RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO PASSIVO DEGLI EDIFICI

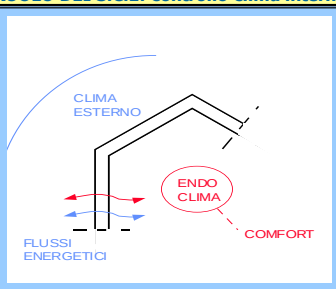
Prof. Arch. Mario GROSSO,

II Facoltà d'Architettura, Politecnico di Torino

2) SISTEMI DI CLIMATIZZAZIONE ECOCOMPATIBILI (SiCIE)

- DEFINIZIONI E CLASSIFICAZIONI
- SiCIE per RISCALDAMENTO
- SiCIE per RAFFRESCAMENTO
- SiCIE INTEGRATI

RUOLO DEI SiCIE: controllo clima interno



DEFINIZIONE E FUNZIONI DEI SiCIE

I **sistemi di climatizzazione ecocompatibili (SiCIE)** hanno la funzione di controllo del microclima interno di un edificio – inclusa la qualità dell'aria, quando non vi sia bisogno di trattamento specifico – con il minimo impiego di fonti energetiche non rinnovabili. Essi utilizzano, in prevalenza, ***energie rinnovabili*** quali quella **solare** ed **eolica**, nonché ***pozzi termici naturali***, quali l'aria, l'acqua, il terreno e il cielo notturno.

I SiCIE utilizzano, per lo scambio termico e la distribuzione del calore (o del freddo) e dell'aria, sia *componenti edilizie* – d'involucro e strutturali – sia componenti del *sistema impiantistico*.

CLASSIFICAZIONE DEI SiCIE

I SiCIE possono essere classificati in relazione:

a. alla funzione d'uso;
b. alle caratteristiche di movimentazione dei fluidi;
c. alle caratteristiche e collocazione, sull'involucro edilizio, dei subsistemi che compongono i SiCIE stessi;
d. alle interazioni spaziali tra detti subsistemi – ed, in particolare, quello di distribuzione dei fluidi – e l'ambiente da climatizzare;
e. alla risorsa climatica utilizzata come fonte energetica o pozzo termico.

CLASSIFICAZIONE dei SiCLE PER FUNZIONE D'USO

I SiCIE si differenziano a seconda che siano utilizzati per *riscaldamento*, *ventilazione*, *raffrescamento* o *integrati*.

I SiCIE integrati sono sistemi in grado di svolgere più di una delle funzioni precedenti, in relazione al variare delle condizioni climatiche giornaliere e stagionali.

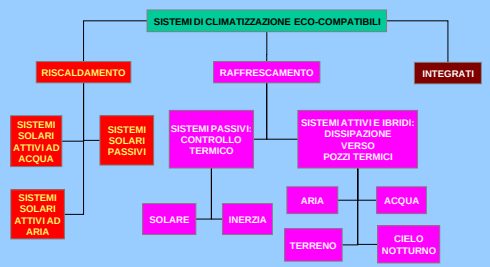
CLASSIFICAZIONE dei SiCLE PER TIPO DI MOVIMENTAZIONE DEI FLUIDI

a. sistemi *passivi*, se la movimentazione è realizzata unicamente per effetto del gradiente termico del fluido stesso;
b. sistemi *attivi*, se la movimentazione è effettuata meccanicamente;
c. sistemi *ibridi*, se sono utilizzati entrambi i tipi di movimentazione.

CLASSIFICAZIONE dei SiCLE PER TIPO DI RISORSA UTILIZZATA

I SiCIE di riscaldamento utilizzano *energia solare*, quelli di ventilazione il *vento* e l'*effetto camino*, quelli di raffrescamento i pozzi termici *aria*, *terreno*, *acqua* e *cielo notturno*, oltreché operare, in senso contrario rispetto ai sistemi di riscaldamento, sull'energia solare.

SCHEMA DI CLASSIFICAZIONE dei SiCLE

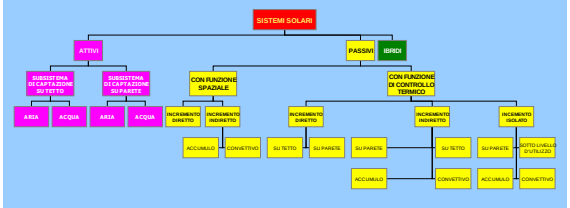


I SiCIE PER RISCALDAMENTO

I SiCIE per riscaldamento sono distinguibili in *sistemi solari* attivi, passivi ed ibridi, secondo il significato definito sopra.

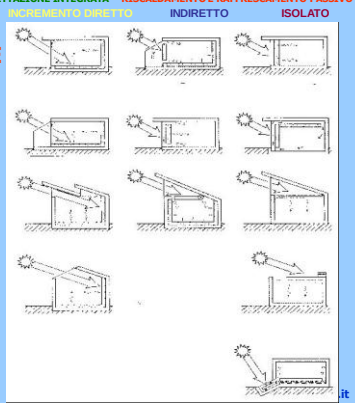
I *sistemi solari* hanno la funzione di controllare – in toto o in parte (in tal caso come mezzi di ausilio di impianti tradizionali), in relazione al tipo di clima del luogo considerato – il microclima interno di un edificio, in condizioni invernali.

SCHEMA DI CLASSIFICAZIONE dei SiCLE per riscaldamento: I SISTEMI SOLARI

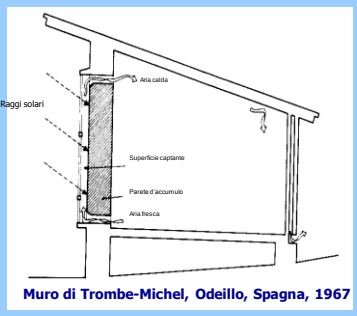


I SISTEMI SOLARI PASSIVI E IBRIDI

SCHEMA DI CLASSIFICAZIONE TIPOLOGICA DEI SISTEMI SOLARI PASSIVI E IBRIDI



SISTEMI SOLARI PASSIVI



Muro di Trombe-Michel, Odeillo, Spagna, 1967

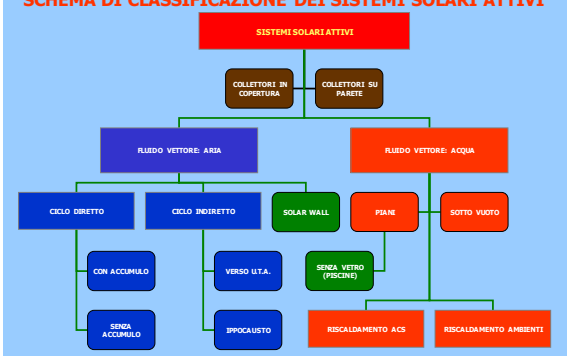
SISTEMI SOLARI PASSIVI



Serra ad accumulo e convettiva

I SISTEMI SOLARI ATTIVI

SCHEMA DI CLASSIFICAZIONE DEI SISTEMI SOLARI ATTIVI



SISTEMI SOLARI TERMICI AD ACQUA

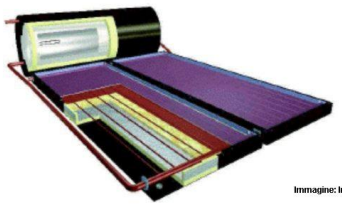


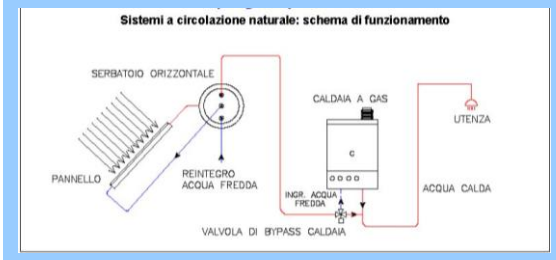
Immagine: IndustrialSolar

Sistemi solari termici a circolazione naturale

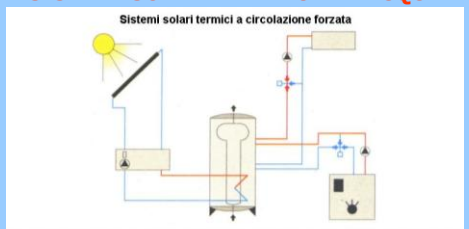
I sistemi solari a circolazione naturale sono sistemi a circuito chiuso, che funzionano a scambio indiretto, senza pompe e componenti elettrici.

Nei tubi presenti nel pannello passa un fluido (miscela acqua - glicole) che, esposto alle radiazioni solari, si scalda, diviene più leggero (si riduce la sua densità) e sale per convezione (effetto termosifone) verso il serbatoio. Il fluido, attraverso un'intercapedine del serbatoio, cede il calore all'acqua in esso contenuta, che confluisce nel circuito sanitario dell'utenza.

SISTEMI SOLARI TERMICI AD ACQUA



SISTEMI SOLARI TERMICI AD ACQUA



Nei sistemi a circolazione forzata normalmente i collettori solari vengono collegati tra loro in parallelo a formare banchi di collettori.

Più banchi di collettori solari vengono connessi in sistemi serie-parallelo.

Il circuito primario dell'impianto è costituito dall'insieme dei collettori solari collegati in serie/parallelo al fine di ottenere il riscaldamento del fluido termovettore secondo temperature e portate prefissate, e l'insieme dei dispositivi atti al trasferimento del calore raccolto dai collettori allo scambiatore di calore che rappresenta l'interfaccia tra circuito primario e secondario.

SISTEMI SOLARI TERMICI AD ACQUA



COMPONENTI DEI SISTEMI SOLARI TERMICI AD ACQUA: IL COLLETTORE



COMPONENTI DEI SISTEMI SOLARI TERMICI AD ACQUA: IL COLLETTORE

TIPOLOGIE DI PANNELLI

I pannelli solari possono essere raggruppati in quattro tipologie principali: collettori vetrati, collettori sottovuoto, collettori scoperti e collettori ad aria.

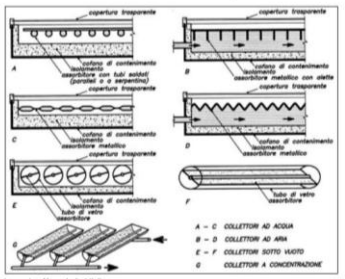
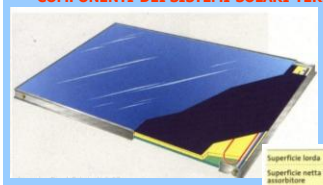


Immagine: Manuale Architetto

COMPONENTI DEI SISTEMI SOLARI TERMICI AD ACQUA: IL COLLETTORE PIANO

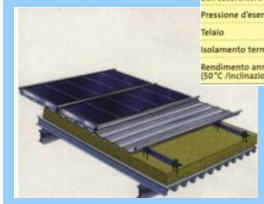


Superficie lorda	2,5 m²
Superficie netta assorbitore	2,25 m²
Dimensione di ingombro	1230×2035×90 mm
Peso a vuoto	38 kg
Portanza	25 kg/m²
Assorbitore	In rame con 4 attacchi idraulici per un rapido collegamento
Proprietà dell'assorbitore	Altamente selettive (Sunselect) con speciali caratteristiche: assorbimento 94 %, emissione 5 %
Pressione	Massima fino a 6 bar (pressione di prova 9 bar)
Intelaiatura	Intelaiatura in alluminio per il contenimento dell'isolazione ed alto carico di portanza
Vetro di copertura	Cristallo temperato elastico con zigrinatura interna a diffusione
Trattamento termico	Doppio strato di isolazione con ottimizzazione del rendimento
Rendimento annuo (50 °C / inclinazione 45°)	>570 kWh/m²/SPF n° 375 (Locarno)

Master univ. I liv. PRODUZIONE, UTILIZZAZIONE E GESTIONE DI ENERGIE DA FONTI RINNOVABILI
2° Corso – Indirizzo: PROGETTAZIONE INTEGRATA RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO PASSIVO

COMPONENTI DEI SISTEMI SOLARI TERMICI AD ACQUA: IL COLLETTORE PIANO

Collettore elevate prestazioni	
Superficie totale	1,07 m²
Superficie assorbitore	1,00 m²
Dimensioni	400×2700×70 mm
Peso dell'impianto	24 kg/m²
Assorbitore	assorbitore in rame con 2 raccordi a flangia per montaggio rapido
Proprietà dell'assorbitore	Altamente selettivo (Sunselect) con speciali caratteristiche: assorbimento 94%, emissione 5%
Pressione d'esercizio	Fino 6 bar al mass. (pressione test 9 bar)
Telaio	Profilo in alluminio e parete dorsale
Isolamento termico	Lana minerale
Rendimento annuo (50 °C /inclinazione 30°)	>520 kWh/m²/SPF n° 450 (Rapperswil)



Camerino, 9 e 10 marzo 2007 mario.grosso@polito.it

Master univ. I liv. PRODUZIONE, UTILIZZAZIONE E GESTIONE DI ENERGIE DA FONTI RINNOVABILI
2° Corso – Indirizzo: PROGETTAZIONE INTEGRATA RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO PASSIVO

COMPONENTI DEI SISTEMI SOLARI TERMICI AD ACQUA: IL COLLETTORE

Il collettore sottovuoto



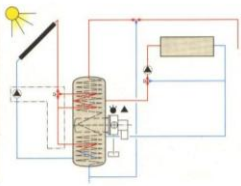
Camerino, 9 e 10 marzo 2007 mario.grosso@polito.it

Master univ. I liv. PRODUZIONE, UTILIZZAZIONE E GESTIONE DI ENERGIE DA FONTI RINNOVABILI
2° Corso – Indirizzo: PROGETTAZIONE INTEGRATA RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO PASSIVO

COMPONENTI DEI SISTEMI SOLARI TERMICI AD ACQUA:

Il sistema di accumulo





Dati tecnici	
Accumulatore	
Diametro, isolazione compresa	
Diametro senza isolazione	
Altezza, isolazione compresa	
Altezza di ribaltamento	
Isolazione in spugna sintetica, rivestimento in PVC riciclo	
Scambiatore termico inferiore (solare)	
Scambiatore termico superiore (solare)	
Boiler Spira in acciaio inossidabile superficie/capacità	
Caldaia	
Camera di combustione condensante in acciaio inossidabile, adatta alla combustione di gasolio e gas, potenza massima	
Esercizio solare/impianto collettori	
Circuito a collettori low-flow con 2 scambiatori termici solari. Canduttori in rame preisolati, con cavo sensore integrato. Collettori Riesch TERZA (SPF n° 375) Superficie dei collettori raccomandata	

Immagine: Ruesh Solartechnik AG

Camerino, 9 e 10 marzo 2007 mario.grosso@polito.it

Master univ. I liv. PRODUZIONE, UTILIZZAZIONE E GESTIONE DI ENERGIE DA FONTI RINNOVABILI
2° Corso – Indirizzo: PROGETTAZIONE INTEGRATA RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO PASSIVO

POSA DEI SISTEMI SOLARI TERMICI AD ACQUA: COLLETTORI IN COPERTURA



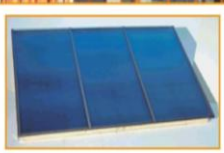


Camerino, 9 e 10 marzo 2007 mario.grosso@polito.it

Master univ. I liv. PRODUZIONE, UTILIZZAZIONE E GESTIONE DI ENERGIE DA FONTI RINNOVABILI
2° Corso – Indirizzo: PROGETTAZIONE INTEGRATA RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO PASSIVO

POSA DEI SISTEMI SOLARI TERMICI AD ACQUA: COLLETTORI IN COPERTURA







Camerino, 9 e 10 marzo 2007 mario.grosso@polito.it

INTEGRAZIONE EDILIZIA DEI SISTEMI SOLARI TERMICI AD ACQUA: COLLETTORI SU PARETE



INTEGRAZIONE EDILIZIA DEI SISTEMI SOLARI TERMICI AD ACQUA: COLLETTORI SU PARETE E SPORTO

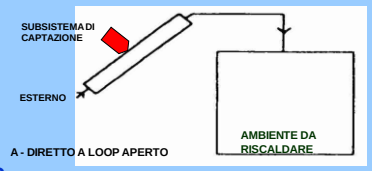


INTEGRAZIONE EDILIZIA DEI SISTEMI SOLARI TERMICI AD ACQUA: COLLETTORI SU PARETE

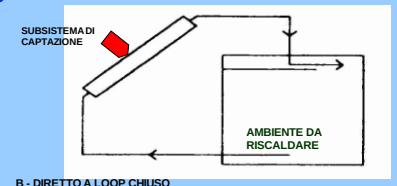


SISTEMI SOLARI TERMICI AD ARIA:

Schemi di funzionamento



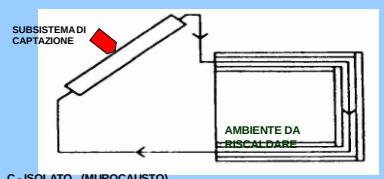
A - DIRETTO A LOOP APERTO



B - DIRETTO A LOOP CHIUSO

SISTEMI SOLARI TERMICI AD ARIA:

Schemi di funzionamento



C - ISOLATO (MUROCAUSTO)



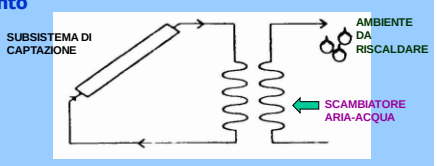
D - ISOLATO (IPPOCAUSTO)

SISTEMI SOLARI ATTIVI AD ARIA:

Schemi di funzionamento



E - INDIRETTO (ACCUMULO A PAVIMENTO)



F - INDIRETTO (SCAMBIATORE ARIA-ACQUA)

SISTEMI SOLARI TERMICI AD ARIA:
Edifici CE-UPSE, Piemonte, 1983-86



SU PARETE

Orbassano (TO)

Grugliasco (TO)



IN COPERTURA

SISTEMI SOLARI TERMICI AD ARIA:
Edifici CE-UPSE, Piemonte, 1983-86

Moncalieri (TO)

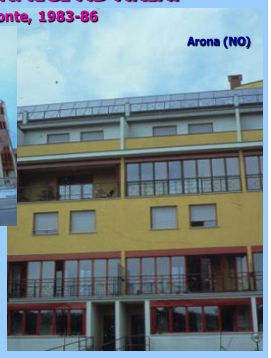


COLLETTORI IN COPERTURA

SISTEMI SOLARI TERMICI AD ARIA:
Edifici CE-UPSE, Piemonte, 1983-86



Arona (NO)

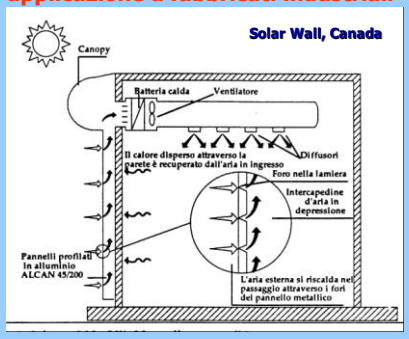


Biella (VC)

COLLETTORI IN COPERTURA

SISTEMI SOLARI TERMICI AD ARIA:
applicazione a fabbricati industriali

Solar Wall, Canada

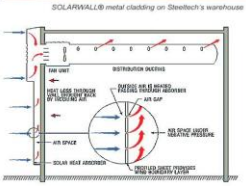


SISTEMI SOLARI TERMICI AD ARIA:
applicazione a fabbricati industriali



Solar Wall, Canada

SOLARWALL® metal cladding on Steeltech's warehouse





I SISTEMI DI RAFFRESCAMENTO PASSIVO E IBRIDO

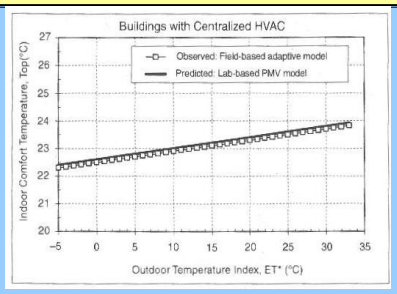
VALUTAZIONE DEL COMFORT TERMICO

Parametri ambientali

Fisici	temperatura dell'aria, temperatura media radiante, radiazione solare incidente, velocità del vento umidità relativa
Fisiologici	età sesso
Comportamentali	livello di attività (MET) vestiario (CLO)

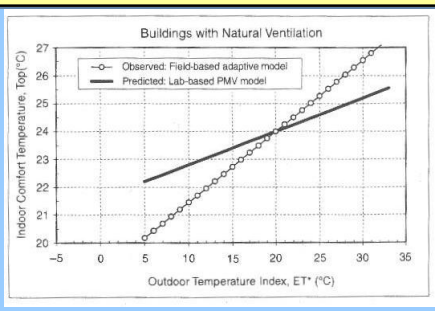
La misura isolata delle singole variabili ambientali è generalmente insufficiente a quantificare gli scambi termici uomo-ambiente.
Spesso si ricorre ad indicatori microclimatici sintetici che tendono a ricondurre la valutazione di un determinato ambiente ad una gamma di valori di riferimento

IL COMFORT "ESTIVO": edifici con condizionamento dell'aria centralizzato



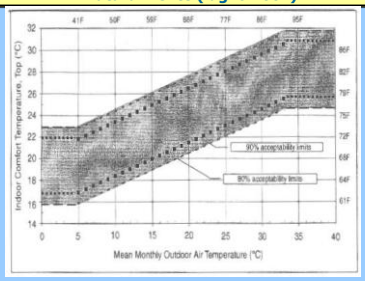
Comparazione tra valori di temperatura operativa osservati e previsti

IL COMFORT "ESTIVO": edifici con ventilazione naturale



Comparazione tra valori di temperatura operativa osservati e previsti

IL COMFORT "ESTIVO": standard ASHRAE per edifici ventilati naturalmente (luglio 2004)



Variazione ammessa della temperatura operativa interna in funzione della temperatura dell'aria esterna

RAFFRESCAMENTO PASSIVO

RIDUZIONE DEL SURRISCALDAMENTO DI UNO SPAZIO ATTRAVERSO CONTROLLO TERMICO E TECNICHE DI RAFFRESCAMENTO NATURALE

OBIETTIVI DEL RAFFRESCAMENTO PASSIVO

ELIMINARE, CON USO DI RISORSE CLIMATICHE, CONDIZIONI DI SURRISCALDAMENTO GENERATE DA:

- ***radiazione solare***
- ***scambio convettivo tra aria calda (infiltrazione e/o ventilazione) e superfici***
- ***guadagni interni da persone e apparecchiature***

TRAMITE:

CONTROLLO TERMICO	**Riduzione del calore in eccesso, prima dell'accumulo**
RAFFRESCAMENTO NATURALE	**Dissipazione del calore accumulato in eccesso verso pozzi termici naturali**

TECNICHE DI RAFFRESCAMENTO PASSIVO

CONTROLLO TERMICO
- solare
- convettivo
- degli apporti interni

RAFFRESCAMENTO NATURALE
- ventilativo
- geotermico
- evaporativo
- radiativo

TECNICHE DI CONTROLLO TERMICO

CONTROLLO SOLARE
- ombreggiamento di sito
- superfici a bassa emissività
- isolamento e inerzia termica
- schermi alle finestre

CONTROLLO CONVETTIVO
- utilizzo inerzia termica
- riduzione delle infiltrationi d'aria calda

CONTROLLO GUADAGNI INTERNI
- utilizzo d'apparecchiature elettriche ad alta efficienza

TECNICHE DI RAFFRESCAMENTO NATURALE

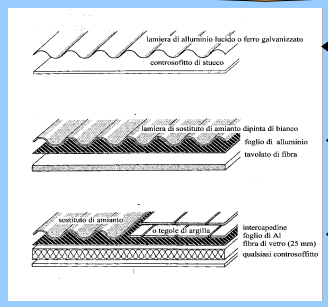
GEOTERMICO
- diretto (*edifici ipogei*)
- indiretto (*condotti interrati*)

VENTILATIVO
- corporeo
- ambientale
- strutturale

EVAPORATIVO
- diretto
- indiretto
- ibrido

RADIATIVO
- diretto
- indiretto

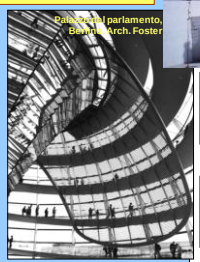
CONTROLLO SOLARE: Isolamento tetto

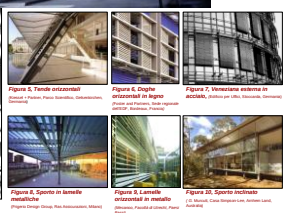


SISTEMI DI CONTROLLO SOLARE


Residenze a Siviglia, Arch. Lopez de Asian

Uso del colore e della massa

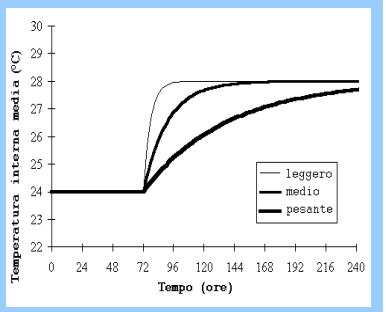

Palazzo del parlamento, Berlino, Arch. Foster


Figura 5, Tende orizzontali
Figura 6, Doghe orizzontali in legno
Figura 7, Veneziana esterna in acciaio
Figura 8, Sporto in lamelle metalliche
Figura 9, Lamelle orizzontali in metallo
Figura 10, Sporto inclinato

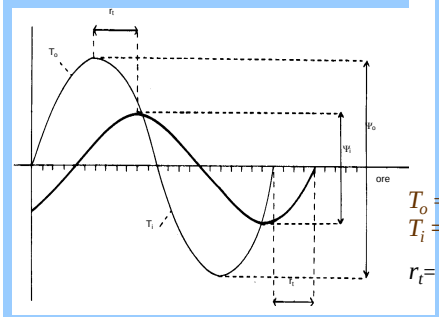
Schermi solari

CONTROLLO TERMICO : *Inerzia*

Aumento della temperatura dell'aria interna in funzione del tempo e del materiale di involucro (strato omogeneo di cls)



CONTROLLO TERMICO : *Inerzia*



Fattore di attenuazione e armonica (*o di decremento*)
$F_d = \psi_i / \psi_o$

T_o = temp. esterna
T_i = temp. interna

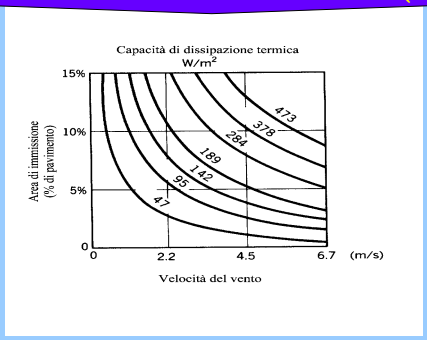
r_t = sfasamento

CONTROLLO SOLARE

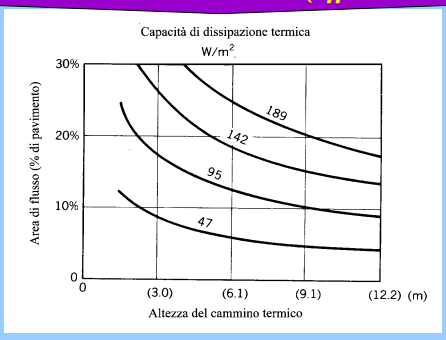


Ombreggiamento di sito e uso della massa

Raffrescamento naturale: *ventilazione (vento)*



Raffresc. nat.le : *ventilazione (effetto camino)*



RAFFRESCAMENTO VENTILATIVO

RAFFRESCAMENTO VENTILATIVO (*RV*) MICROCLIMATICO
- **RV corporeo**
- **RV ambientale**
- **RV strutturale**

RAFFRESCAMENTO PASSIVO EVAPORATIVO A CADUTA D'ARIA (*RaPECA*)

RAFFRESCAMENTO VENTILATIVO GEOTERMICO
- **Ventilazione attraverso condotti interrati**

RAFFRESCAMENTO VENTILATIVO CORPOREO

Tabella 1 – Effetto della velocità dell'aria sul raffrescamento corporeo

Velocità dell'aria [m/s]	Abbassamento di temperatura equivalente [°C]	Sensazione
< 0,25	< 1	Nessuna
0,26 ÷ 0,50	1,1 ÷ 1,6	Piacevole
0,51 ÷ 0,75	1,7 ÷ 2,2	Piacevole con consapevolezza del movimento
0,76 ÷ 1,00	2,3 ÷ 2,8	Da piacevole a leggermente disagevole
1,01 ÷ 1,50	2,9 ÷ 3,9	Da leggermente a notevolmente disagevole
> 1,50	> 3,9	Richiede interventi correttivi

RAFFRESCAMENTO VENTILATIVO AMBIENTALE



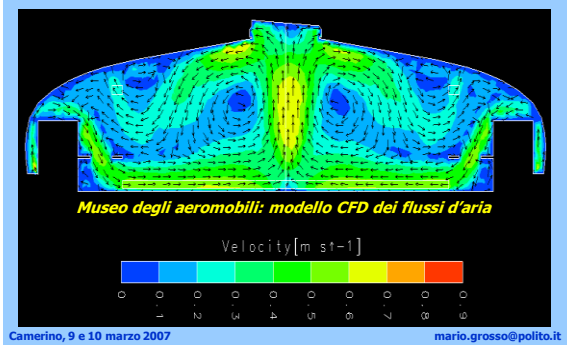
VNC da effetto camino con estrazione da lucernario centrale



Museo degli aeromobili, GB, Arch. Brian Ford

Master univ. I liv. PRODUZIONE, UTILIZZAZIONE E GESTIONE DI ENERGIE DA FONTI RINNOVABILI
2° Corso – Indirizzo: PROGETTAZIONE INTEGRATA RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO PASSIVO

RAFFRESCAMENTO VENTILATIVO AMBIENTALE

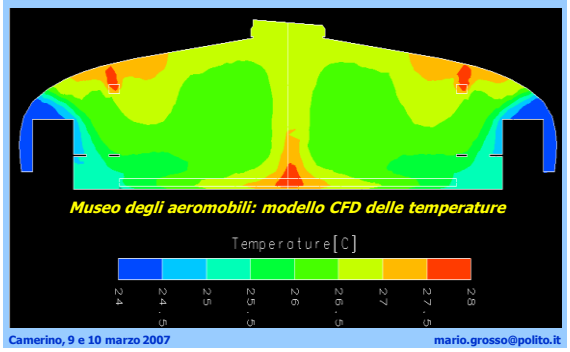


Museo degli aeromobili: modello CFD dei flussi d'aria

Camerino, 9 e 10 marzo 2007 mario.grosso@polito.it

Master univ. I liv. PRODUZIONE, UTILIZZAZIONE E GESTIONE DI ENERGIE DA FONTI RINNOVABILI
2° Corso – Indirizzo: PROGETTAZIONE INTEGRATA RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO PASSIVO

RAFFRESCAMENTO VENTILATIVO AMBIENTALE



Museo degli aeromobili: modello CFD delle temperature

Camerino, 9 e 10 marzo 2007 mario.grosso@polito.it

Master univ. I liv. PRODUZIONE, UTILIZZAZIONE E GESTIONE DI ENERGIE DA FONTI RINNOVABILI
2° Corso – Indirizzo: PROGETTAZIONE INTEGRATA RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO PASSIVO

RAFFRESCAMENTO VENTILATIVO AMBIENTALE

VNC da effetto camino con estrazione da torre



Queens Building, De Montfort University, Leicester, UK, Archh. Ford & Short.

Camerino, 9 e 10 marzo 2007 mario.grosso@polito.it

Master univ. I liv. PRODUZIONE, UTILIZZAZIONE E GESTIONE DI ENERGIE DA FONTI RINNOVABILI
2° Corso – Indirizzo: PROGETTAZIONE INTEGRATA RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO PASSIVO

RAFFRESCAMENTO VENTILATIVO AMBIENTALE

VNC da effetto camino con estrazione da atrio

Palazzina I-Guzzini, Recanati, Arch. M. Cucinella



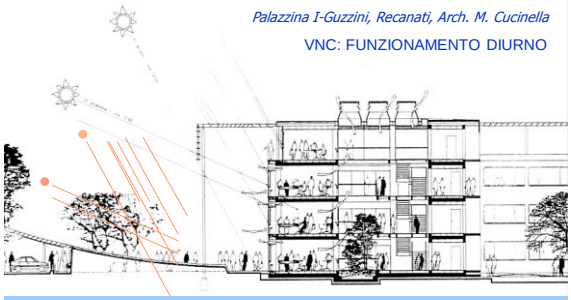
Camerino, 9 e 10 marzo 2007 mario.grosso@polito.it

Master univ. I liv. PRODUZIONE, UTILIZZAZIONE E GESTIONE DI ENERGIE DA FONTI RINNOVABILI
2° Corso – Indirizzo: PROGETTAZIONE INTEGRATA RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO PASSIVO

RAFFRESCAMENTO VENTILATIVO AMBIENTALE

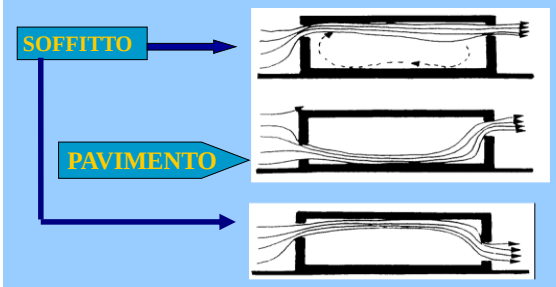
Palazzina I-Guzzini, Recanati, Arch. M. Cucinella

VNC: FUNZIONAMENTO DIURNO



Camerino, 9 e 10 marzo 2007 mario.grosso@polito.it

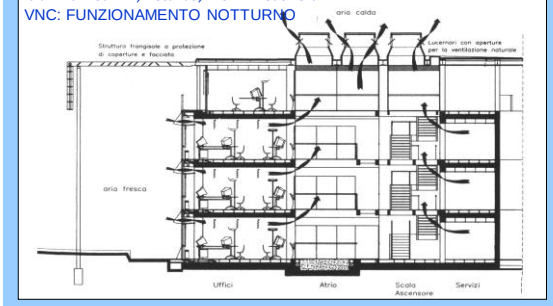
RAFFRESCAMENTO VENTILATIVO STRUTTURALE



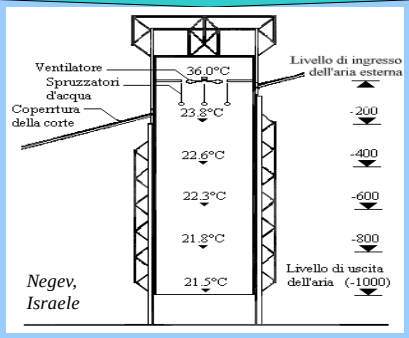
RAFFRESCAMENTO VENTILATIVO STRUTTURALE

Palazzina I-Guzzini, Recanati, Arch. M. Cucinella

VNC: FUNZIONAMENTO NOTTURNO



Raffrescamento naturale: *evaporativo (a torre)*

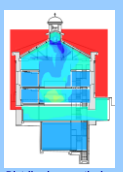


SISTEMI DI RAFFRESCAMENTO PASSIVO EVAPORATIVO A CADUTA D'ARIA

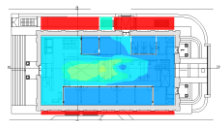




Vista dell'interno



Distribuzione verticale della temp. dell'aria

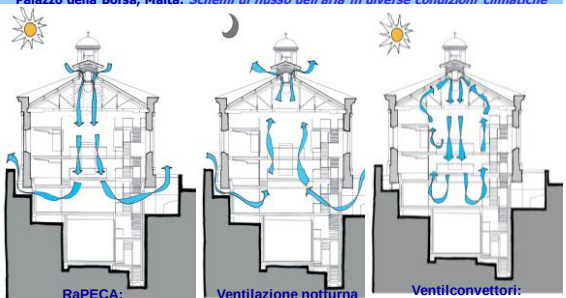


Distribuzione orizzontale della temp. dell'aria

Ristrutturazione del Palazzo della Borsa, La Valletta, Malta, Arch. Brian Ford, UK

SISTEMI DI RAFFRESCAMENTO PASSIVO EVAPORATIVO A CADUTA D'ARIA e IBRIDO

Palazzo della Borsa, Malta: *Schemi di flusso dell'aria in diverse condizioni climatiche*



RaPECA: Umidità relativa bassa

Ventilazione notturna per effetto camino

Ventilconvettori: Umidità relativa alta

RAFFRESCAMENTO VENTILATIVO GEOTERMICO

Un sistema di raffrescamento passivo ibrido, basato sullo scambio termico aria-terreno (che mantiene una temperatura pressoché costante nell'anno, pari, circa, alla media annuale), **con aria fatta circolare in condotti interrati ≥ 10 *m* di lunghezza, di 10÷40 *cm* di diametro, ad una profondità di almeno 2 *m*.**

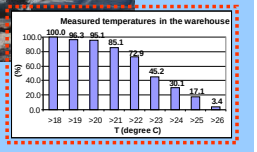
***Schemi base*:**

1. ***Loop chiuso, attraverso UTA (Unità Trattamento Aria)***
2. ***Loop aperto, con immissone diretta dell'aria in ambiente***

RAFFRESCAMENTO VENTILATIVO GEOTERMICO

RVG in edifici industriali





Master univ. I liv. PRODUZIONE, UTILIZZAZIONE E GESTIONE DI ENERGIE DA FONTI RINNOVABILI
2° Corso – Indirizzo: PROGETTAZIONE INTEGRATA RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO PASSIVO

RAFFRESCAMENTO VENTILATIVO GEOTERMICO

RVG in edifici residenziali



Unità abitative nel Comune di Sperlonga, Progetto per concorso, architetti Dell'Anna e Cassibba

Master univ. I liv. PRODUZIONE, UTILIZZAZIONE E GESTIONE DI ENERGIE DA FONTI RINNOVABILI
2° Corso – Indirizzo: PROGETTAZIONE INTEGRATA RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO PASSIVO

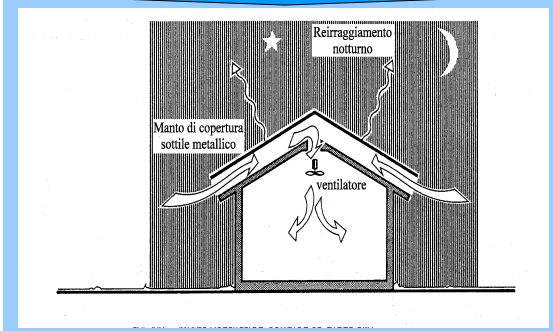
RAFFRESCAMENTO VENTILATIVO GEOTERMICO



Unità abitative nel Comune di Sperlonga: schema dell'irraggiamento solare e condotti interrati

Master univ. I liv. PRODUZIONE, UTILIZZAZIONE E GESTIONE DI ENERGIE DA FONTI RINNOVABILI
2° Corso – Indirizzo: PROGETTAZIONE INTEGRATA RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO PASSIVO

Raffresc. nat.le: radiativo *(indiretto)*



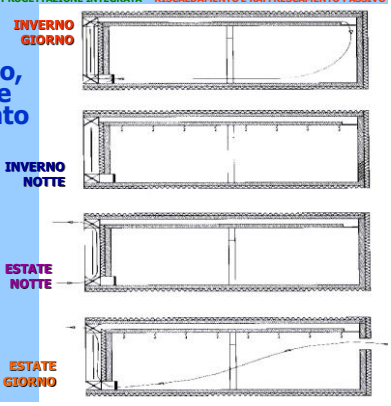
Master univ. I liv. PRODUZIONE, UTILIZZAZIONE E GESTIONE DI ENERGIE DA FONTI RINNOVABILI
2° Corso – Indirizzo: PROGETTAZIONE INTEGRATA RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO PASSIVO

SiCLE INTEGRATI

Sistemi di ventilazione e climatizzazione passivi o integrati con l'impianto di condizionamento: combinano sistemi passivi diversi, sia di riscaldamento (ad es., *collettori solari*), sia di raffrescamento (ad es., *ventilazione in condotti interrati*)

Master univ. I liv. PRODUZIONE, UTILIZZAZIONE E GESTIONE DI ENERGIE DA FONTI RINNOVABILI
2° Corso – Indirizzo: PROGETTAZIONE INTEGRATA RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO PASSIVO

SiCLE INTEGRATI: riscaldamento, ventilazione e raffrescamento



Parete camino solare a funzionamento multiplo: riscaldamento. ventilazione, raffrescamento

SiCIE INTEGRATI:

Schermi per il controllo solare, vetri basso-emissivi, sistema di climatizzazione e ventilazione ibrido integrato (solare-geotermico)

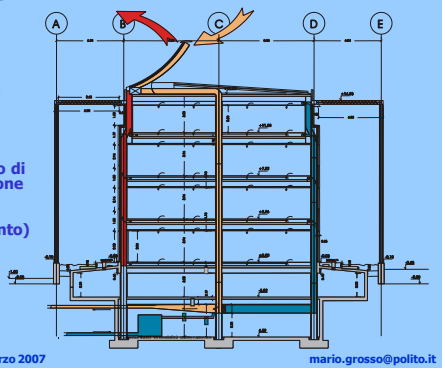


Edificio CONSALUD, Santiago del Cile, Archh. May & Soler, Consulente bioclimatico: Mario Grosso

SiCIE INTEGRATI

Edificio CONSALUD, Santiago del Cile:

Schema di flusso dell'impianto di climatizzazione a tutt'aria (modalità raffrescamento)



SiCIE INTEGRATI



Edificio CONSALUD, Santiago del Cile: Scavi per la posa dei condotti interrati (raffrescamento ventilativo geotermico)

SiCIE INTEGRATI



Edificio CONSALUD, Santiago del Cile: particolare della posa dei condotti interrati (raffrescamento ventilativo geotermico)

SiCIE INTEGRATI: Edificio Consalud

FABBISOGNO DI ENERGIA PER IL RAFFRESCAMENTO (KWh/ANNO)				
STRATEGIE DI CONTROLLO AMBIENTALE	ENERGIA SU BASE ANNUA			
	riferimento	risparmi KWh/anno	risparmi %	residuo totale
a) Configurazione base	880000			
b) frangisole		114400	13	
c1) serramenti vetro singolo		52800	6	
c2) serramenti doppio vetro assorbente		79200	9	
c3) serramenti doppio vetro riflettente		123200	14	
d1) ventilazione notturna (0,5 ricambi /ora)		44000	5	
d2) ventilazione notturna (3 ricambi /ora)		176000	20	
e1) ventilazione con tubi interrati (r=10cm)		220000	25	
e2) ventilazione con tubi interrati (r=20cm)		96800	11	
f) configurazione finale: b+c3+d2+e2		**510400**	58	**369600**

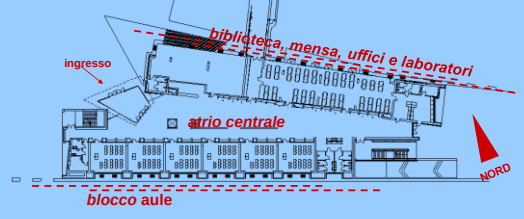
SiCIE INTEGRATI

SCUOLA MEDIA PEDAGNA - IMOLA

La morfologia dell'edificio

COMPOSIZIONE DISTRIBUTIVA - FUNZIONALE

- due principali blocchi uniti da un atrio a tutt'altezza
- sviluppo su asse est-ovest



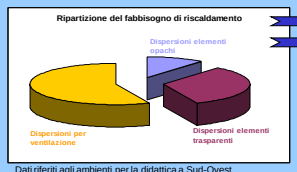
SiCIE INTEGRATI

SCUOLA MEDIA PEDAGNA - IMOLA

Il fabbisogno energetico

PRELIMINARE - 1 FASE

- Simulazioni mirate, come ausilio nella definizione delle strategie progettuali a partire da una situazione standard di riferimento
- Utilizzo di strumenti semplici e veloci (tipo fogli excel, …)



Dati riferiti agli ambienti per la didattica a Sud-Ovest

- attenzione al sistema di ventilazione
- prestazioni componenti vetrati



Dati riferiti agli ambienti per la didattica a Sud-Ovest, considerando un utilizzo da settembre a luglio

privilegiare strategie per il raffrescamento passivo

SiCIE INTEGRATI

SCUOLA MEDIA PEDAGNA - IMOLA

Il fabbisogno energetico

PRELIMINARE - 2 FASE

- Si valutano i benefici di ogni singola strategia di intervento in termini estivi ed invernali

	BLOCCO AULE S-O	Fabbisogno di energia [kWh/m² anno]	
		RISCALDAMENTO	RAFFRESCAMENTO
A	SIMULAZIONE - A - ventilazione minima - struttura leggera	13.6	-83.7
B	SIMULAZIONE - B - ventilazione extra - struttura leggera	13.6	-31.9
C	SIMULAZIONE - C - ventilazione minima - struttura medio - pesante	21.1	-41.4
D	SIMULAZIONE - D - ventilazione extra - struttura medio - pesante	21.1	-9.8

SOLUZIONE D
ottimizza esigenze estive ed invernali

SCELTE TECNOLOGICHE ED IMPIANTISTICHE

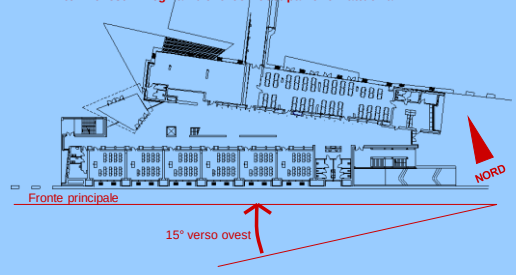
SiCIE INTEGRATI

SCUOLA MEDIA PEDAGNA - IMOLA

L'orientamento dell'edificio

ORIENTAMENTO

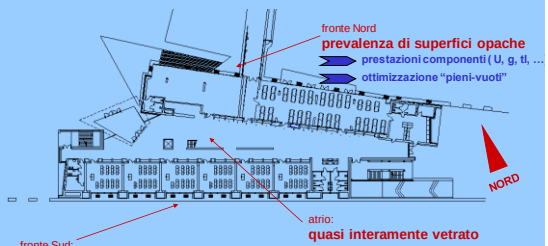
- La rotazione di 15° a Ovest rispetto al Sud permette di ridurre i carichi termici estivi negli ambienti con occupazione mattutina



SiCIE INTEGRATI

SCUOLA MEDIA PEDAGNA - IMOLA

Le caratteristiche dell'involucro



fronte Nord
prevalenza di superfici opache
- prestazioni componenti (U, g, tl, …
- ottimizzazione "pieni-vuoti"

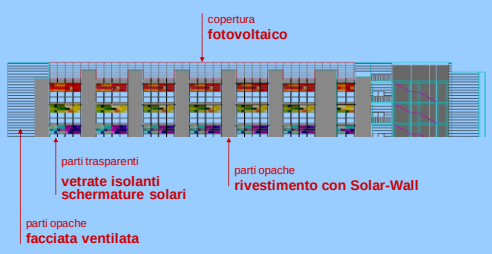
atrio:
quasi interamente vetrato
- prestazioni componenti
- geometria e inclinazione
- riduzione vetrata in copertura

fronte Sud:
prevalenza superfici vetrate
- prestazioni componenti (U, g, tl, …)
- schermature solari

SiCIE INTEGRATI

SCUOLA MEDIA PEDAGNA - IMOLA

Le caratteristiche dell'involucro

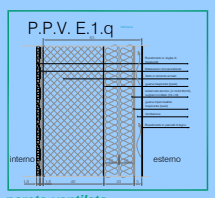


PROSPETTO FRONTE SUD / SUD-OVEST

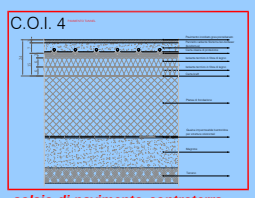
SiCIE INTEGRATI

SCUOLA MEDIA PEDAGNA - IMOLA

Le caratteristiche dell'involucro



parete ventilata



solaio di pavimento controterra

DETTAGLIO STRATIGRAFIE

SiCIE INTEGRATI

SCUOLA MEDIA PEDAGNA - IMOLA

Progetto architettonico

SIMULAZIONE 3-D: vista da NW a volo d'uccello



Master univ. I liv. PRODUZIONE, UTILIZZAZIONE E GESTIONE DI ENERGIE DA FONTI RINNOVABILI
2° Corso – Indirizzo: PROGETTAZIONE INTEGRATA RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO PASSIVO

SiCIE INTEGRATI

SCUOLA MEDIA PEDAGNA - IMOLA

Progetto architettonico

SIMULAZIONE 3-D: vista da SE a volo d'uccello



Camerino, 9 e 10 marzo 2007 mario.grosso@polito.it

Master univ. I liv. PRODUZIONE, UTILIZZAZIONE E GESTIONE DI ENERGIE DA FONTI RINNOVABILI
2° Corso – Indirizzo: PROGETTAZIONE INTEGRATA RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO PASSIVO

SiCIE INTEGRATI

SCUOLA MEDIA PEDAGNA - IMOLA

Progetto architettonico

SIMULAZIONE 3-D: vista da terra dell'entrata principale



Camerino, 9 e 10 marzo 2007 mario.grosso@polito.it

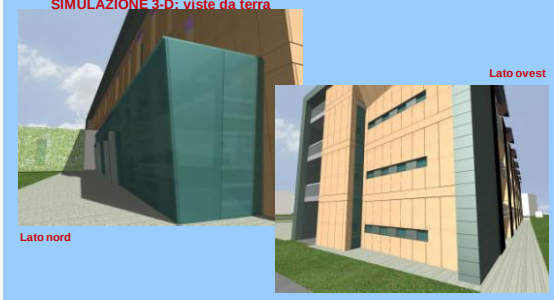
Master univ. I liv. PRODUZIONE, UTILIZZAZIONE E GESTIONE DI ENERGIE DA FONTI RINNOVABILI
2° Corso – Indirizzo: PROGETTAZIONE INTEGRATA RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO PASSIVO

SiCIE INTEGRATI

SCUOLA MEDIA PEDAGNA - IMOLA

Progetto architettonico

SIMULAZIONE 3-D: viste da terra



Camerino, 9 e 10 marzo 2007 mario.grosso@polito.it

Master univ. I liv. PRODUZIONE, UTILIZZAZIONE E GESTIONE DI ENERGIE DA FONTI RINNOVABILI
2° Corso – Indirizzo: PROGETTAZIONE INTEGRATA RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO PASSIVO

SiCIE INTEGRATI

SCUOLA MEDIA PEDAGNA - IMOLA

Progetto architettonico

SIMULAZIONE 3-D: vista interna di un'aula sud



Camerino, 9 e 10 marzo 2007 mario.grosso@polito.it

Master univ. I liv. PRODUZIONE, UTILIZZAZIONE E GESTIONE DI ENERGIE DA FONTI RINNOVABILI
2° Corso – Indirizzo: PROGETTAZIONE INTEGRATA RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO PASSIVO

SiCIE INTEGRATI

SCUOLA MEDIA PEDAGNA - IMOLA

Progetto architettonico

SIMULAZIONE 3-D: vista interna del piano superiore dell'atrio



Camerino, 9 e 10 marzo 2007 mario.grosso@polito.it

SCUOLA MEDIA PEDAGNA - IMOLA

SiCIE INTEGRATI

Progetto architettonico

SIMULAZIONE 3-D: vista interna del piano terreno dell'atrio



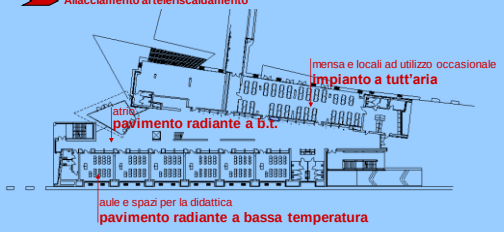
SCUOLA MEDIA PEDAGNA - IMOLA

SiCIE INTEGRATI

Le strategie e sistemi per il riscaldamento

IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

- Sistemi differenziati in funzione delle esigenze dei singoli locali
- Allacciamento al teleriscaldamento



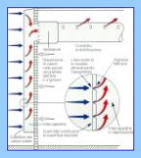
SCUOLA MEDIA PEDAGNA - IMOLA

SiCIE INTEGRATI

Le strategie e sistemi per il riscaldamento

RIDUZIONE DEL FABBISOGNO DI ENERGIA di RISCALDAMENTO ATTRAVERSO:

- Sola-Wall integrato sulla facciata a Sud *(pre-riscaldamento aria ventilazione)*
- Recuperatori di calore nelle UTA *(pre-riscaldamento aria di ventilazione)*
- Collettori solari ad acqua in copertura per la produzione di ACS
- Ottimizzazione del funzionamento dell'impianto di ventilazione (UTA con gestione separata)
- Sfruttamento degli apporti solari gratuiti (esposizione, inerzia, …) e riduzione delle dispersioni per trasmissione





Vista fronte Sud

SCUOLA MEDIA PEDAGNA - IMOLA

SiCIE INTEGRATI

Le strategie e i sistemi per la ventilazione

IMPIANTO DI VENTILAZIONE

- Sistema ibrido (naturale e meccanico) con gestione integrata
- Differente gestione in funzione delle condizioni climatiche (INTERNO / ESTERNO)
- Apertura automatica di finestre e serrande (ventilazione naturale)

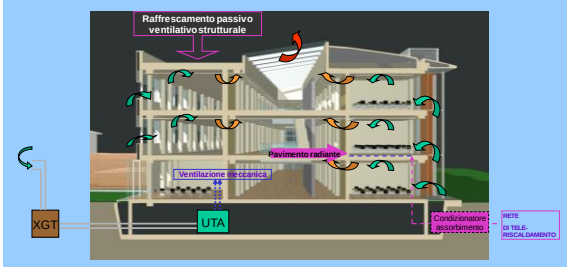


SCUOLA MEDIA PEDAGNA - IMOLA

SiCIE INTEGRATI

Le strategie e i sistemi per il raffrescamento

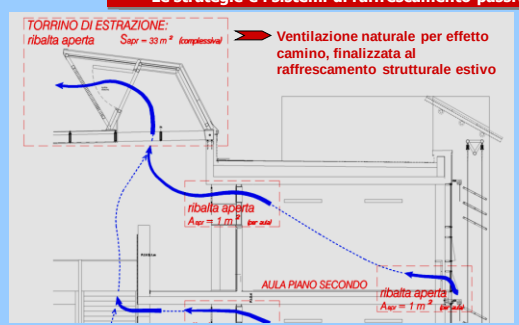
- Raffrescamento passivo strutturale tramite ventilazione naturale notturna
- Raffrescamento ventilativo geotermico indiretto (XGT: condotti interrati)
- Predisposizione per il collegamento con la rete di tele-raffrescamento



SCUOLA MEDIA PEDAGNA - IMOLA

SiCIE INTEGRATI

Le strategie e i sistemi di raffrescamento passivo

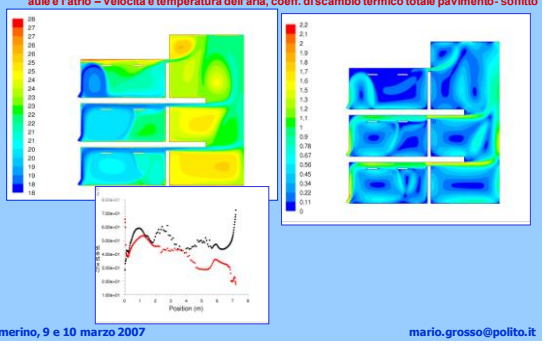


Ventilazione naturale per effetto camino, finalizzata al raffrescamento strutturale estivo

SiCIE INTEGRATI

I sistemi per il raffrescamento

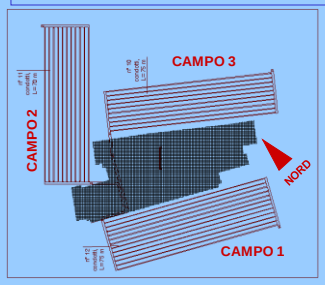
Raffrescamento passivo ventilativo strutturale: simulazione CFD dei flussi d'aria attraverso le aule e l'atrio – velocità e temperatura dell'aria, coeff. di scambio termico totale pavimento- soffitto



SiCIE INTEGRATI

I sistemi per il raffrescamento

SISTEMA DI SCAMBIO GEOTERMICO INDIRETTO: CONDOTTI INTERRATI



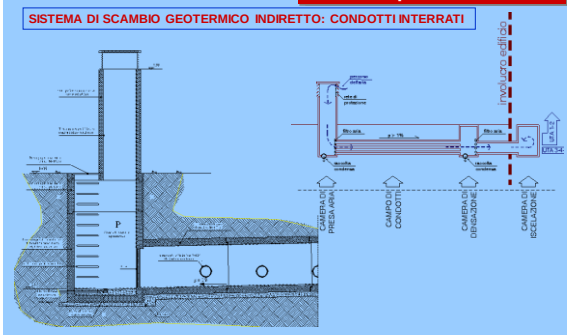
Caratteristiche:

- 40000 m3 aria trattati
  - → *raffrescamento*
  - → *deumidificazione*
- profondità media di 2.5 m
- tubi in polietilene, d=0.25 m
- lunghezza totale condotti di 2 Km circa
- filtraggio aria e raccolta condensa

SiCIE INTEGRATI

I sistemi per il raffrescamento

SISTEMA DI SCAMBIO GEOTERMICO INDIRETTO: CONDOTTI INTERRATI

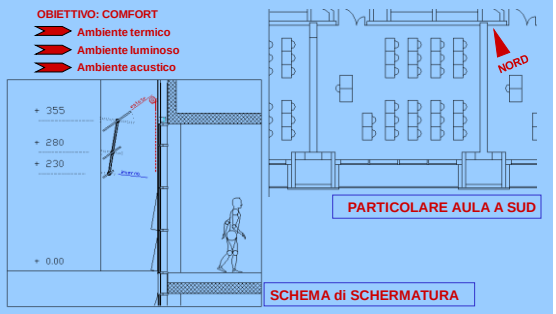


SiCIE INTEGRATI

Lo studio dell'aula didattica a Sud

OBIETTIVO: COMFORT

- Ambiente termico
- Ambiente luminoso
- Ambiente acustico



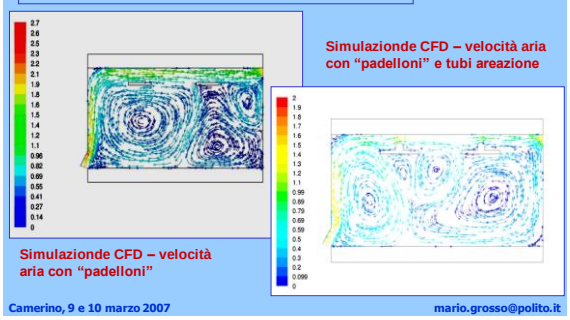
PARTICOLARE AULA A SUD

SCHEMA di SCHERMATURA

SiCIE INTEGRATI

Lo studio dell'aula didattica a Sud

VERIFICA VENTILAZIONE NATURALE CONTROLLATA



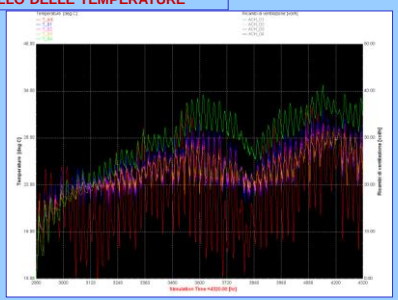
Simulazionde CFD – velocità aria con "padelloni" e tubi areazione

Simulazionde CFD – velocità aria con "padelloni"

SiCIE INTEGRATI

Lo studio dell'aula didattica a Sud

CONTROLLO DELLE TEMPERATURE



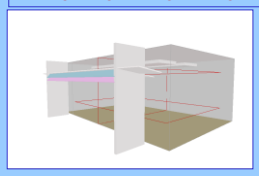
Simulazione TRNSYS – temperature blocco aule e atrio

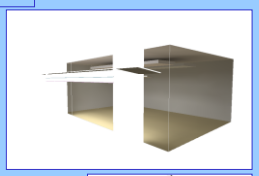
SiCIE INTEGRATI

SCUOLA MEDIA PEDAGNA - IMOLA

Lo studio dell'aula didattica a Sud

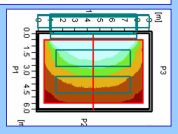
VERIFICA ILLUMINAZIONE NATURALE





Simulazione RELUX – schema aula (prime elaborazioni)

FLDm = 3.8 %
FLDmin = 1.3 %
FLDmax = 11.7%
U= 1 : 2.9



Simulazione RELUX – risultati aula (prime elaborazioni)

Master univ. I liv. PRODUZIONE, UTILIZZAZIONE E GESTIONE DI ENERGIE DA FONTI RINNOVABILI
2° Corso – Indirizzo: PROGETTAZIONE INTEGRATA RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO PASSIVO

SiCIE INTEGRATI

Contributo delle diverse strategie di risparmio energetico

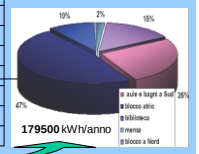
Eseguita utilizzando il programma TRNSYS, versione 16, accoppiato con COMIS

Strategie/tecnologie di controllo microclimatico	Intensità energetica annuale [kWh/m²-slp]	
	Riscaldamento	Raffrescamento
Configurazione di riferimento (a)	79.5	22.4
Configurazione di riferimento (b)	141.0	38.3
Super-isolamento (elementi opachi)	72.7	25.1
Super-isolamento (elementi trasparenti)	66.2	28.6
Ottimizzazione temporale della ventilazione meccanica (VM)	64.9	15.4
Schermi fissi	84.0	15.8
Schermi fissi e mobili	86.8	14.0
Totale delle tecnologie d'involucro	67.0	20.1
Tecn involucro + ottim. VM + recupero calore	44.3	13.4
Tecn involucro + ottim. VM + Solarwall	42.5	13.4
Tecn involucro + ottim. VM + raffrescamntno strutturale	54.1	6.6
Totale delle strategie/tecnologie integrate	37.4	6.6

U_{value} (pareti) = **0,45** W/m²K
U_{value} (vetro) = **2,65** W/m²K
Ventilaz. mecc. per 12 h/giorno

Come configurazione (a) con ventilaz. mecc. per 24 h/giorno

U_{value} (pareti) = **0,30** W/m²K
U_{value} (vetro) = **1,57** W/m²K



179500 kWh/anno

Camerino, 9 e 10 marzo 2007 mario.grosso@polito.it