'irraggiamento solare esterno. Vale quanto detto sopra per le tipologie a patio semplici, per ciò che riguarda lo sfruttamento dei flussi d'aria generati, che in questo caso diventano maggiori in virtù della più elevata superficie captante. Inoltre tutte le superfici degli ambienti riscaldati, adiacenti alla superficie del terreno, godono di un mantenimento delle temperature di comfort, in quanto il terreno a contatto con queste porzioni d'involucro funge

da isolante. L'aria fresca che si genera e si accumula, può essere immessa all'interno degli ambienti caldi interni all'abitazione, che attraverso modi ascensionali, per effetto camino o di correnti trasversali (in prossimità dello stesso livello dell'abitazione) rimuovono l'aria calda all'interno degli ambienti, con l'aiuto anche di tipologie che assumono conformazioni tipologiche di camini ventilanti.

L'efficacia nell'uso di una tipologia di spazio a differente temperatura è dimostrata dall'analisi in regime dinamico di una tipologia abitativa preposta, che ci mostra come la presenza di un patio interrato sia in grado di diminuire l'uso di energia per il raffrescamento in una quantità pari alla metà di quella che normalmente si dovrebbe utilizzare, passando da un consumo di 12 kWh/mqa per il raffrescamento a 20 kWh/mqa senza il patio ipogeo la cui dimensione planimetrica è uguale a quella della tipologia in esame (in cui la parte costruita si sviluppa su quattro piani di cui tre fuori terra).

- Vicoli, sono gli spazi di passaggio tra un edificio e l'altro, luoghi di percorrenza che si caratterizzano per le più basse temperature che riescono a garantire durante il clima estivo. La loro conformazione strategica, caratterizza gli insediamenti urbani più antichi e compatti, favorisce la formazione di luoghi comuni che sfruttano i principi della tipologia a corte. La loro presenza è molto importante, nella programmazione di

un piano urbano complesso o di piccole dimensioni come un insediamento, con l'obiettivo di ridurre l'incidenza della radiazione solare estiva e l'acquisizione di elevati carichi di irraggiamento termico. Lo studio delle ombre consente di definire i luoghi di passaggio e di percorrenza carrabile e pedonale per raggiungere i diversi edifici, la cui dimensione consente che ad una qualsiasi posizione del sole risultino sempre in ombra, al fine di proteggerli dal diretto soleggiamento e dell'azione dei carichi termici.

Infatti, i progetti per le aree urbane dei centri storici dell'Italia centrale, così come quelli per le località caratterizzate da clima caldo-umido, hanno vicoli stretti e sono composti con tipologie architettoniche provviste di ampi patii.

Le strade strette assolvono la stessa funzione del patio, impediscono che l'aria fresca depositata durante la notte venga dispersa dalla prima folata di vento, come avviene negli insediamenti urbani progettati su ampie griglie e caratterizzati da grandi viali.

Concentrare gli insediamenti quindi diventa un'ottima strategia per la riduzione dei venti che agiscono sul un nucleo urbano.

- **Aree alberate.** La presenza di essenze arboree in prossimità degli ambienti costruiti determina un naturale equilibrio del microclima esterno dello spazio naturale, sono luoghi che, in continuità con edifici occupati, possono riequilibrare le caratteristiche di temperatura e i microclimi

prossimi alla superficie esterna dell'involucro edilizio, influenzando anche l'equilibrio del comfort interno degli ambienti.

- Le superfici vegetali rispetto a qualsiasi altra superficie hanno una bassa conduttività termica ed è bassa la componente riflessa dei raggi solari che incidono sulle foglie, le quali hanno un'elevata capacità d'assorbimento; risulta elevato il tasso di evaporazione dell'acqua piovana e la capacità di assorbimento di energia cinetica del vento, la protezione dal soleggiamento incidente sulle foglie consente di comporre un filtro estivo.

La presenza di piante in prossimità di un ambiente costruito diventa favorevole in virtù del fenomeno di evapo-traspirazione che le foglie sono in grado di attuare. Questo infatti regola il raffrescamento delle foglie e dell'aria che viene a contatto con esse, determinando un aumento dell'umidità nell'aria. Quindi più elevata è la massa verde prossima o componente dell'involucro edilizio, maggiore è il livello di raffrescamento che si è in grado di raggiungere nel microclima circostante e sul componente involucro stesso, riducendo anche il livello di umidità.

La tipologia vegetativa è in grado di soddisfare l'equilibrio microclimatico, lavorando sui fattori temperatura e umidità, per questo è una soluzione molto valida in climi caldi, secchi e temperati.

La loro efficacia in qualità di schermatura solare si ha nel momento in cui si considerano essenze arboree caduciforme, le quali durante la stagione estiva hanno un'ampia chioma che, se le alberature sono posizionate verso sud, diventa un'ottima barriera filtrante, riducendo dal 55% al 65% la radiazione solare trasmessa. Nel periodo invernale la stessa essenza perderà la chioma, permettendo il passaggio della radiazione solare ottimizzando l'apporto luminoso ed energetico sull'edificio.

Nel caso estivo si genera un effetto di raffrescamento dato dalla zona d'ombra che si viene a creare e diventa efficace come strategia rispetto alle latitudini dell'Italia centrale, in cui la posizione del sole risulta inclinata ad un'angolazione che favorisce la formazione di momenti d'ombra prolungati ed efficaci, visto che per queste aree geografiche, il momento di surriscaldamento durante la stagione estiva va oltre il mezzogiorno.

Le stesse essenze arboree sono un'efficace barriera protettiva verso i flussi di vento, infatti ne riducono sensibilmente la velocità, questo proporzionalmente alle caratteristiche delle piantumazioni (alberi, siepi, ecc.) quali altezza, forma, profondità, ecc. L'abbattimento della velocità del vento è data anche dal loro livello di porosità.

E' importante precisare che in regime estivo come questo elemento naturale genera un ele-

vato livello di raffrescamento perché diventa barriera ai venti caldi e viceversa nella stagione fresca determina l'aumento delle temperature nel microclima circostante.

- Specchi d'acqua o cisterne. La presenza di bacini d'acqua in prossimità delle abitazioni è in grado di modificare il microclima intorno ad esse. Se si considera in particolare il clima mediterraneo, la presenza di cisterne o piccoli specchi d'acqua determina una mitigazione termica per raffrescamento, nei periodi surriscaldati, che si verifica per mezzo dell'evaporazione dell'acqua stessa, nel momento in cui l'acqua viene a contatto con le masse d'aria calda che ne lambiscono la superficie.

Questo determina una mitigazione termica, grazie all'attenuazione delle escursioni termiche giornaliere e stagionali delle masse d'aria che si trovano sopra i bacini d'acqua, con un'efficienza maggiore di quella generata dal contatto con il terreno, effetto che si ha sia durante la stagione estiva che invernale.

Parallelamente si ottengono una differenza di densità e pressione, date da un abbassamento delle temperature generate dal contatto tra aria e acqua e terreno, che riducono i moti convettivi orizzontali e gli spostamenti verticali delle stesse masse d'aria. Questo determina uno sfalsamento temporale delle dinamiche di scambio termico tra atmosfera e l'acqua e terreno. Que-

sto in clima temperato non implica un aumento dell'umidità relativa, anzi per effetto dei moti convettivi dell'aria, tende a scendere.

Se le aree in cui sono collocati gli organismi edilizi si trovano in prossimità della costa di mare o lago, possono beneficiare delle brezze costiere generate da gradienti termici dati dalle variazioni di pressione giornaliera e che comportano variazioni di temperatura e quindi di densità dell'aria, che si ottengono grazie ad uno scambio tra acqua e terreno. Queste sono date dalla differenza di capacità termiche tra il bacino d'acqua e il terreno, infatti queste si muovono nel momento in cui le temperature della terra aumentano e si ottiene un differenziale di pressione che decresce durante la notte determinando una diminuzione della velocità del vento e l'inversione del flusso. La brezza può avere notevoli differenze in termini di velocità, quelle di mare arrivano anche fino a 10 m/s, mentre quelle di terra notturne fino ai 2 m/s.

Questo diventa un fenomeno interessante se si ipotizza la presenza di un bacino marino o di un lago in prossimità di insediamenti abitativi in quanto essi determinano un incisivo effetto di riequilibrio del microclima, favorendo un abbassamento di temperature e umidità dell'aria nei periodi di maggiore surriscaldamento estivo, stagionale o giornaliero e attraverso i moti dell'aria garantiscono un raffrescamento degli spazi esterni all'involucro edilizio determinan-

do una riduzione dei carichi di soleggiamento. Negli ambienti interni invece, la permeabilità a questi flussi d'aria, consente una diminuzione delle temperature fino a 3°-4°C, ottimizzando le condizioni di benessere termoigrometrico interne. Come descritto nel capitolo 2°, gli insediamenti si andavano a sviluppare proprio nelle zone di costa così da ottimizzare le capacità di raffrescamento date dai flussi di venti mitigati dalle grandi masse d'acqua.

Influenza che non risulta così elevata nel caso di piccoli volumi d'acqua in prossimità di spazi abitativi.

Ma il privilegio di poter costruire in prossimità di aree costiere oggi non è più così frequente, per questo si può consigliare nel progetto di piccoli piani particolareggiati di considerare oltre alla creazione di zone verdi anche quella di "piazze" o elementi che garantiscano la presenza e lo scorrere di corsi d'acqua così da favorire per piccole porzioni di aree un effetto di mitigazione climatica localizzata. O ancora l'utilizzo di contenitori d'acqua all'interno dello spazio del patio in modo da ridurre il livello di umidità che in esso si può raggiungere (come insegna la più antica tradizione araba nei climi caldo-secchi).

*I
nfluenza del principio sull'efficienza energetica e sull'involucro*

Il ruolo di ciascuna strategia di spazi a differenza temperatura diventa rilevante al fine dell'effi-

cienza energetica dell'edificio quest'ultimi infatti, determinano una regolazione del microclima in prossimità del sistema edificio, favorendo la diminuzione dei consumi energetici in regime estivo indotti dall'esigenza di raffrescamento.

Gli effetti indotti dalle strategie di evaporazione, massa termica (di liquidi o terreno) e moti convettivi che vengono innescati da questi sistemi, risultano essere semplici accorgimenti morfologici o strategie di articolazione di elementi naturali che determinano soluzioni tipologiche, capaci di ridurre sensibilmente i carichi termici sull'involucro.

Ciascuno di questi principi è efficace prevalentemente in regime estivo infatti, in ogni caso si cerca di provvedere a:

- la riduzione dei carichi di riscaldamento;
- l'ombreggiamento delle zone a più alto grado di soleggiamento;

Favorendo quindi:

- La diminuzione delle temperature esterne e consequenzialmente quelle degli ambienti interni
- L'abbassamento dei livelli di umidità in prossimità delle superfici esterne dell'edificio
- Il controllo degli apporti di ventilazione, dai flussi d'aria esterni

E' da considerare inoltre che rapportando le strategie descritte con le tre tipologie prese in esame si riscontra una proporzionalità tra le dimensioni delle stesse e l'efficacia dei sistemi

scelti, essendo l'altezza complessiva dell'edificio pari a 9,7 ml, una dimensione che si relaziona coerentemente con il livello di efficacia, raggio d'azione ottimale delle strategie di controllo climatico analizzate.

Importanza del principio sul regime estivo

L'utilizzo di queste strategie ci dimostra ancora una volta come la compattezza dell'edificio risulti poco influente in regime estivo, lasciando spazio a soluzioni più articolate capaci di creare spazi ombreggiati e quindi differenze di temperatura. Anche le grandi aperture aiutano a favorire la ventilazione, elementi sporgenti come volumi aggettanti, pensiline o coperture proteggono dal sole porzioni di facciata e spazi aperti ristretti limitano la radiazione solare.

Risultati dei calcoli sui modelli

Si è potuto verificare come la presenza di un sistema di patio sia in grado di ridurre sensibilmente gli apporti di consumi per il raffrescamento. Se per ciascuna tipologia abitativa, utilizzando la strategia di patio interrato, si ottengono carichi di consumi per il raffrescamento pari a circa pari a 12kWh/mqa, senza patio si ottengono consumi per il raffrescamento sensibilmente superiori, maggiori di un terzo rispetto a quelli di riferimento. Questo perchè la conformazione dell'edificio permette l'acquisizione dei flussi d'aria dal patio immettendolo poi negli

ambienti interni.

8 STRATEGIE PASSIVE D'INVOLUCRO

Vengono solitamente definite “strategie di involucro passivo” quelle configurazioni che consentono la captazione di una parte dell'energia solare radiante che giunge a contatto della superficie esterna dell'involucro. Sono sistemi capaci di massimizzare quelli che sono gli apporti energetici gratuiti, sfruttando questa energia, convertita in calore, che viene immagazzinata e ridistribuita negli spazi interni, senza l'impiego di sistemi meccanizzati o che prevedano lo sfruttamento di altre energie.

Passivo non significa soltanto il subire passivamente gli stimoli esterni, ma è anche capacità di entrare in relazione con le caratteristiche climatiche dell'area oggetto di studio, senza lasciare il controllo del comfort interno ai soli strumenti impiantistici.

Vengono impiegati al contrario dei meccanismi naturali, che a volte possono comunque richiedere componenti e tecnologie sofisticate, ma che sono in grado di limitare il consumo di energia virando verso un impiego delle energie rinnovabili e disponibili a livello locale. Si tenta cioè di utilizzare in modo positivo le caratteristiche e le potenzialità dell'ambiente, instaurando delle efficaci dinamiche di interazione.

La prima tipologia di sistema passivo è la più immediata e di semplice comprensione. Si

tratta del sistema a guadagno diretto in cui la radiazione solare, penetrando attraverso le superfici trasparenti all'interno dei locali, viene accumulata e conservata negli elementi tecnologici (pavimento e pareti) grazie alla loro capacità termica. Per operare queste valutazioni, a fianco della capacità di accumulo della massa termica, va presa in considerazione anche la capacità di ritardo termico, definita come la possibilità di utilizzare al momento necessario, il calore immagazzinato, in modo che l'energia termica disponibile venga ceduta per convezione all'aria dell'ambiente interno e in modo che la massa di accumulo trasmetta per irraggiamento questo calore alle altre pareti.

Per avere un buon guadagno diretto è necessario che l'apertura attraverso cui il calore passa all'interno dell'edificio sia dimensionata e orientata in maniera oculata, tale da consentire nel periodo invernale un guadagno termico superiore delle dispersioni. Guadagno che andrà controllato, specialmente nella stagione più calda per evitare fenomeni di surriscaldamento e di discomfort.

Nei casi in cui sia predominante l'incidenza energetica per i consumi invernali, potrà essere presa in considerazione la progettazione di elementi captanti, rivolte prettamente a sud, come ad esempio facciate captanti con doppi vetri, serre solari, ecc., con l'obiettivo di immagazzinare calore, consentendo il raggiungimento del

comfort interno in tempi abbastanza rapidi e mantenendo tali condizioni per il tempo necessario, in rapporto alla disponibilità di energia solare.

Nelle regioni del centro Italia i sistemi a guadagno diretto dovranno essere opportunamente schermati e funzioneranno per il guadagno termico solo nei mesi più freschi dell'anno. Mentre nelle regioni meridionali, si dovranno ridurre al minimo di normativa per quanto riguarda le superfici finestrate captanti, affinché si riduca sensibilmente il veicolo diretto di acquisizione di calore.

1.1.A Sistemi a superfici vetrate captanti e massa termica interna all'ambiente

- Sistemi con disposizione verticale

Si riferisce a semplici dispositivi di superfici vetrate di finestre, collocate prevalentemente sull'involucro verticale. sole > superficie trasparente > massa.

- Sistemi con disposizione a sky-light

- Sistemi con disposizione a Clerestory

Sistema di captazione solare diretto che sfrutta la presenza di una superficie vetrata orientata verticalmente, collocata in copertura e interposta come raccordo, agli estremi, delle due falde di copertura con differenti inclinazioni. Il sistema si può definire sole > superficie trasparente > massa.

Tale dispositivo se apribile può essere utilizzato come sistema passivo per il raffrescamento.

- Sistemi con superfici captanti diffondenti
Vi è la possibilità, soprattutto in realtà in cui sia necessario un maggiore controllo dell'irraggiamento durante il periodo estivo, di adottare un sistema integrato in cui il sistema di captazione diretta possa essere interfacciato con dei componenti schermanti trasparenti. La quantità di calore in entrata non subisce grandi abbassamenti e viene inoltre garantita una buona visuale verso l'esterno. Queste componenti trasparenti sono composte da materiali innovativi, che grazie a particolari caratteristiche fisico-tecniche, possono essere trasparenti alla radiazione luminosa ma essere allo stesso tempo per una certa misura opachi alla radiazione solare diretta. Sono cioè materiali a comportamento selettivo che danno cioè una differente risposta al sollecitamento del raggio solare (che viene bloccato o lasciato filtrare) a seconda del suo angolo di impatto. Tra questi isolanti selettivi ricordiamo i vetri e le superfici prismatiche, i vetri a pellicola olografica, gli aerogels e i TIM (transparent insulation materials). Le superfici prismatiche vengono impiegate per la realizzazione di superfici "captanti diffondenti" e offrono un vero controllo della radiazione solare, potendo infatti bloccarla e ridirezionarla evitando un eccessivo apporto solare gratuito senza però inficiare sui livelli di luminosità naturale riscontrabili all'inter-

no dei locali. Vengono impiegate per la realizzazione di superfici "captanti diffondenti". Queste superfici speciali sono ovviamente trasparenti, sono realizzate con lastre di resine acriliche con una faccia piana e l'opposta a prismi e possono presentare diverse configurazioni. I pannelli possono essere fissi oppure mobili, con possibilità di ruotare (per mezzo di sistemi manuali o motorizzati) attorno ad un asse orizzontale in funzione della luminosità interna e della capacità captante desiderata.

sole > superficie trasparente-diffondente > massa.

1.1B Abbiamo inoltre sistemi con copertura e/o involucro a membrana.

1.2 Sistemi a guadagno indiretto

I sistemi a guadagno indiretto, operano la captazione dell'energia solare attraverso apposite superfici vetrate captanti dietro cui è posizionato un elemento di accumulo, solitamente una parete (solar wall), in cui viene immagazzinata l'energia termica e lasciata diffondersi per irraggiamento all'interno del locale.

L'ambiente interno non può però trovarsi a diretto contatto con le elevate temperature del muro solare, altrimenti verrebbe a realizzarsi una condizione di discomfort e verrebbe vanificata la vera natura di questo sistema captante.

In questo caso potrebbero venire inoltre a mancare le condizioni per un uso in sicurezza del locale poiché il muro solare sviluppa un calore

consistente, grazie anche al posizionamento di una intercapedine di circa 10 cm posta tra di esso e la superficie trasparente di accumulo esposta a sud che permette la produzione in questo piccolo spazio di un effetto serra che innalza ulteriormente la temperatura, in piccola intercapedine le temperature possono arrivare anche a 50°C-60°C. Occorre dunque necessariamente prevedere un sistema che consenta al muro di irraggiare verso l'ambiente ma che ne impedisca il contatto diretto.

1. Radiazione solare incidente, 2. Superficie trasparente di captazione, 3. Intercapedine (5-10 cm), 4. Massa di accumulo (muro solare), 5. Irraggiamento del flusso termico

Questi sistemi a guadagno indiretto si articolano in due metodi di applicazione principali:

A. Sistemi a muro solare pieno

B. Sistemi a "muro di Trombe"

1.2.A Sistemi a muro solare

Sistemi a muro solare pieno

Nei sistemi a muro solare pieno la massa di accumulo è appunto costituita da una parete piena, che trasmette per irraggiamento agli spazi adiacenti il calore immagazzinato, con l'aggiunta di una piccola quantità di calore scambiata per convezione dai flussi d'aria che sfiorano la parete.

Questo è un sistema adatto maggiormente ai climi freddi, poiché non sono necessarie aperture sulla superficie massiva o su quella vetra-

ta, per cui anche nel periodo estivo si andrebbero a misurare delle temperature molto elevate non potendo agire su una regolamentazione dell'evaporazione.

Essendo un sistema di stivaggio del calore, più il muro sarà spesso e più alta sarà la conduttività del materiale impiegato per la sua costruzione, più alto sarà il suo rendimento. Una componente importante in questo caso, per l'incidenza del fattore solare è anche la finitura cromatica dell'elemento.

1.2.B Sistema a muro Trombe

Il secondo sistema a guadagno solare indiretto è soprannominato "muro di Trombe", è costituito cioè da una parete pesante, con una finitura esterna di colore scuro, separata anche in questo dalla superficie captante trasparente da una intercapedine. In questo caso la parete è dotata di aperture poste sul lato alto e basso: l'aria fredda, più pesante, entra dalla bocchetta posta verso il basso, acquista temperatura per poi uscire più leggera dall'apertura in alto e andare a riscaldare l'ambiente. Grazie allo sfasamento e allo smorzamento propri della massa termica del sistema tecnologico di accumulo, il moto dell'aria avviene nelle ore diurne e il flusso di calore raggiunge la parete con alcune ore di ritardo, nelle ore notturne. Comportamento invernale durante il giorno e la notte.

Nella stagione estiva il muro di Trombe può essere impiegato come camino solare per raffre-

scare anziché scaldare la parete massiva. Per rendere ciò possibile, è opportuno prevedere aperture sulla superficie vetrata per produrre un moto convettivo "inverso" rispetto alle dinamiche invernali.

La notte e nelle giornate con cielo coperto è quindi possibile operare un raffrescamento, durante i giorni soleggiati va previsto invece un sistema di schermatura esterno per limitare i guadagni solari. A questo pro è possibile impiegare lastre di vetro ad elevata resistenza termica o applicare sulla superficie esterna della parete una vernice selettiva assorbente e bassoemissiva. Comportamento estivo durante il giorno e la notte.

1.2.C Sistemi a copertura solare (roof pond)

Il sistema a copertura solare, consente di non utilizzare sistemi captanti esposti a sud, ma di utilizzare appunto la copertura.

Il corpo massivo di accumulo è costituito dalla struttura metallica del solaio mentre per captare i raggi solari, vengo solitamente utilizzata l'acqua, chiusa in cisterne o in appositi sacchi di plastica posati direttamente sulla copertura. Per controllare un corretto apporto di guadagni solari e utilizzare il sistema sia per il riscaldamento che per il raffrescamento, è necessario un sistema di isolamento mobile.

Data la particolarità tecnica del sistema, questo risulta difficilmente applicabile ad edifici multipiano, poiché è l'ambiente immediatamente

sottostante alla copertura a beneficiare del microclima, mentre può essere vantaggioso se utilizzato in edifici con destinazioni d'uso diverse dal residenziale, come scuole, palestre, edifici artigianali e industriali.

Sistemi a captazione orizzontale.

Il roof pond a captazione orizzontale trasmette calore dall'elemento captante del solaio di copertura agli ambienti interni sottostanti, solamente per irraggiamento. L'isolamento mobile prima citato è utile durante la notte, per coprire la massa captante e impedire le dispersioni termiche verso l'esterno. D'estate il funzionamento è invertito, i pannelli isolanti vengono utilizzati di giorno per impedire il surriscaldamento dell'acqua, che tende comunque a scaldarsi con il calore sottostante degli spazi abitati. La notte vengono levati i pannelli lasciando irraggiare la massa d'acqua verso l'esterno che perderà calore raffrescandosi.

Questo sistema di captazione è adatto soprattutto per latitudini non molto elevate comprese tra i 28° e i 36° N, poiché in queste condizioni il sole ha un'altezza sufficiente a colpire con i suoi raggi solari una superficie sufficientemente ampia del piano orizzontale. Alle alte latitudini l'efficacia risulta notevolmente ridotta.

Per ovviare al problema del sistema a captazione orizzontale nelle latitudini medio alte, oltre i 40°N, è possibile utilizzare la variante del roof pond inclinata, ovviando al problema della bas-

sa incidenza dei raggi solari sul piano orizzontale. Questa volta come elemento captante troviamo un ambiente serra con vetrata inclinata esposta a sud elemento che ritroviamo invece è l'utilizzo dei pannelli di isolamento per contenere le dispersioni di calore. La dispersione avviene sempre allo stesso modo: l'elemento accumulatore posto all'interno della serra rilascia il calore per irraggiamento ai locali interni sottostanti. Allo stesso modo del sistema orizzontale, durante il periodo estivo i pannelli vengono utilizzati di giorno e la notte vengono rimossi e viene aperto l'elemento serra, per consentire la ventilazione.

1.2.D Sistemi a spazio solare (serre addossate).

- A parete divisoria trasparente (doppia facciata vetrata).

Il sistema a parete divisoria trasparente è un sistema sprovvisto di massa termiche che diviene utile nei casi in cui sia necessario avere un immediato uso dell'energia solare, senza ovviamente accumulo termico e senza un prolungamento di apporto termico notturno poiché non c'è sfasamento dell'onda termica. In sostanza viene realizzata una sorta di serra addossata all'edificio con un diaframma di separazione tra spazio solare e spazio abitato. Tale sistema è adatto specialmente per una destinazione d'uso differente dal residenziale, come ad esempio per uffici in cui non è necessario un rilascio termico notturno.

- A parete divisoria accumulatrice (con sistema di accumulo solare e/o acqua)

Il sistema a parete divisoria accumulatrice, prevede una speciale parete, dal comportamento simile al muro solare già visto in precedenza, a divisione dello spazio solare e degli ambienti interni. Infatti la quantità di calore trasmessa agli ambienti è condizionata soprattutto dalle caratteristiche, materiali costruttivi, caratteristiche dimensionali, ecc. della parete.

Il guadagno termico è assicurato anche durante le ore notturne, grazie allo sfasamento dell'onda termica, grazie a delle aperture previste sulla sommità e sul fondo della parete, il guadagno termico può essere ulteriormente incrementato, utilizzando gli stessi principi del muro di Trombe.

- Sistema rock bed-wall

Il sistema rock bed-wall si compone di una parete divisoria tra lo spazio solare e interno, realizzata con un riempimento di ghiaia e/o pietrame sciolto. Il calore si trasmette essenzialmente per convezione, l'aria presente all'interno della serra viene convogliata all'interno della parete speciale, realizzando un'apertura in alto alla facciata interna per aumentare le dinamiche di accumulo del calore.

- Sistema rock bed

Altro tipo di sistema passivo a spazio solare, è il rock bed, adatto per il residenziale, anche per l'unifamiliare ecc. ed è necessaria la presenza

di un letto di pietre disposto sotto il pavimento dell'ambiente da riscaldare. Alla base della parete, è collocata una intercapedine che anche grazie all'ausilio di ventole, riscalda il flusso di aria calda proveniente dallo spazio solare e lo trasmette pavimento e da qui, per irraggiamento, agli ambienti interni.

Per un corretto scambio termico la superficie interessata dal pavimento con sistema rock bed, deve essere ampia, pari a circa il 75-100% dell'intero pavimento climi freddi e pari a circa il 50-75% nei climi temperati.

Schema del funzionamento.

1.2.E Sistemi a spazio tampone (buffer space)

Tra le strategie passive per l'involucro va annoverato anche l'impiego di spazi tampone, detti anche buffer space. Questa tecnica prevede la copertura degli spazi compresi tra differenti corpi di fabbrica all'interno di uno stesso complesso edilizio e la gestione di spazi aperti annessi all'edificio quali patii, corti, ecc.; il sistema è una sorta di ambiente serra di dimensioni maggiorate, un grande atrio interno che copre l'intera altezza dell'edificio, su cui possono affacciarsi gli spazi interni.

Durante il periodo invernale l'obiettivo è quello di ridurre le dispersioni termiche dell'edificio sfruttando le caratteristiche dello spazio tampone e di favorire i guadagni termici grazie alla presenza di ampie superfici vetrate. Il calore può essere accumulato nelle pareti direttamen-

te prossime alle superfici trasparenti della serra oppure può essere sfruttato lo scambio convettivo tra gli spazi abitati e la zona filtro. Il calore verrà trasmesso all'interno anche in funzione della trasmittanza delle frontiere che delimitano il buffer space

In estate invece, si potrà dissipare un pò di calore in eccesso e porre attenzione alla ventilazione degli ambienti interni. Le pareti di frontiera, potranno essere realizzate con masse termiche accumulatrici che grazie allo sfasamento dell'onda termica potranno accumulare calore anche nel periodo notturno.

1.3 Sistemi a guadagno isolato

Nei sistemi di accumulo isolato, gli elementi di captazione e accumulo non sono a ridosso degli spazi abitati, sono appunto isolati, permettendo una loro sussistenza completamente indipendente dal corpo di fabbrica. Dal punto di vista del controllo dell'ambiente termico, sono vicini ai sistemi attivi, poiché l'interazione sistema-spazio può essere del tutto controllata, attivata o interrotta.

Tra queste tipologie a guadagno isolato vanno annoverate le serre, i camini solari e i sistemi a termosifone.

I camini solari e i sistemi termosifone forniscono calore che viene convogliato verso l'edificio attraverso vere e proprie canalizzazioni impiantistiche, questa circolazione avviene comunque senza l'impiego di mezzi meccanici, ma sola-

mente grazie alle differenti densità di aria calda e fredda che innescano un circuito connettivo.

Le serre, costituiscono una tipologia sicuramente complessa, anche dal punto di vista tecnologico e funzionale, possono però essere associate sia a sistemi passivi che attivi, a seconda della loro progettazione.

1.3.A Sistemi a camino solare con accumulo a solaio (sistemi "Barra Costantini")

Il camino solare con accumulo a solaio, immette l'aria calda dell'intercapedine in canalizzazioni ricavate nei solai superiori, che fungono da accumulatori. Questo sistema per un verso assomiglia ad un sistema a guadagno isolato poiché l'inerzia termica delle sue frontiere murarie è molto bassa, per ovviare a questo problema nasce il sistema Barra-Costantini, che sfrutta la presenza di un pannello metallico all'interno dell'intercapedine presente tra la vetrata captante e il muro che è stato reso isolante. Il pannello si surriscalda e cede calore all'aria che grazie ad un sistema di aperture con valvola, raggiunge le canalizzazioni predisposte nei solai; in questo caso è la stessa struttura che una volta isolata funge da accumulatore termico.

Durante il periodo estivo l'aria viene fatta fuoriuscire attraverso delle aperture strategiche poste sulla vetrata, che richiamano aria fresca dai locali ombreggiati e la immettono nel circuito.

1.3.B Sistemi a camino solare con accumulo in pareti termiche interne

Seguono altri pitologie di involucro passivo quali:

1.3.C Sistemi con circuito convettivo

- Sistemi con circuito convettivo chiuso
- Sistemi a scambio convettivo con l'ambiente

1.3.D Sistemi a doppio involucro

1.3.E Sistemi di guadagno isolato con accumulo di materiale inerte sfuso

- Rock-bed
- Rock bed-wall

9 IMPERMEABILITÀ ALL'ARIA

L'impermeabilità all'aria in un sistema edilizio fa riferimento alle caratteristiche d'infiltrazione dell'aria nei punti di discontinuità dell'involucro architettonico in relazione alle differenti condizioni di pressione tra l'interno e l'esterno dell'edificio stesso.

Una scadente impermeabilità all'aria può condizionare i consumi energetici di un edificio. Ciò dipende dal fatto che gli edifici non sono per natura perfettamente stagni ma permeabili ad aria e vento. Il passaggio libero di aria non è da scambiare con la diffusione del vapore che invece è un effetto positivo. Il passaggio di vento comporta problemi di tipo termico con conseguente perdita di potere isolante e l'entrata di aria calda in estate e di aria fredda in inverno, oltre che problemi di tipo acustico. Il passaggio di aria va nella medesima direzione del calore, ovvero d'inverno dall'interno verso l'esterno e

d'estate viceversa. L'umidità condensa a una temperatura più bassa di quella di saturazione: per questo motivo le fessure non sigillate comportano un danno favorendo la formazione di muffa, riducendo il benessere termico indoor sia d'inverno sia d'estate²

L'involucro edilizio è sollecitato dalle naturali correnti d'aria e dei venti, l'entità di tali pressioni sono caratteristiche proprie del clima esterno, della morfologia del terreno e del contesto urbano in cui l'edificio è insediato, e sono caratterizzate da una considerevole variabilità nel tempo.

Il parametro che descrive il comportamento dell'involucro in rapporto allo spostamento naturale delle masse d'aria è la permeabilità all'aria che viene espressa in termini di ricambi d'aria orari e si misura in h^{-1} ed è dato dal rapporto tra i volumi orari entranti e il volume dei locali.

La permeabilità all'aria dell'involucro di un edificio è un fattore determinante per descriverne correttamente e completamente il suo intero comportamento termico.

Inoltre in un edificio, pur essendo dotato di un elevato isolamento termico, molto calore viene disperso quando l'aria fredda attraversa giunti e fessure, e come accennato i punti più deboli in cui avviene la maggior parte delle infiltrazioni d'aria sono i giunti tra finestra e porta e tutti i componenti impiantistici che attraversano l'in-

volucro (tubi, scarichi scatole, ecc.) e che devono essere accuratamente controllati in fase di isolamento. La situazione risulta peggiorativa nel momento in cui la pressione avviene dall'interno, in quanto l'aria più calda che si trova all'interno si raffredda in prossimità dei giunti, il vapore acqueo condensa e inumidisce le strutture.

Nei climi rigidi, durante i momenti più freddi delle stagioni, un'elevata permeabilità all'aria, determina la presenza di infiltrazioni che causano numerosi problemi, infatti oltre a comportare una maggiore domanda di riscaldamento, i flussi d'aria attraverso fessure e interfaccia a tenuta insufficiente aumentano i rischi di condensazioni interstiziali diminuendo i livelli di comfort interni (correnti d'aria fredda, gradienti verticali di temperatura ecc.).

Inoltre le infiltrazioni difficilmente forniscono un ricambio d'aria sufficiente e regolatore, in grado di mantenere e garantire una buona qualità dell'aria interna. Gli elementi che maggiormente influenzano la permeabilità all'aria di un involucro edilizio sono le componenti finestrate. Nella pratica, le infiltrazioni d'aria possono essere controllate attraverso infissi a tenuta, dotati di guarnizioni in gomma che proteggono i giunti apribili.

Nel caso della presenza di elementi impiantistici di tipo elettrico o idrico, che attraversano le partizioni verticali e che devono raggiungere

zone esterne all'involucro, è consigliabile apportare il minor numero di fori e adottare l'utilizzo di guarnizioni a chiusura ermetica che l'industria oggi offre finalizzati a questo obiettivo. Si rileva che ulteriori punti di criticità delle pareti sono le zone in cui si inseriscono tubi, scatole di derivazione, ecc.

La classificazione veniva effettuata secondo la norma UNI 7979, che prevedeva tre classi di prestazione (A1 - A2 - A3), ad essa è subentrata la norma UNI EN 12207³ definendo una classificazione dei serramenti in funzione della loro permeabilità all'aria. I flussi d'aria che attraversano l'involucro possono provenire dall'esterno o dall'interno in entrambi i casi si dovrà provvedere a contrastare con barriere al vapore applicare con attenzione e precisione⁴.

Per questo è necessario controllare il collegamento tra i singoli elementi costruttivi, infatti lo strato impermeabile deve racchiudere l'intero edificio senza interruzioni e i singoli elementi devono essere sempre collegati. Tale situazione risulta più favorevole nel momento in cui l'edificio non presenta né rientranze né sporgenze, quando invece i particolari costruttivi sono complessi è necessaria una maggiore attenzione di posa nei punti in cui si deve seguire l'andamento della conformazione dell'involucro.

Realizzare un edificio bene impermeabilizzato alla pressione del vento significa anche realizzare una buona muratura intonacata interna-

mente ed esternamente coprendo da cielo a terra la superficie verticale (da solaio a solaio). Le strutture in legno sono più delicate in quanto hanno un sistema composto da maggiori punti di discontinuità (giunti). L'uso di pannelli in compensato, pannelli in truciolare o a particelle orientate, impermeabilizzazioni con fogli in PE o in materiale plastico stabilizzato, feltro bituminoso o carta antistrappo rinforzata, applicata sul lato interno dell'isolante termico realizza una muratura a tenuta d'aria. Per garantire l'impermeabilità i teli devono essere applicati a giunti sfalsati, bloccati ed uniti con nastro adesivo.

In particolare per i climi freddi, il tasso di ricambio d'aria per infiltrazioni è uno dei parametri di progetto che influenza maggiormente la domanda energetica per il riscaldamento dell'edificio. Per raggiungere i requisiti prestazionali individuati definiti dallo standard di edificio passivo è indispensabile ridurre a valori molto bassi la permeabilità dell'involucro edilizio, questo comporta però la necessità di rispondere alle richieste di rinnovo dell'aria interna per altra via (con un sistema meccanico di ventilazione con recuperatore).

Questa strategia risulta più efficace in presenza di limitate infiltrazioni: se i flussi d'aria interna vengono disturbati e, invece di seguire i percorsi previsti (dalle bocchette di immissione e quelli di evacuazione), si dirigono verso le fessure

dell'edificio, l'efficienza di recupero diminuisce considerevolmente.

La tenuta all'aria di un'abitazione può essere misurata mediante il cosiddetto Blower Door Test descritto all'interno della norma ISO/DIS 9972. Questo procedimento prevede il posizionamento di un ventilatore in una porta o finestra esterna e misura il ricambio d'aria per infiltrazione in modo da creare una differenza di pressione di 50 Pa⁵. Il corrispondente tasso di ricambio d'aria complessivo (n50, espresso in h⁻¹) indica la permeabilità all'aria dell'edificio.

Il numero di ricambi d'aria ottenuti in questa condizione (n50) sono dati dalla formula:

$$n50 = V'50 / VL$$

dove:

V'50 è il volume dell'aria infiltrata

VL è il volume riscaldato, o climatizzato dell'edificio.

Nel nord Europa si realizzano invece edifici ad alta efficienza considerando un limite massimo del parametro n50 è compreso tra 0,2 e 0,6 h⁻¹ cioè la metà di quello richiesto dalla DIN 4108-2.

Come già affermato le indicazioni fornite sopra sono legate per lo più alle regioni del nord Europa, mentre per quanto riguarda le aree mediterranee oggetto di studio è possibile affermare che l'incidenza di questo fattore all'interno del complesso edilizio diventa un fattore poco rilevante. Infatti è possibile ipotizzare che gli effetti

di pressione tra i flussi di aria in entrata e in uscita che si generano tra ambiente interno ed ambiente esterno non sono così differenti in virtù di temperature più alte esterne.

Intensità che si sviluppa maggiormente durante la notte e che permette, insieme all'effetto di ventilazione naturale di asportare il calore acquisito dalla massa dell'involucro, questo in virtù delle temperature esterne che caratterizzano i climi di queste aree geografiche. Le masse d'aria entranti per infiltrazioni sono mediamente più calde ed incidono quindi meno sui consumi energetici. Orientativamente in questi contesti è possibile considerare come valore di riferimento quello di 1 h^{-1} nel caso si adotti una strategia di ventilazione forzata e valori superiori di $n50$ qualora sia possibile fare a meno del recupero di calore.

Importanza del principio sul regime estivo

Si può comunque ipotizzare che in regime estivo questo fenomeno comporti problemi inferiori visto il livello di equilibrio termico in cui si trovano spazi interni ed esterni.

Risultati dei calcoli sui modelli

Attraverso l'analisi dei modelli tipologici analizzati in regime dinamico ai quali sono stati attribuiti alternativamente livelli di impermeabilità prima pari a 0,6 e successivamente 2 si è potuto verificare come i carichi di energia per

il raffrescamento rimangano inalterati. Questo dimostra come in regime estivo il fattore d'impermeabilità dell'involucro non incida sulle prestazioni energetiche dell'edificio per il raffrescamento.

10 IL COLORE

Il colore è la percezione visiva generata dai segnali nervosi che i fotorecettori della retina mandano al cervello nell'istante in cui assorbono radiazioni elettromagnetiche di date lunghezze d'onda e intensità.

Spesso il colore viene erroneamente inteso come una caratteristica assoluta della materia, in realtà i colori che percepiamo non sono altro che determinate frequenze dello spettro visibile. Il colore ha quindi un significato psicofisico specifico, perché dipende dalla capacità dell'occhio di rispondere ad un campo limitato dello spettro elettromagnetico: la luce visibile tra 380 nm (ultravioletto) e circa 780 nm (infrarosso).

L'occhio umano è sensibile soltanto alle radiazioni elettromagnetiche di lunghezza d'onda compresa tra 400 e 700 nm. Ad ogni lunghezza d'onda corrisponde una determinata sensazione di colore: per esempio, la radiazione più corta (400 nm) viene percepita come violetto, quella intermedia (550 nm) come verde e quella più lunga (700 nm) come rosso.

Questa definizione ci riconduce a che cosa è il colore, fattore che modifica la capacità per-

cettiva dell'occhio umano. Questa è una qualità che caratterizza la superficie di un oggetto, che esso provenga dalla natura o sia prodotto dall'uomo, in entrambi i casi è un fattore che influenza sensibilmente le qualità fisiche della materia a cui appartiene.

Influenza del principio sull'efficienza energetica e sull'involucro.

Considerando lo strato esterno di una superficie d'involucro opaco, questo è caratterizzato dalle proprietà fisiche dei materiali impiegati, che incidono in maniera differente sulla qualità del bilancio energetico, una di queste è proprio il colore che incide fortemente su questo bilancio. Infatti sappiamo che i raggi solari oltre a garantire apporti luminosi, negli ambienti interni, attraverso le porzioni di involucro trasparenti, sono vettori di apporti energetici.

Questa considerazione rende necessaria una particolare attenzione ai materiali utilizzati, infatti quando si parla di colore si fa riferimento alle tinte che si sovrappongono agli intonaci, ma altresì alle caratteristiche cromatiche che caratterizzano i materiali stessi.

E per materiali componenti si intendono sia i materiali che costituiscono l'involucro edilizio, con le loro caratteristiche fisiche intrinseche e superficiali sia le caratteristiche cromatiche che compongono il luogo. Questo permette all'edificio di modificare, amplificare o indebolire i

vantaggi climatici derivanti dall'organizzazione spaziale dell'edificio, dalla sua forma e dalle modalità d'uso.

Così come la luce viene trasmessa o rifratta attraverso i materiali o riflessa dalle trame e dai colori delle pareti modificando le sue caratteristiche percettive, così gli apporti di calore producono effetti differenti e la sensazione termica è influenzata dall'interazione dei materiali con il calore.

I materiali, con le loro proprietà chimico-fisiche influiscono pesantemente sul bilancio dello scambio di calore tra l'esterno e l'interno di un edificio e quindi condizionano sia l'ambiente termico interno sia il comfort degli occupanti. In particolare, è possibile determinare il grado di appropriatezza di un materiale rispetto ad uno specifico impiego, attraverso l'analisi delle sue caratteristiche, quali la conduttività termica, la capacità termica, il coefficiente convettivo della superficie, la trasparenza all'irraggiamento nelle diverse lunghezze d'onda ed i fattori di assorbimento, di riflessione e di emissione che determinano le caratteristiche della superficie esterna esposta all'irraggiamento solare.

Quando la radiazione solare colpisce una parete esterna o altre superfici opache, parte dell'energia è assorbita e trasformata in calore, la restante parte è riflessa. In questo caso non c'è radiazione trasmessa.

Parte dell'energia assorbita si propaga attra-

verso la parete. Quella restante si perde come emissione infrarossa verso il cielo o altre superfici adiacenti o per convezione verso l'esterno. La quantità di energia assorbita dalla parete dipende dalla quantità di radiazione incidente, dall'angolo con il quale colpisce la parete e dal colore della superficie esterna. Superfici scure e non levigate assorbono più energia di quelle chiare e levigate.

Il concetto della captazione del calore attraverso le pareti è applicabile soprattutto nelle regioni calde dove c'è necessità di riscaldamento durante la notte ma non è necessario l'isolamento termico. Nelle regioni più fredde dove le pareti esterne necessitano di un isolamento, questo impedisce la diffusione del calore attraverso la parete.

Il colore delle pareti esterne degli edifici determina l'impatto della radiazione solare sull'edificio. Infatti, solo la frazione di energia solare assorbita dalle pareti esterne determina il guadagno termico e conseguentemente anche la temperatura interna, mentre la frazione di energia solare riflessa non influenza le condizioni termiche dell'edificio.

Tre proprietà fisiche delle superfici determinano lo scambio termico radiativo di queste con l'ambiente circostante: l'assorbanza, la riflettanza e l'emissività.

Per assorbanza si intende il fenomeno fisico per cui la radiazione elettromagnetica penetra in un

corpo e non viene trasmessa, ma si trasforma in calore. La riflettanza è il fenomeno per cui parte della radiazione elettromagnetica viene reinviata in modo ordinato e regolare dalla superficie di separazione tra ambiente interno ed esterno (involucro). Ed infine l'emissività è associabile alla radianza cioè la capacità di emettere energia di un corpo.

La radiazione luminosa quindi a contatto con la superficie viene in parte assorbita e in parte riflessa.

L'assorbanza e la riflettanza di una superficie determinano la risposta alla radiazione solare che la colpisce. La radiazione è parzialmente assorbita dalla superficie e parzialmente riflessa. Solo la frazione assorbita influenza la temperatura della superficie in questione e, conseguentemente, anche il guadagno termico e la temperatura interna dell'edificio.

La radiazione assorbita è proporzionale all'assorbanza relativa alla radiazione visibile (lunghezza d'onda corta), che praticamente dipende dal colore della superficie stessa. La radiazione riflessa, invece, è proporzionale alla riflettanza della superficie.

Tutte le superfici però, emettono ed assorbono anche radiazione infrarossa (lunghezza d'onda lunga) in funzione della loro emissività. Questa proprietà è indipendente dal colore della superficie e per la maggior parte delle superfici non metalliche l'emissività vale circa 0.9, indipen-

dentemente della loro assorbanza alla radiazione solare.

La quantità di radiazione solare che colpisce le pareti di un edificio varia notevolmente con l'esposizione (orientamento) delle varie pareti. Per cui, sarà il colore della parete associato a una corretta scelta dell'orientamento a migliorare gli scambi energetici indotti. Ad esempio, nel caso di pareti imbiancate l'orientamento influisce poco poiché la maggior parte della radiazione incidente è riflessa via. Al contrario, quando le pareti hanno dei colori scuri, l'effetto dell'orientamento sulla temperatura esterna ed interna è rilevante.

Dal punto di vista visivo il colore è definito da tre attributi: tinta, luminosità e saturazione. Superfici metalliche esposte al sole di mezzogiorno, dipinte con colori di pari luminosità e saturazione ma con tinta mediana rispetto alla lunghezza d'onda, come il verde, il giallo, il blu - verde, grigio - verde, ecc. assorbono più calore determinando una maggiore temperatura superficiale (70 °C). Invece, colori con tinte a maggiore o minore lunghezza d'onda, come il rosso e giallo-rosso da una parte e il blu e il viola dall'altro lato, determinano equivalenti livelli di temperatura tra loro (60 °C), ma inferiori rispetto al primo caso, tutti considerando una temperatura ambiente di 38 °C.

Ne consegue che dal punto di vista termico, il parametro principale di interesse, conseguente

all'uso del colore scelto per le superfici esterne, è l'assorbimento solare della superficie stessa. E', quindi, chiaro come un considerevole controllo sugli effetti della radiazione solare assorbita sia possibile tramite la scelta dei colori.

Importanza del principio sul regime estivo

E' possibile affermare che è elevata l'importanza della scelta del colore superficiale per edifici in regime estivo in quanto essendo elevata l'incidenza dei raggi solari e quindi l'apporto energetico indotto, la scelta corretta del colore superficiale dell'involucro svolge la prima funzione di schermatura alle radiazioni solari, ponendosi come prima protezione all'incidenza dei carichi energetici superficiali.

Questo influenza in forma pesante il carico termico di raffrescamento degli edifici e la necessità di isolamento termico in estate nelle regioni con clima caldo. Si fa riferimento a scelte cromatiche per le superfici verticali e quelle di copertura (anche con l'uso di essenze arboree).

Si sceglieranno dunque cromie chiare che sfruttino quanto più possibile le proprie capacità riflettenti, riducendo l'assorbimento del calore per trasmissione diretta. Questo comporta la diminuzione della temperatura superficiale esterna dell'involucro.

Risultato dei calcoli sui modelli

Attraverso la sperimentazione del comporta-

mento in regime dinamico di una serie di involucri verticali esterni leggeri e pesanti esposti a sud per i quali in entrambi i casi sono state scelte alternativamente finiture esterne con materiali naturali non trattati (legno di larice) e superfici intonacate e tinteggiate con toni chiari di colore, tendenti al bianco, è possibile affermare sperimentalmente che si ha un calo di temperatura della superficie esterna nei mesi estivi di luglio e agosto che può arrivare al 5%, stessa incidenza di riduzioni delle temperature superficiali che si hanno durante le ore più calde della giornata dalle 10 alle 16.

Questa rilevanza è fortemente legata anche alla scelta dell'involucro edilizio leggero o pesante, rispetto a cui si ha il fattore d'incidenza migliore in caso d'involucro leggero.

In maniera più specifica si può affermare che il cambiamento dei consumi per raffrescamento è di circa 2kW/mq passando da una superficie intonacata e tinteggiata con il colore bianco e aumentando repentinamente portando a toni più scuri di marroni avendo questo livello di assorbimento elevato.

Per un ingresso di energia in un materiale, sia che esso avvenga in seguito all'irraggiamento solare che per convezione dall'aria, comporta l'innalzamento della temperatura superficiale che dipende dalla capacità termica del materiale, il suo spessore e da quanto rapidamente il calore si propaga al suo interno (conducibilità).

In un edificio con una notevole massa termica le fluttuazioni della temperatura risulteranno smorzate in ampiezza e sfasate nel tempo, funzionando come una sorta di volano termico con la conseguenza di smorzare l'influenza delle variazioni esterne sulle condizioni dell'ambiente interno, con un effetto positivo sulla sensazione termica degli occupanti l'edificio. Quindi la scelta di colori chiari migliora l'efficacia della massa termica favorendo l'azione dello sfasamento termico.

Compiendo una oltre che una scelta di forma, una scelta cromatica per l'edificio, si è capaci di influire nella riduzione delle variazioni stagionali dell'energia solare per rendere uguale l'insolazione dall'estate all'inverno. Inoltre, correlando alla scelta cromatica anche la presenza di venti freschi, è possibile avere un'attenuazione delle temperature superficiali esterne delle pareti asportando parte dell'energia accumulata dalla stessa, impedendo fenomeni di stress alla superfici.

La scelta di colori mediamente assorbenti consentirà anche di poter assorbire, durante l'inverno un coerente livello di calore per consentire il riscaldamento della superficie esterna.

E' dunque evidente che la scelta di toni chiari di colore nel caso di tinteggiature superficiali (non solo bianco ma anche colori in toni caldi poco saturi), o di materiali che hanno per natura pigmenti di colore chiaro (come la pietra o

	Assorbanza	Emissività
Calce, nuova	0.15-0.2	0.9
Vernice bianca	0.2-0.3	0.9
Grigio, verde, marrone, colori chiari	0.4-0.5	0.9
Grigio, verde, marrone, colori scuri	0.7-0.8	0.9
Vernice nera	0.85-0.9	0.9
Alluminio lucido	0.05	0.05
Alluminio verniciato	0.5	0.5

Assorbanza ed emissività delle superfici

laterizi dai colori pastellati), migliora la capacità riflettente delle superfici, quindi la riduzione dei carichi termici che vengono assorbiti dall'involucro e le temperature superficiali esterne, ottimizzando il fattore d'inerzia. La scelta d'impiego delle cromie alla fine dovrà essere legata sia alla scelta di migliorare il benessere interno all'ambiente costruito e parallelamente andrà valutata la coerenza con le cromie del paesaggio circostante, quindi una scelta di materiali con colori chiari sempre correlata all'impiego di tecnologie autoctone.

Come l'architettura spontanea è entrata nei secoli a far parte di un linguaggio paesaggistico e cromatico prevalentemente per funzioni abitative e esigente di prestazione energetica, creando un tutt'uno con l'ambiente naturale, così la scelta dell'uso del colore riscopre l'efficacia di una scelta tecnologica in un know how che si rinnova dalla tradizione.

In maniera più generale si può affermare che l'uso del colore bianco è efficace utilizzato nelle superfici ad ampio sviluppo.

La scelta ottimale è differenziare le cromie delle superfici di un edificio in relazione al loro orientamento così da massimizzare le capacità di proteggere lo stesso nella stagione estiva dall'acquisizione degli elevati apporti energetici e parallelamente in quella invernale permettendone l'assorbimento. Tra le superfici è inclusa anche la copertura sulla quale agisce

continuamente la radiazione solare, e in caso di eccessivi apporti energetici si possono applicare rivestimenti e pitture selettive (Cool Roof) in grado di riflettere una grande frazione della parte infrarossa della radiazione solare.

E' comunque da considerare che caratterizzare uno stesso edificio con cromie differenti non è una scelta formalmente coerente. Per tali ragioni è bene scegliere tinte omogenee secondo i criteri sotto enunciati.

In relazione alla tradizione mediterranea più ampia e considerando la regione Marche come caso di studio applicativo possiamo affermare che l'uso dei colori si può differenziare rispetto ai diversi paesaggi di costa-mare, pianura-collina e montagna, affinché il loro uso concorra alla definizione di un'architettura efficiente.

- Costa-mare: Secondo la più conosciuta tradizione cromatica dell'architettura mediterranea, quella greca del sud Italia e più in generale quella che caratterizza gli edifici sulla costa, si predilige l'uso di colori molto chiari, come il bianco se si tratta di tinteggiature o la calce, essendo queste zone geografiche collocate a bassa quota sul livello del mare in cui l'incidenza dei raggi solari agisce intensamente, raggiungendo livelli di temperatura elevati fino a 37 °C solo nella regione Marche. Temperature che sono progressivamente crescenti nelle regioni italiane (prevalentemente sulla costa), scendendo verso sud, in cui questi caratteri climatici sono

presenti per periodi lunghi coinvolgendo in maniera significativa anche la stagione primaverile e autunnale.

Il bianco è il colore idoneo per la sua elevata capacità di riflettere i raggi solari facendo in modo che la superficie ne assorba una quantità che oscilla tra lo 0,3 e lo 0,5 efficaci coefficienti che agiscono in maniera pressoché uniforme sull'intero edificio.

- In particolare nella tipologia lineare, in cui le superfici hanno un'equivalente estensione con differente orientamento geografico, si comportano in maniera uniforme vista l'equivalenza d'estensione e forma delle 5 superfici esterne dell'involucro.

- Per la tipologia a patio potremo dire altrettanto, rispetto le tipologie sopra descritte per ciò che riguarda le superfici esterne; ma durante la stagione estiva all'interno del patio si avrà già un'attenuazione dell'incidenza dei raggi solari proprio grazie alla sua conformazione tipologica, creando per sua stessa forma luoghi d'ombra in relazione all'incidenza angolare dei raggi solari. I luoghi d'ombra risultano anche spazi freschi nei quali si ha un elevato grado di dissipazione del calore, che si unisce a quello già dissipato grazie alle chiare cromie delle superfici esposte. Per questa ragione le superfici esposte, interne al patio, hanno un'influenza proporzionale alla quantità delle zone esposte durante l'arco temporale della giornata. Quindi

di il colore potrebbe assumere anche toni di colori chiari ma non necessariamente bianchi. A tale proposito per coerenza linguistica e per percentuali di influenza prestazionale del fattore colore sull'involucro, si può affermare che è possibile utilizzare un tono cromatico velato ma differente dal bianco (verde, marrone, azzurro, ecc.), senza intaccare in forma decisiva la prestazione del fattore stesso.

- Nella tipologia articolata viste le piccole dimensioni che la caratterizzano, si prediligono sempre toni chiari, prevalentemente il bianco, che può essere impiegato sia per la finitura tinteggiata delle superfici che per la colorazione delle protezioni solari.

In maniera più ampia per queste zone si consigliano colori chiari l'uso di finiture ad intonaco tinteggiato e legno.

- Pianura-collina e montagna: Nelle zone collinari prospicienti le regioni di costa si possono considerare le valutazioni fatte al punto superiore. Ma per le zone rivolte verso le aree appenniniche in cui la quota di altezza sul livello del mare supera i 1000 ml ci sono delle variazioni, infatti se si considerano le regioni dell'Italia centrale e i caratteri climatici dell'intera stagione si può constatare che durante l'inverno l'incidenza delle basse temperature è uguale o di poco inferiore a quella della stagione estiva, quindi è necessario predisporre dispositivi che rendano l'edificio capace di captare calore.

Per questo si favorisce l'uso di materiale con colori scuri oppure a filari alternati chiari e scuri per mezzo dei quali si ottimizzano le capacità di assorbimento delle superfici in inverno, e in estate si modera l'assorbimento di calore, la cui dissipazione è favorita anche dal raffrescamento superficiale derivante dalle temperature delle brezze estive che caratterizzano le alte quote. Quindi si suggeriscono materiali quali la pietra a filari alternati più chiari e più scuri o il legno naturale o ancora la terra cruda.

- Per la tipologia a corte e articolata per la quale si consigliano le tecnologie del legno e della terra cruda in relazione ai toni cromatici naturali è possibile affermare che anche sotto il profilo cromatico risultano coerenti perché sono materiali che per tradizione costruttiva si collocano in queste zone dai cui è inoltre possibile prelevare il materiale stesso.

- Per la tipologia in linea, prevalentemente in zona pianeggiante, si può ipotizzare sia un rivestimento in laterizio, sia in pietra

Colori da tinteggiatura consigliati

- Bianco o calce uniforme
- Colori pastello, molto velati uniforme (pianura e mare)
- Colori pieni uniforme (collina e montagna)
- Per alcune tipologie funzionali anche l'uso di più cromie (esempio scuole ecc.)
- Materiale Legno - toni uniformi, che si tratti di

pannelli o listelli – con alternanza dei pannelli tra chiari e scuri in un sistema a scacchiera

- Terra cruda solo uniforme (si parla di quella senza intonaco di finitura, così com'è in natura)

- Laterizio faccia a vista – continuo – protezione solare

Pietra – finitura per parete ventilata – distribuzione uniforme in pianura – non uniforme ad altitudini maggiori – colore non uniforme, a filari.

DATI RELATIVI AI CONSUMI PER IL RAFFRESCAMENTO ESTIVO E RISCALDAMENTO INVERNALE OTTENUTI ATTRAVERSO L'ANALISI INFORMATICA

Risultati relativi a consumi per il riscaldamento invernale e il raffrescamento estivo verificate per la tipologia a corte, lineare e articolata con diversificazione del sistema di schermature solari

	Corte	Lineare	Lineare*	Articolata
S/V	0.44	0.60	0.80	0.60
Sup. riscaldata	963	900	900	180
Senza Schermatura				
A.1 RISC	5.9	4.20	4.85	10.5
A.1 RAF	34.4	39.56	25.00	12.20
Con Schermatura				
A.1 RISC	6.4	5.56	5.8	12.3
A.1 RAF	30.27	35.37	22.85	11.22

Risultati relativi ai consumi di riscaldamento invernale e raffrescamento estivo ricavati analizzando la tipologia a corte diversificando il sistema di schermatura

Tipo di schermatura	Modello Corte			
	Nessuna schermatura	Schermatura 1	Schermatura 2	Schermatura 3
Orient. Nord-Sud				
A.1 RISC	5.9	6.40	6.30	8.20
A.1 RAF	34.4	30.27	29.90	22
	12466	9857	10431	4260

Risultati relativi ai consumi di riscaldamento invernale e raffrescamento estivo ricavati dall'analisi per la tipologia a corte modificando il sistema di schermatura

Tipo di schermatura	Modello Lineare			
	Nessuna schermatura	Schermatura 1	Schermatura 2	Schermatura 3
Orient. Nord-Sud				
A.1 RISC	4.2	5.55	5.47	7.50
A.1 RAF	39.56	34.85	34.43	25.29

Risultati relativi ai consumi per il riscaldamento invernale e il raffrescamento estivo verificate per la tipologia a corte con rotazione della tipologia, senza schermature solari

	Corte
Orientamento 0°	
A.1 RISC	5.9
A.1 RAF	34.4
	12466
Orientamento 45° Ovest	
A.1 RISC	6
A.1 RAF	37
	12096
Orientamento 45° East	
A.1 RISC	5.9
A.1 RAF	35.52
	12276

LEGENDA

A.1 involucro leggero - ventilato

A.2 involucro leggero - con isolante esterno

A.3 involucro leggero - con isolante interno

B.1 involucro pesante - ventilato

B.2 involucro pesante - con isolante esterno

B.3 involucro pesante - con isolate interno

RISC fabbisogno di riscaldamento invernale kWh/m²a

RAFF fabbisogno di raffrescamento estivo kWh/m²a

Iso spessore isolente in cm

λ Conducibilità termica (W/mk)

S valore di sfasamento (h)

U trasmittanza termica (W/m²K)

Risultati relativi a consumi per il riscaldamento invernale e il raffrescamento estivo verificate per la tipologia a corte, lineare e articolata con diversificazione del sistema di schermature solari

	Corte	Lineare	Lineare*	Articolata
S/V	0.44	0.60	0.80	0.60
Sup. riscaldata	963	900	900	180
Nessuna schermatura				
A.1 RISC	5.9	4.20	4.85	10.5
A.1 T RAF	34.4	39.56	25.00	12.20
Schermatura 1				
A.1 RISC	6.4	5.56	5.8	12.3
A.1 RAF	30.27	35.37	22.85	11.22

Risultati relativi ai valori di sfasamento, consumi per riscaldamento invernale e raffrescamento estivo ricavati dall'analisi della tipologia a corte senza sistemi di schermatura orientata in direzione nord-sud

	Variabile trasmittanza U			Variabile spessore isolante		Variabile λ	
	U=0.20	U=0.24	U=0.30	Iso 10 cm	Iso 15 cm	C 0.038	C 0.038
						Iso 10 cm	Iso 15 cm
A.1	Iso 18	Iso 15	Iso 12	U=0.32	U=0.24	U=0.32	U=0.24
S	15	12	8	11	12	11	12
A.1 RISC	4.8	5.9	7	7.5	5.9	7.5	5.9
A.1 RAFF	35.79	34.40	34.76	34.53	34.40	34.53	34.40
A.2	Iso 8+10	Iso 5+10	Iso 12	U=0.36	U=0.24	U=0.36	U=0.24
S	14	10.15	8.58	7.29	10.15	7.29	10.15
A.2 RISC	5.2	5.6	6.8	7.93	5.6	7.93	5.6
A.2 RAFF	37.32	35.45	35.10	35.00	35.45	35.00	35.45
A.3	Iso 10+8	Iso 10+5	Iso 12	U=0.36	U=0.24	U=0.36	U=0.24
S	14	10.36	9.23	7.29	10.36	7.29	10.36
A.3 RISC	5.2	5.6	6.8	7.93	5.6	7.93	5.6
A.3 RAFF	37.30	35.50	35.30	35.20	35.50	35.20	35.50
B.1	Iso 17	Iso 14	Iso 12	U=0.32	U=0.23	U=0.3	U=0.2
S	13.51	13.31	13.13	13	13.20	13.23	14.13
B.1 RISC	4.45	5.3	6.1	7.1	4.75	6.8	4.75
B.1 RAFF	36.83	36.35	36.02	35.59	36.30	35.59	40.51
B.2	Iso 19	Iso 15	Iso 12	U=0.34	U=0.24	U=0.30	U=0.22
S	20	19.28	18	17.21	19.28	16	16.46
B.2 RISC	2.09	2.53	5.44	5.50	2.53	3.28	2.14
B.2 RAFF	38.41	37.47	37.51	37.80	37.47	37.40	38.39
B.3	Iso 17	Iso 14	Iso 10	U=0.3	U=0.22	U=0.30	U=0.22
S	18.41	16.10	15.41	15.41	16.30	16	16.52
B.3 RISC	2.20	2.60	5.52	5.75	2.80	5.30	3.45
B.3 RAFF	39.01	38.20	37.53	37.53	37.90	37.10	38.40

Risultati relativi ai valori di sfasamento, consumi per riscaldamento invernale e raffrescamento estivo ricavati dall'analisi della tipologia lineare senza sistemi di schermatura orientata in direzione nord-sud

	Variabile trasmittanza U			Variabile spessore isolante		Variabile λ	
	U=0.20	U=0.24	U=0.30	Iso 10 cm	Iso 15 cm	λ 0.038	λ 0.038
						Iso 10 cm	Iso 15 cm
A.1	Iso 18	Iso 15	Iso 12	0.32	0.24	0.32	0.24
S	15	12	8	11	12	11	12
A.1 RISC	2.22	3.33	4.2	4.45	3.33	4.45	3.33
A.1 RAFF	39.84	39.56	39.25	39.02	39.56	39.02	39.56
A.2	Iso 8+10	Iso 5+10	Iso 12	0.36	0.24	0.36	0.24
S	14	10.15	8.58	7.29	10.15	7.29	10.15
A.2 RISC	4.20	5.64	6.73	7.69	5.64	7.69	5.64
A.2 RAFF	41.54	41.10	40.52	40.20	41.10	40.20	41.10
A.3	Iso 10+8	Iso 10+5	12	0.36	0.24	0.36	0.24
S	14	10.36	9.23	7.29	10.36	7.29	10.36

Verifiche di consumi per riscaldamento invernale e raffrescamento estivo ricavati dall'analisi della tipologia a corte senza sistemi di schermatura orientata in direzione nord-sud per verificare l'incidenza della variazione dell'impermeabilità dell'involucro

	Impermeabilità all'aria vol/h					
	0	0.6	1	1.5	2	2.5
A.1 RISC	5.30	25.45	45.63	67.03	98.12	120.20
A.1 RAFF	25.72	23.58	21.68	18.27	14.86	11.45
A.1 RISC	10.50	11.00	11.50	11.95	13.70	16.70
A.1 RAFF	12.20	11.70	11.20	10.60	10.10	9.50

Verifiche di consumi per riscaldamento invernale e raffrescamento estivo ricavati dall'analisi della tipologia a corte senza sistemi di schermatura orientata in direzione nord-sud per verificare l'incidenza della variazione del tasso di assorbimento del colore esterno dell'involucro

Tipologia	Assorbimento 0,2	Assorbimento 0,7	Assorbimento 0,9
Corte			
A.1 RISC	5.26	5.2	4.67
A.1 T RAF	35.33	37.4	38.52
Lineare			
	5	4.92	4.43
	42.71	45.91	45.91
Articolata			
A.1 RISC	10.8	10.5	9.75
A.1 T RAF	11.33	12.2	13.88

6.1.2 LA RIDUZIONE DEI CONSUMI ENERGETICI

ORIENTAMENTO

Tipologie considerate: corte e lineare.

Fattori invarianti: la tipologia edilizia, tipologia costruttiva, componenti tecnologici, dimensione delle singole aperture vetrate, percentuale di superficie vetrata per singole superficie esterne, quantità di superficie vetrata per alloggi, localizzazione delle parti vetrate nelle tipologie, assenza di sistemi di schermatura.

Per comprendere la rilevanza del fattore di orientamento, è necessario operare una distinzione in base alla differente incidenza dei carichi energetici in riferimento alle diverse tipologie adottate, non essendo possibile generalizzare.

- Per la tipologia a corte la rotazione del modello verso ovest o verso est, non determina una variazione dei consumi energetici invernali, mentre per il raffrescamento estivo si registra un aumento dell' 8%. Si è ottenuto quest'ultimo dato come risultato dell'incidenza dei carichi energetici raccolti dalle analisi eseguite con il programma Ecotect. Si è riscontrato che ruotando l'edificio verso est, i carichi solari superficiali (Wh/m^2) tendono a rimanere costanti sulla facciata principale orientata a sud, mentre nella facciata ad est esterna ed interna verso il patio, tendono gradualmente a ridursi fino ad un massimo del 30%, raggiungendo i 45° d'inclinazio-

ne del complesso edilizio.

Ruotando il modello in direzione ovest si ha un incremento dei carichi di soleggiamento sulle pareti est fino ad un massimo del 20%, con inclinazione a 45° e prallelamente una riduzione nelle pareti sud pari alla stessa percentuale. Infine si nota un incremento del 25% sulla superficie esposta ad ovest.

- Per la tipologia lineare vale quanto detto per quella a corte, in riferimento alle caratteristiche dei consumi invernali ricavati, questi infatti, non variano sensibilmente in relazione alla rotazione dell'edificio. Rimangono pressoché invariati anche i consumi per il raffrescamento, in quanto i carichi energetici solari incidono in maniera costante e con maggiore intensità sulla superficie sud che ha maggior sviluppo nel modello, questo per ciascuna rotazione del modello.

Quindi è possibile affermare che l'orientamento nord-sud risulta essere quello ottimale anche per il clima mediterraneo. L'incidenza dei raggi solari inoltre risulta meno incisiva, anche al variare del rapporto di forma. Si dovrà però porre attenzione alla quantità e all'estensione delle aperture poste sulle pareti sud che dovranno essere ridotte per evitare un eccessivo apporto solare nel periodo estivo poiché non vi è necessità di elevati guadagni invernali. Questo lo mostra anche il fatto che i consumi per il riscaldamento rimangono i medesimi anche

cambiando l'orientamento.

RAPPORTO DI FORMA

Tipologie considerate: corte, lineare e articolata.

Fattori invarianti: la tipologia edilizia, tipologia costruttiva, componenti tecnologici, dimensione delle singole aperture vetrate, percentuale di superficie vetrata per singole superficie esterne, quantità di superficie vetrata per alloggi, localizzazione delle parti vetrate nelle tipologie, assenza di sistemi di schermatura.

Per l'indagine sulla compattezza è stato posto a confronto con le tre tipologie in esame il comportamento del quarto modello tipologico con S/V pari a 0,8 e una superficie riscaldata pari a 900 mq.

Dal confronto tra modello lineare e articolato, con medesimo rapporto di forma e differente superficie utile, si evince come i consumi per il riscaldamento invernale del modello articolato arrivino ad un raddoppio e parallelamente come avvenga la riduzione del fabbisogno di energia per il raffrescamento per la stessa tipologia, pari a un terzo di quella necessaria per il modello a corte. Nel clima mediterraneo, considerando tipologie di grandi dimensioni (900 mq riscaldati) i consumi invernali potrebbero diminuire fino a un 13%, aumentando il rapporto di forma S/V da un valore di 0,4 a 0,6, aumentando ulteriormente il rapporto S/V sino ad un valore

di 0,8, il risultato risulterebbe invece pressoché invariato, apportando un risparmio capace di attestarsi solamente attorno ad un ulteriore 5%.

Durante la stagione estiva invece, considerando sempre modelli di pari superficie riscaldata, si evidenzia un aumento del bisogno di raffrescamento pari al 15% nel confronto limite per le tipologie con più alto valore di rapporto di forma. I fabbisogni per il raffrescamento risultano proporzionali al rapporto di forma, infatti sono stati confrontati modelli con differente superficie di sviluppo esposta a sud pari a circa 310 mq per la tipologia a corte (in cui si sommano le superfici esterne ed interne al patio) e 380 mq per la tipologia lineare (con estensione della superficie a sud). Da queste osservazioni si può dedurre come il livello di compattezza della tipologia a corte sia maggiore rispetto all'altra tipologia, la possibilità di sfruttare la presenza della corte come spazio d'ombra inoltre, incide favorevolmente sulla riduzione dei carichi energetici.

Le analisi infatti, dimostrano che le concentrazioni di dispersioni termiche, nella tipologia a patio, sono maggiormente localizzate nei locali a nord e proporzionalmente, si evince come l'energia impiegata per il riscaldamento di questi ambienti, sia pari al 60% di quella totale. I consumi per il raffrescamento si concentrano invece, nella parte frontale della tipologia, con un'estensione limitata ai locali rivolti a sud della

tipologia lineare, poiché in questo modello, la concentrazione dei consumi è pressapoco la stessa per gli ambienti, essendo sono tutti orientati nella medesima direzione sud e per ciò si registra un aumento del fabbisogno per il raffrescamento, rispetto alla tipologia a corte, del 15%.

- Nel caso di un modello con stessa estensione di superficie riscaldata del modello lineare ma con un rapporto S/V diverso, pari a 0,8, i consumi per il raffrescamento verrebbero ridotti sensibilmente, questo agendo sulla variazione della morfologia e aumentando il valore di S/V, si potrebbe riscontrare inoltre una notevole variazione nei bilanci energetici in caso estivo. Avendo ridotto la superficie sud maggiormente esposta e facendo arretrare di metà parte del corpo di fabbrica del corpo di fabbrica.

E' possibile quindi affermare che per tipologie edilizie con medesima superficie utile riscaldata, il rapporto di forma per il progetto, nel clima mediterraneo e nel clima rigido del nord Italia, non ha il medesimo valore, in quest'ultimo caso infatti, per ottenere un corpo edilizio più efficiente dal punto di vista energetico la compattezza risulta un parametro molto importante. Per questa ragione il valore del rapporto di forma, riferendoci ad una progettazione in aree mediterranea, può arrivare sino al valore di 0,8 al fine di garantire un buon livello di articolazione del modello edilizio (in

particolare nei casi di piccole dimensioni) e sfruttare al meglio le caratteristiche morfologiche dell'edificio utilizzandole come potenziali elementi di protezione dai carichi solari estivi.

COLORE

Tipologie considerate: corte, lineare e articolata.

Fattori invarianti: la tipologia edilizia, tipologia costruttiva, componenti tecnologici, dimensione delle singole aperture vetrate, percentuale di superficie vetrata per singole superficie esterne, quantità di superficie vetrata per alloggi, localizzazione delle parti vetrate nelle tipologie, assenza di sistemi di schermatura.

Il colore incide notevolmente sui consumi invernali ed estivi dell'edificio. Per la lettura dei risultati è necessario in primo luogo il confronto tra i consumi energetici invernali ed estivi ricavati dall'applicazione sulla superficie esterna delle tipologie edilizie in esame, di tinte con toni di diverso grado di assorbenza, verificando al variare della colorazione, i consumi per una stessa tipologia; risultati che vengono confrontati in un secondo momento in relazione al differente rapporto di forma di tipologie con lo stesso valore di superficie utile riscaldata e tra tipologie con uguale rapporto di forma ma differente superficie utile riscaldata. Considerando i due modelli edilizi di tipologia a

corte e lineare la cui superficie utile riscaldata è di circa 900 mq, si può riscontrare come si registri, per il fabbisogno energetico invernale per il riscaldamento una variazione compresa tra il 4 e il 9% facendo riferimento, rispettivamente, alle seguenti variabili e considerando tre tipi di tinte a partire dal bianco.

Questo valutando caratteristiche di assorbimento (secondo le caratteristiche che è stato possibile attribuire attraverso il programma Design Builder) pari a:

- assorbimento termico (emissività) 0,9
- assorbimento solare 0,2
- assorbimento visibile 0,2

considerando questi valori, il fabbisogno invernale risulta massimo a causa dell'elevato valore di riflessione dei raggi solari e quindi della riduzione degli apporti di calore, fabbisogno che diminuisce gradualmente utilizzando colori più scuri ad assorbimento maggiorato, con tinta di riferimento dalle caratteristiche:

- assorbimento termico (emissività) 0,9
- assorbimento solare 0,7
- assorbimento visibile 0,7

Il consumo inoltre, si riduce al limite considerando una tinta molto scura con caratteristiche d'assorbimento assimilabili ad un colore nero:

- assorbimento termico (emissività) 0,9
- assorbimento solare 0,9
- assorbimento visibile 0,9

Le variazioni riscontrate si riferiscono alle prove svolte prima sul modello a corte e successivamente su quello lineare, dimostrando che la variazione percentuale dei valori è sempre la medesima e corrisponde a un 10%, considerando i consumi per tinte con caratteristiche estreme di assorbimento.

Altresì, se si confrontano i valori ottenuti applicando le stesse caratteristiche di assorbimento alla tinta superficiale, ma a due modelli tipologici differenti con stessa superficie utile riscaldata e differente rapporto di forma si potrà verificare che linearmente sussiste una variazione percentuale del fabbisogno energetico invernale pari al 4-5%.

In riferimento ai differenti rapporti di forma si può affermare quindi che la variazione del fabbisogno energetico per il riscaldamento invernale diventa poco rilevante nel momento in cui varia il rapporto di forma da 0,4 a 0,6 per edifici con superficie utile riscaldata di circa 900 mq.

Se si considera il confronto tra i risultati ottenuti con tipologie dalle caratteristiche sopra descritte e una tipologia articolata con superficie utile riscaldata pari a 180 mq, per la stessa tipologia si conferma una variazione del fabbisogno energetico di circa un 8%; in relazione al suo rapporto di forma pari a 0,6, rapportabile a quello della tipologia lineare, si registra una diminuzione del fabbisogno pari al

50%, rimanendo sempre verificati gli standards per l'edificio passivo.

Questo dimostra come la variazione della superficie esposta sia rilevante e come i consumi si riducano notevolmente e proporzionalmente alla sua diminuzione di estensione, questo nel momento in cui il rapporto di forma non sia fattore determinante di questa variazione.

Come il rapporto di forma non sia rilevante è dimostrato anche dal confronto tra i consumi correlati alla tipologia lineare e a corte in cui a variare è solo il rapporto di forma.

Per quanto riguarda la variazione ricavata dal fabbisogno per il raffrescamento estivo seguendo la lettura sopra definita, si dimostra come in una stessa tipologia edilizia con superficie utile raffrescata pari a 900 mq ma con diverso rapporto di forma (tipologia a corte e lineare), si verifichi linearmente un aumento dei consumi per il raffrescamento pari al 2%. Nel confronto tra le due tipologie, a parità d'attribuzione del livello di assorbimento, viene considerata la tipologia articolata al variare del valore di assorbenza della tinta esterna superficiale e registrando una variazione dei consumi in aumento, di verifica in verifica, di un 8-14%, arrivando anche, nel confronto tra i due casi limite, a variazioni pari a circa il 22%. Nel confronto tra la tipologia articolata e lineare con uguale rapporto di forma e differente superficie utile, si registra inoltre una

riduzione dei consumi pari al 75% da quella maggiore alla minore e si evidenzia come per la tipologia articolata, assimilabile ad un edificio residenziale unifamiliare, i consumi siano sempre all'interno dei limiti per l'edificio passivo.

In conclusione si può sottolineare come i valori di consumo per il raffrescamento possano variare in modo incisivo rispetto ai differenti rapporti di forma, diminuendo di un 20% nel passaggio da un valore di 0,6 a 0,4 di rapporto S/V di ed anche in relazione all'estensione della superficie esposta. Infatti se si considerano proporzionalmente le superfici complessive della tipologia articolata quella lineare (con stesso rapporto di forma) si evince che quest'ultima è 5 volte superiore e i consumi aumentano di circa 3.5 volte. La differente capacità assorbente di una tinta diventa incisiva nel caso in cui le dimensioni dell'edificio siano ridotte (tipologia articolata) diventando una variazione meno influente in tipologie che abbiano una superficie esterna maggiormente esposta e un volume maggiore.

Nel caso invernale invece si può ritenere incisivo il livello di compattezza di un edificio che, a parità di rapporto di forma ma con volume maggiore, riduce della metà i consumi invernali, lasciando alla variazione delle caratteristiche di assorbenza a una tinta di circa 8%.

Diventa perciò rilevante il fattore tipologico-

morfologico del colore e si consiglia nella scelta un livello di capacità d'assorbimento pari a 0,4 assicurando una buona mediazione tra quelle che sono le esigenze invernali e la principale incidenza del fattore in clima estivo.

IMPERMEABILITÀ ALL'ARIA

Tipologie considerate: corte e articolata.

Fattori invarianti: la tipologia edilizia, tipologia costruttiva, componenti tecnologici, dimensione delle singole aperture vetrate, percentuale di superficie vetrata per singole superfici esterne, quantità di superficie vetrata per alloggi, localizzazione delle parti vetrate nelle tipologie, assenza di sistemi di schermatura.

Considerando separatamente i consumi invernali ed estivi verificati per la tipologia edilizie a corte, è possibile affermare che modificando il valore di impermeabilità all'aria, partendo da un valore pari a zero per arrivare a 0,6 vol/h, 1 vol/h e continuare fino a 2,5 vol/h in step di 0,5 vol/h, si registrano variazioni elevate di consumi per il riscaldamento invernale che aumentano in maniera esponenziale. Parallelamente si registrano consumi per il raffrescamento che tendono a diminuire linearmente con un decremento di circa un 8% per ogni step ma in termini di peso sul risparmio dei consumi per il raffrescamento, diventa interessante vedere come aumentando il livello di impermeabilità, si riducano positivamente i fabbisogni per il

raffrescamento fino a raggiungere anche i 2 vol/h. Le modalità di raffrescamento andranno opportunamente controllate durante la stagione invernale affinché non siano superati i 0,6 vol/h.

Verificando lo stesso procedimento con la tipologia articolata, si riscontra un proporzionale aumento dei consumi per il riscaldamento durante la stagione invernale, con un aumento del 5% in ogni fase di calcolo, nel quadro dei consumi rilevati questi però non si modificano significativamente poiché garantiscono un elevato livello di prestazione energetica. Così si registra una diminuzione dei valori di raffrescamento il cui decremento registrato di fase in fase è pari al 4% e non risulta influente ai fini dell'efficienza del complesso edilizio.

Come noto, nella tipologia ad alta efficienza in clima freddo, il livello di impermeabilità all'aria dell'involucro deve risultare compreso tra 0 vol/h e 0,6 vol/h per garantire che i consumi che non superino i 15 kWh/mq, fattore rispondente ai risultati ottenuti mediante i calcoli svolti. Per il raffrescamento è possibile affermare che aumentando il fattore di impermeabilità all'aria non vengono modificati sensibilmente i consumi per il raffrescamento i quali vengono ridotti ottimizzando le prestazioni energetiche del complesso. Riduzioni che appaiono quasi ininfluenti sui bilanci di consumo energetico nel modello articolato (con minore superficie utile).

TRASMITTANZA

Tipologie considerate: corte e lineare.

Fattori invarianti: la tipologia edilizia, tipologia costruttiva, dimensione delle singole aperture vetrate, percentuale di superficie vetrata per singole superficie esterne, quantità di superficie vetrata per alloggi, localizzazione delle parti vetrate nelle tipologie, assenza di schermature.

Il fattore di trasmittanza che secondo i principi dell'architettura del nord Europa è uno dei fattori determinati per la qualità del progetto d'architettura, non è determinante nel progetto in clima mediterraneo per quanto riguarda la riduzione dei consumi per il raffrescamento estivo.

Lavorare con il fattore trasmittanza significa modificare il livello di isolamento delle pareti, considerando le tipologie d'involucro formulate nel capitolo 6 applicate alle tipologie a corte e lineare. Si è potuto così riscontrare che per ciascuna tipologia d'involucro, portando la trasmittanza ad un valore di 0,20, poi 0,24 e successivamente 0,30, mentre il fabbisogno per il riscaldamento invernale ha una variazione pari al 18%, i consumi nel periodo estivo subiscono variazioni molto piccole e non rilevanti. Comportamento che è possibile confermare per tutte le tipologie d'involucro prese in esame e applicate nei due modelli.

Parallelamente, confrontando i consumi ricavati

utilizzando tipologie d'involucro differenti ma con medesima trasmittanza, si riscontrano valori differenti d'incidenza dei fattori dipendenti dalla specifica natura dell'involucro, leggera o pesante e dalla posizione e proprietà dello stesso componente isolante. Si può comunque affermare che in una stessa tipologia leggera dato uno stesso valore di trasmittanza si registrano differenze di un 8% di consumi.

SCHERMATURE

Tipologie considerate: corte e lineare.

Fattori invarianti: la tipologia edilizia, tipologia costruttiva, componenti tecnologici, dimensione delle singole aperture vetrate, percentuale di superficie vetrata per singole superficie esterne, quantità di superficie vetrata per alloggi, localizzazione delle parti vetrate nelle tipologie.

L'analisi d'incidenza del fattore schermature solari è stata verificata attraverso l'uso dei softwares Design Builder ed Ecotect, attraverso i quali sono stati monitorati i consumi energetici invernali ed estivi rispetto alle differenti condizioni di ombreggiamento, inoltre si valutato effettivamente quanto il fattore luminoso sia in grado di soddisfare l'illuminazione interna degli ambienti nelle stagioni significative (anche in conformità con le richieste della normativa).

La superficie vetrata per i modelli analizzati è pari complessivamente al 25% della superficie

d'involucro rivolta a sud e a nord, sia per la tipologia corte che lineare, mentre la superficie delle aperture rivolte a ovest e ad est viene considerata pari al 5% della superficie per la tipologia a corte e non sono presenti aperture su questi lati nella tipologia lineare.

Si riscontra una riduzione del carico di apporti luminosi (kWh) di un 30% nel caso dell'uso di sistemi di schermatura orizzontali sia in inverno che in estate. Parallelamente si nota come tra un modello privo di sistemi schermanti e uno dotato di frangisole orizzontali interposti sulla superficie vetrata, sia presente una variazione del 10% dei consumi invernali (che aumentano laddove non siano presenti schermature) e inversamente una riduzione dei consumi per il raffrescamento estivo pari al 10%, che possono ridursi fino ad un 30% utilizzando un sistema verticale, che però non garantisce un elevato grado di illuminazione degli spazi interni durante il periodo invernale. Condizione che invece viene soddisfatta dalle tipologie di schermature solari di tipo 1 e 2 per le quali è ipotizzabile sfruttare l'apporto solare gratuito anche in periodo invernale.

Verificando il livello d'illuminazione degli ambienti interni facendo ruotare il modello tipologico, si può riscontare come per le tipologie di schermatura orizzontali sia garantito, durante la stagione invernale un elevato livello di illuminazione degli ambienti interni, ambienti

che godono di un perfetto controllo del fattore solare durante la stagione estiva. Durante questo periodo, le superfici a sud delle tipologie sono esposte al sole diretto dalle ore 8:00 alle 16:30, con una massima condizione di soleggiamento, che arriva a 45° est a ridurre l'apporto solare dalle ore 4:00 alle 13:00 del pomeriggio circa e a 45° est dalle 11:00 alle 19:00, interessando le superfici est e ovest che risultano in parte aperte nella tipologia a corte e permettono di acquisire un buon livello di soleggiamento.

SPAZI A DIFFERENTE TEMPERATURA

Tipologie considerate: articolata.

Fattori invarianti: tipologia edilizia, sistema costruttivo, componenti tecnologici, dimensione delle singole aperture vetrate, percentuale di superficie vetrata per superficie in riferimento alle singole tipologie, quantità di superficie vetrata per vani per tipologie, localizzazione delle parti vetrate nelle tipologie.

Secondo la verifica svolta con il modello articolato, si è potuto constatare come l'assenza del patio interrato accresca i consumi per il raffrescamento estivo del 30%, lasciando pressoché inalterati quelli per il riscaldamento invernale che subiscono solamente una variazione del 10%.

E' interessante verificare come le caratteristiche d'inerzia del terreno associate alla morfologia

del patio interrato determinino una riduzione così sensibile dei consumi energetici; risultato che è ottenibile anche senza affiancare altri elementi architettonici in grado di determinare spazi d'ombra, elementi che quindi potrebbero rendere solamente ulteriormente verificato questo dato. Quindi il patio si pone come bacino in cui si generano piccoli spazi d'ombra e grazie alle caratteristiche d'inerzia del terreno diviene una sorta di accumulatore, diventando così contenitore d'aria e luogo di acquisizione d'aria fresca che per convezione è in grado di asportare le masse di calore riducendo così le temperature interne.

Negli edifici più grandi si è verificato come la stessa tipologia a patio, nel confronto con quella lineare, proprio in virtù della sua compattezza a parità di superficie, registri una diminuzione dei consumi per il raffrescamento estivo, questo dato è in alta percentuale determinato dalla capacità del patio di creare sia un maggiore livello di compattezza ma ancor di più un rilevante spazio d'ombra, luogo in cui il livello di temperature è minore, condizioni vantaggiose che influiscono sugli aspetti di comfort degli ambienti. A tale proposito si registra una riduzione del 5% dell'umidità interna degli ambienti, garantendo una temperatura interna vicina ai 26-27°.

Allo stesso modo nella tipologia lineare con fattore S/V pari a 0,8 la sua stessa morfologia

che crea spazi rientranti e sporgenti comporta in regime estivo una riduzione dei consumi del 10%.

SFASAMENTO E SMORZAMENTO

Tipologie considerate: compatta e lineare.

Fattori invarianti: tipologie edilizie, dimensione delle singole aperture vetrate, percentuale di superficie vetrata per superficie in riferimento alle singole tipologie, quantità di superficie vetrata per vani per tipologie, localizzazione delle parti vetrate nelle tipologie.

Confrontando i consumi ottenuti per il raffrescamento estivo ricavati dalla combinazione di modelli tipologici e tipologie tecnologiche d'involucro, si evince come i consumi non subiscano variazioni in funzione del fattore di sfasamento. Data una base tipologica d'involucro di cui sono stati modificati i parametri di trasmittanza, dimensione e capacità termica dell'elemento isolante si ottengono dei valori di sfasamento differenziati in un intervallo di ore pari a 8 e 15 oppure 7 e 14; da questi valori è possibile notare come i consumi energetici corrispondenti alle differenti situazioni non subiscano una variazione sostanziale, che si limita a percentuali di circa 1,5%.

Quanto detto è riferito alle tipologie d'involucro leggere, anche per quelle pesanti mantenendo inalterata l'articolazione della differenziazione dei fattori d'involucro che hanno condotto alla

determinazione dei risultati di consumo, si verifica che per valori di trasmittanza nettamente superiori in un intervallo di 13 ore o dalle 16-20 ore, attraverso una verifica lineare, si registrano valori di consumo molto simili dove il fattore di consumo anche qui varia fino ad un massimo del 1,5%. Per ciascun esempio di combinazione tra tipologia edilizia e tecnologica d'involucro, i consumi per il raffrescamento estivo non variano al variare del valore dello sfasamento per l'involucro per cui si modificano i coefficienti di sfasamento in funzione delle caratteristiche tecniche dei materiali utilizzati, in particolare con il variare della dimensione dello strato isolante (trasmittanza) e la variazione della sua posizione.

E' altresì interessante come per alcune tipologie d'involucro sia possibile evidenziare una grande differenza dei valori di sfasamento tra le tipologie d'involucro in una verifica dei risultati ottenuti, applicando ad esempio ad un modello con le stesse caratteristiche di trasmittanza, uno strato isolante delle medesime dimensioni collocato nella stessa posizione all'interno del pacchetto tecnologico verticale, però con una differente capacità tecnica dell'elemento isolante, in questo caso l'incidenza osservata è del 3%.

- Tra involucri leggeri e pesanti intercorre un aumento dei consumi per il raffrescamento pari al 3%.

- A causa della variazione del livello di conducibilità dell'isolante si registrano variazioni fino a un 10% del consumo per il raffrescamento.

- Con il variare della tipologia (da quella corte a quella lineare) tutti i valori hanno un incremento del 10% circa ma non si modificano le relazioni che intercorrono tra questi e il valore di trasmittanza.

Dà qui è possibile affermare che è un valore molto importante per garantire il benessere negli spazi interni dell'edificio ma non un fattore determinate in termini di riduzione dei consumi energetici.

VENTILAZIONE NATURALE

La ventilazione naturale è uno dei fattori determinanti per il consumo energetico in regime estivo, la cui efficacia dipende spesso dal rapporto che intercorre tra caratteristiche di ventosità e brezze dei luoghi che si interfacciano con gli spazi abitati, dalle chiare caratteristiche morfologico-tecnologiche del modello edilizio in esame nonché dalla gestione della chiusura-apertura degli elementi vetrati.

Come rilevabile dai dati di ventosità acquisiti e introdotti al capitolo 5, si evince come nella località analizzata si registrino elevati livelli di ventosità distribuiti durante i mesi dell'anno; dalle ore 24:00 alle ore 6:00 queste brezze incidono maggiormente in direzione SE e SW,

mentre durante le ore diurne diventano rilevanti anche a NW e NE così come nelle ore serali fino alle 21:00.

L'efficacia del sistema di ventilazione naturale diventa interessante quando vengono sfruttate le caratteristiche climatiche per cui diviene efficace il modello orientato in direzione NE e NW i cui i venti sono preponderanti. Verificando che le aperture siano collocate in modo non allineato tra entrata ed uscita delle brezze, si può consentire un ottimo livello di ventilazione trasversale. Si possono inoltre considerare le pareti dell'edificio adibite a distribuzione, come porzioni d'edificio permeabile all'effetto di ventosità diurna, che può determinare un abbassamento di temperature durante il periodo estivo nelle parti in continuità con gli alloggi che vengono da lì distribuiti. Nella tipologia a corte i flussi d'aria contenuti possono determinare un ricambio di aria nel patio e una riduzione delle temperature interne, ottimizzando la sua naturale funzione di spazio termoregolatore e luogo di raffrescamento nelle ore serali, migliorando il livello di comfort.

Essendo la stagione invernale incidente quanto quella estiva nelle regioni in esame è auspicabile un controllo e una chiusura ai venti durante i periodi invernali per non aumentare la necessità di consumo energetico; consumi che nella stagione estiva possono essere abbattuti anche di un 30%, grazie all'asporto del calore

interno all'ambiente da parte dei flussi d'aria.

Tale principio è coerente sia nella tipologia lineare che può a pieno usufruire della modalità di ventilazione naturale di tipo trasversale orizzontale ed è applicabile in parte per la corte, in riferimento agli alloggi collocati a diretto contatto con la superficie sopravento, mentre quelli con superficie sottovento possono sfruttare il livello di ombreggiatura e di protezione dai raggi solari determinato dalla rotazione dell'edificio rispetto all'asse sud.

L'azione di ventilazione opera positivamente anche all'interno del sistema di parete ventilata che viene proposta assieme ad altre alternative, tra le variabili del sistema tecnologico.

TIPOLOGIE PASSIVE D'INVOLUCRO

Le tipologie d'involucro utilizzato suddivise in leggere e pesanti, sono caratterizzate dall'uso del principio della parete ventilata e dell'involucro con cappotto esterno o cappotto interno. Considerando giunti termici sempre verificati in relazione ai test svolti sia in caso di stagione invernale che estiva, la tipologia con parete ventilata risulta la più efficace infatti, grazie a quest'ultima è possibile ridurre i consumi per il raffrescamento estivo dell' 8-10% rispetto all'impiego di una parete con isolante esterno o interno, registrando però valori più alti di consumo per il fabbisogno invernale.

NOTE

1 Op. cit. Dizionario Le MonNier, di Giacomo Devoto e Giancarlo Oli, Casa Editrice Felice, Le Monier S.p.a. 1995.

2 Ogni giorno attraverso una giunzione larga 1 mm e lunga 1 ml possono entrare fino a 800 grammi di umidità, mentre in presenza di una barriera al vapore stagna il valore si riduce a 0,5 grammi. Una fessurazione di questo tipo provoca un peggioramento dell'isolamento termico al metro quadrato pari a 5 volte.

3 La norma si basa sul metodo di prova descritto dalla UNI EN 1026 ("Finestre e porte - permeabilità all'aria").

4 Una scorretta posa di questo componente può determinare una perdita di calore corrispondente a 800-1000 kWh/anno -1. Dato tratto da Schulze-Darup, Burkhard: Optimierung von Niedrigenergiehäusern beim kostengünstigen Bauen, Atti del convegno internazionale sugli edifici passivi, 27-28 febbraio 1998 a Bregenz, p. 181-190.

5 "Il test avviene montando un ventilatore sulla porta d'ingresso o su una finestra, mentre tutte le altre aperture rimangono ermeticamente chiuse. Il ventilatore espelle l'aria all'esterno fino ad arrivare alla differenza di pressione prescelta, poi si misura con un flussimetro il volume dell'aria il volume dell'aria che affluisce attraverso l'involucro. L'afflusso d'aria viene normalmente misurato in differenti condizioni di pressione e dai risultati ottenuti si determina il ricambio d'aria in condizione di una differenza di 50 Pa." U. Wienke, "L'edificio passivo, standard - requisiti - esempi", Alinea Editore, Firenze, 2002.

7 Conclusioni

INDICE PARZIALE

7.1 Verifica tra obiettivi e risultati raggiunti	376
7.2 I nuovi vettori di sviluppo della ricerca	379

Il capitolo conclusivo riguarda la verifica tra gli obiettivi e i risultati attesi indicati nel progetto di ricerca. Individuazione di nuovi vettori di sviluppo della ricerca.

7.1 VERIFICA TRA OBIETTIVI E RISULTATI RAGGIUNTI

Grazie allo studio delle legislazioni e dei regolamenti vigenti relativi all'efficienza energetica relativi all'ambito nazionale italiano e regionale, dei programmi operativi europei e dei programmi obiettivo, è stato possibile costruire un quadro normativo preciso allo stato di fatto in riferimento anche alle aree geografiche di specifico interesse.

Queste normative, sono in continuo aggiornamento, spesso però si assiste ad una mera acquisizione delle norme nazionali senza operare un ulteriore sforzo per un loro adattamento critico alle specifiche caratteristiche climatico-ambientali dell'area di intervento. Rimane inoltre il problema di una restituzione utile dei dati ottenuti da un modello di calcolo dei fabbisogni energetici, che possano essere completi, comparabili e oggettivamente validi.

Partendo da queste premesse, la ricerca è giunta a proporre delle linee di indirizzo per la progettazione edilizia di edifici passivi residenziali, potenzialmente sviluppabili in un futuro prossimo in linee guida utili allo sviluppo di integrazioni per le normative regionali o nazionali specificatamente in merito alle aree mediterranee, al fine di ottenere norme più specifiche e colmare le lacune presenti allo stato attuale.

Dall'analisi e dallo studio delle componenti dell'architettura antica e moderna in clima

mediterraneo è stato possibile ottenere un'approfondita conoscenza della materia di studio, in particolare delle peculiarità delle aree mediterranee e delle loro architetture, giungendo ad una definizione e ordine di dieci fattori progettuali di riferimento, verificandone le ricadute sulle componenti energetiche e di benessere in regime estivo e invernale. Questi fattori sono:

- 1 orientamento - fattore tipologico/morfologico.
- 2 rapporto di forma - fattore tipologico/morfologico.
- 3 inerzia termica - fattore tecnologico.
- 4 trasmittanza - fattore tecnologico.
- 5 schermatura - fattore tecnologico.
- 7 spazi a differenti temperature - fattore tipologico/morfologico.
- 8 strategie passive d'involucro - fattore tecnologico.
- 9 impermeabilità all'aria - fattore tecnologico
- 10 colore - fattore tipologico/morfologico

Le linee di indirizzo prodotte, delineano come la gestione di questi fattori importantissimi, possa migliorare e quindi garantire un'elevata qualità delle condizioni di comfort psico-fisico e parallelamente condurre a un risparmio energetico in termini di riscaldamento e raffrescamento.

Per ciascuno di questi fattori è stato possibile quantificare percentualmente la loro singola incidenza in fase progettuale, per ottimizzare



il comportamento energetico del complesso edilizio, avendo come riferimento modelli con caratteristiche tipologiche/morfologiche e tecnologiche definite "invarianti" ai quali sono stati applicati variabili volta per volta differenti ma afferibili al parametro preso in esame.

Grazie all'utilizzo di softwares specifici quali Design Builder è stato analizzato il comportamento dinamico dell'edificio ad ogni modifica del dato variabile richiesto sia nel comportamento invernale sia estivo, in termini di consumi energetici, grazie a queste analisi e a controlli comparati tra i vari fattori si è giunti a determinare la percentuale di incidenza del fattore preso in esame sul modello.

Utilizzando il software JTempEst sono stati integrati i risultati precedentemente ottenuti, approfondendo l'incidenza di parametri quali l'*inerzia termica*, la *trasmissione* e la scelta di *strategie passive per l'involucro*, in riferimento alle specifiche di sfasamento e di attenuazione del flusso termico attraversante le componenti tecnologiche. Con il software Ecotect invece, sono state verificate la completa incidenza e rilevanza delle *componenti schermanti*, controllando inoltre l'irraggiamento sulle superfici e il corretto apporto luminoso negli ambienti interni durante le differenti stagioni.

Queste verifiche con un confronto dei risultati, hanno condotto alle valutazioni delineate nel capitolo 7. Valutazioni che è stato possibile

eseguire ponendo come dati base di progetto, le condizioni di comfort e di benessere termigrometrico, riferiti alle temperature interne degli ambienti e alla loro destinazione d'uso, secondo il target di utenti che si è stabilito potranno usufruire di questi spazi e il loro livello di occupazione.

Si considerando verificati gli altri requisiti delineati per le classi esigenti di sicurezza, fruibilità, gestione e salvaguardia dell'ambiente in virtù delle caratteristiche morfologico-tipologiche e tecnologiche attribuite ai modelli di studio, di gestione dei terminali impiantistici di base ad essi attribuiti e in funzione dei fabbisogni energetici considerati per le attività varie svolte all'interno degli ambienti.

Il fattore *ventilazione naturale* è stato invece definito in rapporto alla conoscenza dei dati ricavati per altri parametri, in particolare per *spazi a differente temperatura* e *strategie passive d'involucro* ad esso affini per l'incidenza sul comportamento estivo dell'edificio. Dati implementati con la conoscenza della ventosità della località geografica presa in esame e delle strategie di termoregolazione attive nelle tipologie analizzate e quindi dell'efficacia dei meccanismi di ventilazione naturale ivi utilizzabili.

Questi risultati mancano però di una validazione puntuale attraverso l'uso dello stesso software Design Builder per analisi in regime dinamico impiegato nello studio degli altri fattori,

al fine di ottenere risultati coerenti e realmente comparabili a quelli ricavati per gli altri principi in esame.

L'analisi del fattore *spazi a differente temperatura* ha portato come primi risultati dei valori d'incidenza inaspettati per i quali si delineano però alcuni limiti dovuti ad una mancanza di confronto con ulteriori dati ottenibili su modelli differenti da quello del patio interrato, su tipologia articolata, ad esempio considerando un patio superficiale, delle serre, bacini d'acqua, un bowindow realizzato con involucri leggeri e permeabili oppure vetrati e protetti. Questa ulteriore analisi sarebbe necessaria al fine di interfacciare i consumi invernali ed estivi ottenuti con le differenti strategie applicate non solo a modelli tipologici di edifici con superfici di 180 mq ma anche a modelli con superficie riscaldata di 1000 mq.

I risultati complessivi ottenuti hanno concesso di capire come l'incidenza di questi fattori possa variare anche in funzione della dimensione del complesso edilizio sia che questo sia assimilabile ad esempio ad un edificio mono residenziale oppure ad una palazzina di tre piani. Gli esiti sono interessanti e sono stati maggiori rispetto a quanto si era ipotizzato in partenza, poiché è stato possibile interfacciare parametri metrici anche molto dissimili confrontandoli con le diverse tipologie edilizie.

La varietà dei risultati ottenuti pone sempre

come modello di riferimento d'analisi quella dell'edificio a corte poiché si è riusciti a studiarlo con maggiore definizione, rispetto ad esso, inoltre, sono stati incrociati i dati ottenuti dalle analisi condotte sugli altri modelli tipologici utilizzati.

Dal modello di calcolo, si è potuta verificare la distribuzione dei consumi nelle diverse unità abitative, in funzione della loro collocazione all'interno dell'edificio riuscendo a comprendere con più efficacia i dati rilevati con le prime analisi dinamiche.

Durante la fase di verifica si sono riscontrati dei valori di consumo per il raffrescamento che risultano coerenti col progetto di un edificio passivo, i valori di Epe ed Epi infatti, sono inferiori a 15 KW/m²a, questo avviene in particolare per il modello articolato dalle dimensioni più contenute, mentre per i modelli di dimensioni maggiori, i consumi per il raffrescamento estivo risultano superiori.

7.2 I NUOVI VETTORI DI SVILUPPO DELLA RICERCA

Tra i possibili vettori di sviluppo della ricerca presentata, si può operare una suddivisione tra vettori finalizzati all'implementazione della ricerca, al fine di far avanzare il percorso di indagine delineato e vettori di sviluppo in qualità di strumento metodologico d'interesse più ampio applicabile a diversi ambiti territoriali.

In primo luogo inoltre, sul piano culturale, potrà indubbiamente essere mezzo di sensibilizzazione per le tematiche di risparmio ed efficienza energetica, rivolgendosi al mondo universitario, alle pubbliche amministrazioni e agli enti di tutela e gestione del territorio

La ricerca potrà proseguire in vista di un completamento dei dati utili a chiarire anche l'incidenza del fattore ventilazione al fine di conoscerne esattamente la rilevanza come fattore progettuale per le tipologie edilizie proposte e le caratteristiche tecnologiche ad esse attribuite, sulle quali verranno diversificati volta per volta i parametri invarianti.

Ottimizzando e affinando l'uso dello stesso software d'analisi dinamica Design Builder utilizzato per la verifica degli altri parametri e ponendo a confronto questi risultati con quelli ottenuti dall'analisi del modello in regime dinamico o semidinamico con un secondo software specifico per l'analisi della ventilazione naturale come SperaVent o similare, in grado di definire in termini di consumo energetico quanti kW/m²a per raffrescamento estivo sarebbe possibile risparmiare sfruttando la ventilazione naturale.

A queste indagini verranno affiancati calcoli che si relazioneranno con la normativa UNI da poco introdotta, la UNI TS 11300 parte 3° e aggiornamenti della parte 1°, essendo la componente normativa in continua evoluzione e poiché la ricerca stessa si pone come strumento per lo

sviluppo di una possibile implementazione normativa.

Come delineato nel precedente paragrafo si potrà inoltre approfondire il fattore relativo all'incidenza degli spazi a differente temperatura per indagare la rilevanza d'uso di altri modelli oltre a quello del patio interrato e comprendere se e quanto questi agiscono sui consumi energetici, sul miglioramento del microclima esterno dell'edificio e comprendere se sono presenti le condizioni di comfort per l'individuo in regime estivo o invernale.

In seguito alla messa a punto di questi fattori si potranno perfezionare le linee guida progettuali per edifici passivi nelle regioni dell'Italia centrale, secondo protocolli di progetto sistematizzati.

Si potrà auspicare l'applicazione del metodo proposto, anche in altre tipologie edilizie che per uguale superficie riscaldata e raffrescata abbiano rapporti di forma superiori ai limiti di 0,6 e 0,8 per verificarne l'efficienza in termini energetici. E ancora, considerando i modelli tipologici di base, sarà possibile prevedere un'ulteriore suddivisione degli spazi interni (per ora considerati come spazi unitari) nelle differenti unità abitative, secondi ipotetici alloggi o ambienti. Sarà possibile estendere le valutazioni anche ad edifici con destinazioni d'uso differenti da quella residenziale, come quella terziaria ad esempio, per i quali si va a sostituire o ad

implementare un rilevante fattore “invariante”. Inoltre si potrà approfondire nella ricerca l’incidenza, in termini di consumi in regime estivo e invernale, delle variabili attribuite al sistema tecnologico come la trasmittanza, valutando quindi le dimensioni e le proprietà del componente isolante e di conseguenza anche sfasamento e inerzia termica, lavorando sia sulle componenti tecnologiche dell’involucro esterno, sia variando le caratteristiche del solaio a terra e della copertura.

Si potrebbe inoltre introdurre il fattore impiantistico, che in questa sede è stato considerato come costante di progetto, ma che potrebbe invece diventare un fattore variabile in un’ottica coerente con gli obiettivi per l’ottenimento di un edificio passivo, prevedendo ad esempio impianti solari fotovoltaici o termici che già secondo normativa dovrebbero essere utilizzati negli edifici di nuova costruzione.

Sarà possibile definire inoltre, grazie a questa indagine, una metodologia di analisi esportabile come strumento basilare per conoscere l’incidenza dei differenti fattori di progetto dell’edificio passivo per le singole località prese in esame.

Infatti quest’analisi potrà essere estesa anche ad altre località della regione presa in esame, anche con caratteristiche climatiche dissimili, al fine di arricchire in maniera marcata le conoscenze sull’incidenza dei fattori di progetto per

gli edifici passivi, in riferimento a condizioni climatiche diverse ma interne ad uno stesso ambito regionale-geografico. Le linee indirizzo, potrebbero così evolvere in linee guida di progetto per edifici efficienti rivolte a località estese oppure strumento più specifico specifiche per singole località puntuale, al fine di delineare con maggiore attendibilità un protocollo coerente. Indagare località differenti da quella in esame magari in contesti regionali differenti con caratteristiche climatiche simili potrebbe diventare una buona matrice di confronto per improntare delle valutazioni energetiche a più ampia scala territoriale.

8 Bibliografia e Norme

- AA. VV. Passivhaus per il sud dell'Europa, linee guida per la progettazione, Milano, ERG-Politecnico di Milano, Rockwool Italia S.p.a., 2008, p.67
- Antonimi Ernesto e Landriscina Giulia, Innovazione, efficienza e sostenibilità del costruire: I risultati delle azioni di ricerca e trasferimento tecnologico del Laboratorio LaRCo e del centro ICOS, 2008, p. 157
- Balzani Marcello – Maietti Federica, Colore e Materia, Rimini, Maggioli S.p.A., 2010, p. 276
- Banham Reyner traduzione a cura, di Giovanni Morabito, ambiente e tecnica nell'architettura moderna, Bari, Laterza 1993, p. 303
- Banhan Reyner, traduzione di Raffella Fagetti, Deserti americani, Torino, Giulio Einaudi editore, 2006 ristampa 2009, p.211
- Bellanca Rosa (a cura di), Verso un'Architettura nel mediterranea – Attività svolte nell'ambito del dottorato di ricerca di progettazione architettonica, Palermo, L'EPOS editore, 2001, pp.135
- Benedetti Cristina, Architettura Bioclimatica, Rimini, Maggioli editore, 1994 , p. 197
- Braudel Fernand, Il Mediterraneo, Milano, Bompiani, 1994, p. 188
- Boeri Andrea, Criteri di progettazione ambientale. Tecnologie per edifici a basso consumo energetico, Milano, Delfino editore, 2007, p. 204
- Butera Federico M., Dalla caverna alla casa ecologica, storia del comfort e dell'energia, Milano, Edizioni Ambiente, I edizione 2004, 2007, p. 238
- Carotti Attilio, La Casa Passiva in Europa: Guida professionale alle nuove normative energetiche e ai Modelli di Calcolo, Milano, La rovere s.r.l., Rockwool Italia S.p.a., 2005, p. 228
- Carotti Attilio, Domenico Medè, La Casa Passiva in Italia: Teoria e progetto di una "casa passiva" in tecnologia tradizionale, Milano, La rovere s.r.l., Rockwool Italia S.p.a., 2006, p.132
- Cengel Yunus A., edizione italiana a cura di Ettore Cirillo, Termodinamica e trasmissione del calore, Milano, McGraw-Hill, 2005, p. 587
- Coccia Francesco, La casa e il luogo, Edizioni Kappa, Roma, 1997, p.122
- Cornoldi Adriano (a cura di), Viola Francesco, Nuove forme dell'abitare, Napoli, Clean Edizio-

ni, 1999, p. 111

- Davoli Pietro, Architettura senza impianti, Firenze, Alinea, 1993, p.150

- Danesi Silvia e Patetta Luciano, Il razionalismo e l'architettura Italiana durante il fascismo, Venezia, Alfieri edizioni d'arte, 1976, p. 203

- De Filippi Francesca (a cura di), L'ambiente costruito nella cultura islamica, il progetto di conservazione, riqualificazione, innovazione tecnologica, Torino, Politecnico di Torino, 2005, p.148

- Droste Magdalena, tradotto da Enzo Morandi, Bauhaus, Berlino, 1930 ristampa 1998, p.256

- Duby Georges (a cura di), Gli ideali del Mediterraneo, Messina, Mesogea, 2000, p. 442

- Fathy Hassan, Costruire con la gente – Storia di un Viaggio d'Egitto, Milano, Jaca Book, 1986, p. 286

- Fathy Hassan, Natural Energy and Vernacular Architecture, USA, 1986

- Fathy Hassan, Natural Energy and vernacular architecture; Principles and Exmples with Reference to Hot Arid Climates, The University of

Chicago Press, Walter Shearer, Abd-el-rahman Ahmed Sultan, 1986

- Ferlenga Alberto, Pikionis, Milano, Electa 1999, p. 350

- Feuerstein Gunther, Orientamenti nuovi nell'architettura tedesca, traduzione a cura di Maria Teresa Rubin de Cervin, Milano, Copyright by Electa ed. 1969, p. 117

- Gallo Cettina, Architettura bioclimatica, Roma, Syntesis, 1998, p.157

- Gropius Walter, La nuova architettura e il Bauhaus, Milano, Abscondita, 2004, p. 92

- Gropius Walter, Per un 'architettura totale, Milano, Abscondita, 2007, p.188

- Grosso Mario, Il raffrescamento passivo degli edifici, in zone a clima temperato, Rimini, Maggioli Editore, 1997, p.588

- Gunther Gantioler, Convegno nazionale case passive 2008, atti del convegno, Bolzano, 2008, p.143

- Guzin-Muller Dominique, Architettura sostenibile, 29 esempi europei di edifici e insediamenti ad alta qualità ambientale, Milano, Edizioni Am-

- biente, p. 257, 2003
- Herzog Thomas, Volz Michael, Kaiser Norbert, Solar energy in architecture and urban planning, London -NewYork, Prestel Munich, 1996, p. 223
 - Herzog Thomas, Thomas Herzog Architektur+Technologie-Architecture+Technology, London -NewYork, Prestel Munich, p. 223, 2002
 - Malacrino Carmelo G. ed Sorbo Emanuela (a cura di), Architetti Architettura e città nel mediterraneo antichi, Milano, Bruno Mondadori Editori, 2007, p. 352
 - Martinetti F.T., Il fascino dell'Egitto, Milano, Mondadori, 1991
 - Marzia Edward, Sistemi solari passivi, Padova, Franco Muzzio & C. Editore, 1990, p. 311
 - Minguzzi Gianluca, Architettura sostenibile processo costruttivo e criteri biocompatibili, Milano, Skira, , 2006, p.192
 - Mottura Giovanna e Pennini Alessandra, Progettare Sistemi di Protezione Solare degli Edifici, Rimini, Maggioli SpA, 2006, p.206
 - Oligay Victor, Progettare con il clima: un ap-
proccio al regionalismo architettonico, Padova, Franco Muzzio & C. editore, 1981, p. 330
 - Petruccioli Attilio, Dar Al Islam Architetture del territorio nei paesi Islamici, Roma, Carucci editore Roma, 1985, p.187
 - Picone Adelina, La casa araba d'Egitto, Milano, Editoriale Jaca Book SpA, 2009, p.300
 - Portoghesi Paolo e Scarano Rolando a cura di, Architettura del mediterraneo, conservazione trasformazione innovazione, Roma, Gangemi Editore, 2006, p. 348
 - Rinaldi Andrea, Progettazione ed efficienza energetica, Rimini, Maggioli SpA, 2010, p.249
 - Scarano Alessandra, Identità e differenze nell'Architettura del mediterraneo, Roma, Gangemi editore, 2006, p.273
 - Scarano Alessandra, Luoghi e Architetture del Mediterraneo, Roma, Gangemi Editore spa, 2006, p.319
 - Spagnolo Mauro a cura di, Efficienza energetica nella progettazione, energie rinnovabili bioclimatica nuove tecnologie normativa, Roma, Dei editore, 2007, p. 446

- Tietz Jurgen, traduzione di Andrea Barbaranelli, Storia dell'architettura del XX secolo, Milano, Konemann - Redy-made, 2000, p.119
- Trombetta Corrado, L'attualità del pensiero di Hassan Fathy nella cultura tecnologica contemporanea, il luogo, l'ambiente e la qualità dell'architettura, Catanzaro, Rubettino editore, 2003, p. 246
- Turchini Giuseppe e Grecchi Manuela, Nuovi modelli per l'abitare. L'evoluzione dell'edilizia residenziale di fronte alle nuove esperienze, Milano, Il Sole 24 Ore s.p.a., 2006, p. 409
- Wienke Uwe, L'edificio passivo. Standard, requisiti, esempi, Firenze, Alinea Editrice, 2002, p. 192
- Wienke Uwe, Manuale di bioedilizia, Roma, DEI s.r.l., 2008, 4° ed., p. 484
- Zaffagnini Mario, Gaiani Alessandro, Marzot Nicola, Morfologia Urbana e tipologia edilizia, Bologna, Pitagora editrice, p. 334
- Zennaro Pietro, Il colore nella produzione di architettura, Verona, Iper testo edizioni, 2007, p.387
- Normativa
 - Direttiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, del 16 Dicembre 2002, sul rendimento energetico nell'edilizia.
 - Decreto Legislativo 19 Agosto 2005, n. 192. Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico dell'edilizia.
 - Decreto legislativo 29 Dicembre 2006, n. 311. Disposizioni correttive ed integrative al decreto Legislativo 19 Agosto 2005, n. 192. recente attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico dell'edilizia.
 - Regione Emilia Romagna, 4 Marzo 2008, Atto di indirizzo e coordinamento relativo a rendimento e certificazione energetica degli edifici.
 - Regione Lombardia, 22 Dicembre 2008, delibera VII/008745 contenente "determinazioni in merito alle disposizioni per l'efficienza energetica in edilizia e per la certificazione energetica degli edifici", modifica delle precedenti 8/005773 e 8/ 005018.
 - Regione Liguria, Legge regionale, 29 Maggio 2007, n. 22, "Norme in materia di energia"
 - Regione Marche, Legge regionale, 17 Giugno 2008, n.14, "Norme per l'edilizia sostenibile"

- Regione Umbria, Legge regionale, 18 Novembre 2008, n. 17, “Norme in materia di sostenibilità degli interventi urbanistici ed edilizi”

- Regione Lazio, Legge regionale, 27 Maggio 2008, n. 6, “Disposizioni regionali in materia di architettura sostenibile e di bioedilizia”

- Regione Puglia, Legge regionale, 10 Giugno 2008, n. 13, “Norme per l’abitare sostenibile”

- NORMA UNI EN ISO 13790:2008, “ Prestazione energetica degli edifici – Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento”

- NORMA UNI/TS 11300, “Prestazioni energetiche degli edifici”, modalità per l’applicazione nazionale della UNI EN ISO 13790:2008

- NORMA EN 15251, “Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics”

- NORMA ISO 7730:2005, “Moderate thermal environments – Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort”

