

MEDICLIMA 2015

STRATEGIE ENERGETICHE E AMBIENTALI IN AREA MEDITERRANEA
ambiente - comfort - clima - acustica - illuminazione
 il ruolo delle costruzioni nell'efficiamento energetico previsto dalla Roadmap 2050



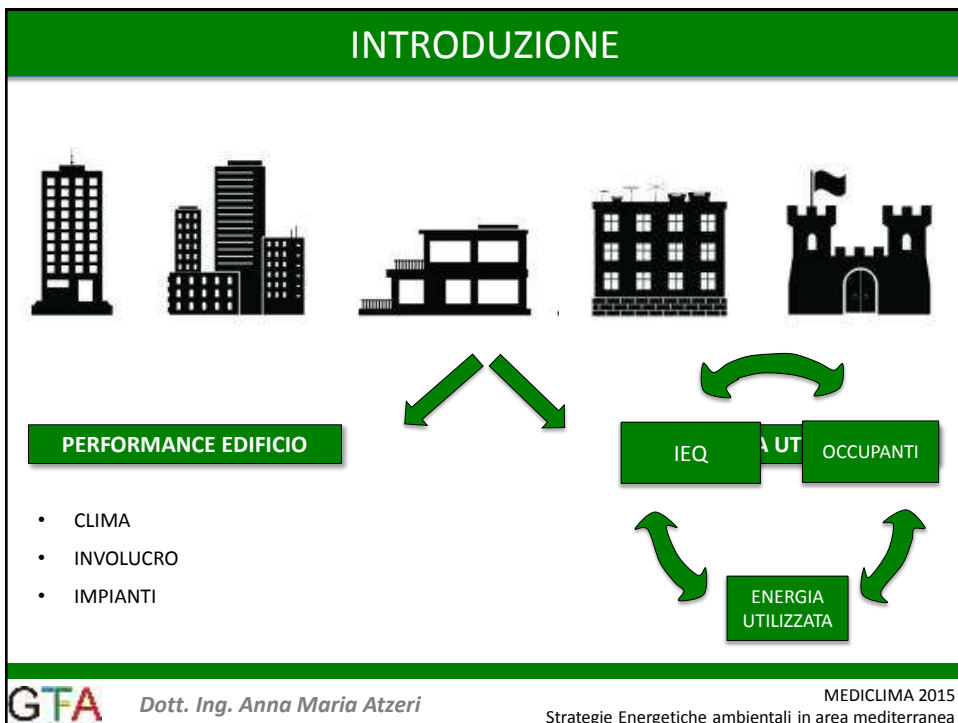
Valutazione della prestazione del sistema finestra-schermatura in area mediterranea

Relatore
 Dott. Ing. Anna Maria Atzeri

GTA Gruppo Fisica Tecnica Ambientale

unibz Freie Universität Bozen
 Libera Università di Bolzano
 Università Liedia de Bulsan

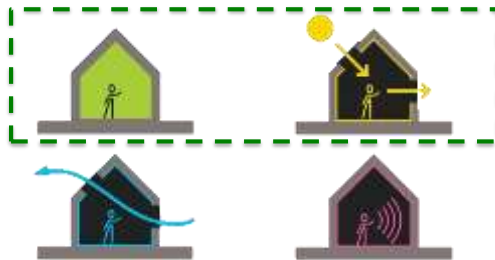
PURDUE UNIVERSITY



INTRODUZIONE



Le facciate, come strato di separazione fra ambiente esterno e ambiente interno, possono giocare un ruolo centrale nella riduzione dei consumi energetici e nel mantenimento di idonee condizioni di comfort interno



**REDUCE
ENERGY
CONSUMPTION &
CO₂ EMISSIONS**



Dott. Ing. Anna Maria Atzeri

MEDICLIMA 2015
Strategie Energetiche ambientali in area mediterranea

INTRODUZIONE

Gli edifici moderni, in particolar modo gli uffici, si caratterizzano spesso per un uso "estensivo" di superfici trasparenti



PUNTI DI FORZA

- mantenere contatto visivo tra interno e esterno
- sfruttare la radiazione solare per ridurre fabbisogno energetico



PUNTI DI DEBOLEZZA

- surriscaldamento
- discomfort visivo



Garantire presenza luce naturale e vista verso l'esterno controllando i guadagni solari
Mantenere comfort termico e visivo minimizzando fabbisogno energetico per raffrescamento e illuminazione

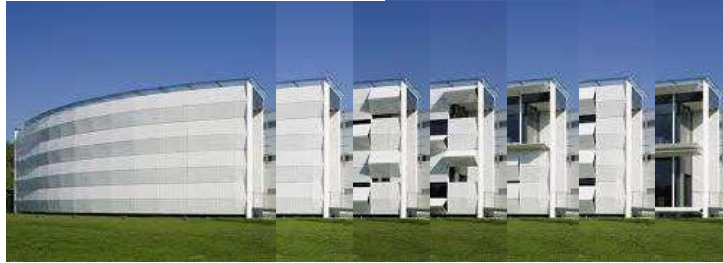


Dott. Ing. Anna Maria Atzeri

MEDICLIMA 2015
Strategie Energetiche ambientali in area mediterranea

IL PUNTO DI VISTA PRATICO

COME POSSIAMO TROVARE UN EQUILIBRIO TRA TUTTI QUESTI INPUT?
FACCIATE INTELLIGENTI VS INVOLUCRI TRADIZIONALI



- Utilizzare componenti trasparenti tecnologicamente avanzati in grado di massimizzare gli effetti positivi della radiazione solare
- Controllare la radiazione solare diretta attraverso schermature dinamiche, capaci di garantire un'adeguata disponibilità di luce naturale e la vista verso l'esterno
- Progettare sistemi di controllo per gli impianti di illuminazione e di condizionamento basati sulla reale percezione di comfort degli occupanti

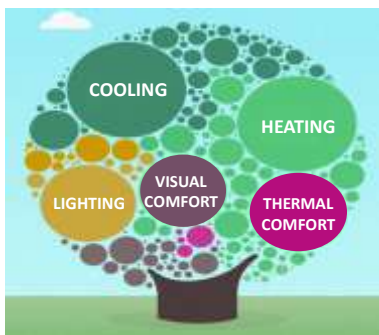


Dott. Ing. Anna Maria Atzeri

MEDICLIMA 2015
 Strategie Energetiche ambientali in area mediterranea

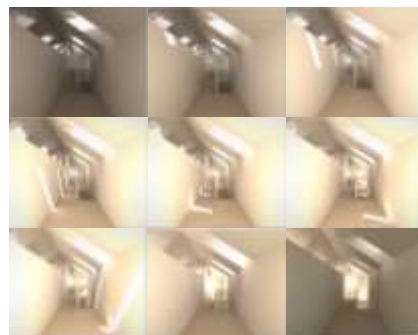
APPROCCIO PROGETTUALE

VALUTAZIONE DELLA PRESTAZIONE COMPLESSIVA



In modo tale da poter effettuare un confronto diretto e immediato tra differenti soluzioni di progetto

ANALISI CLIMATE-BASED

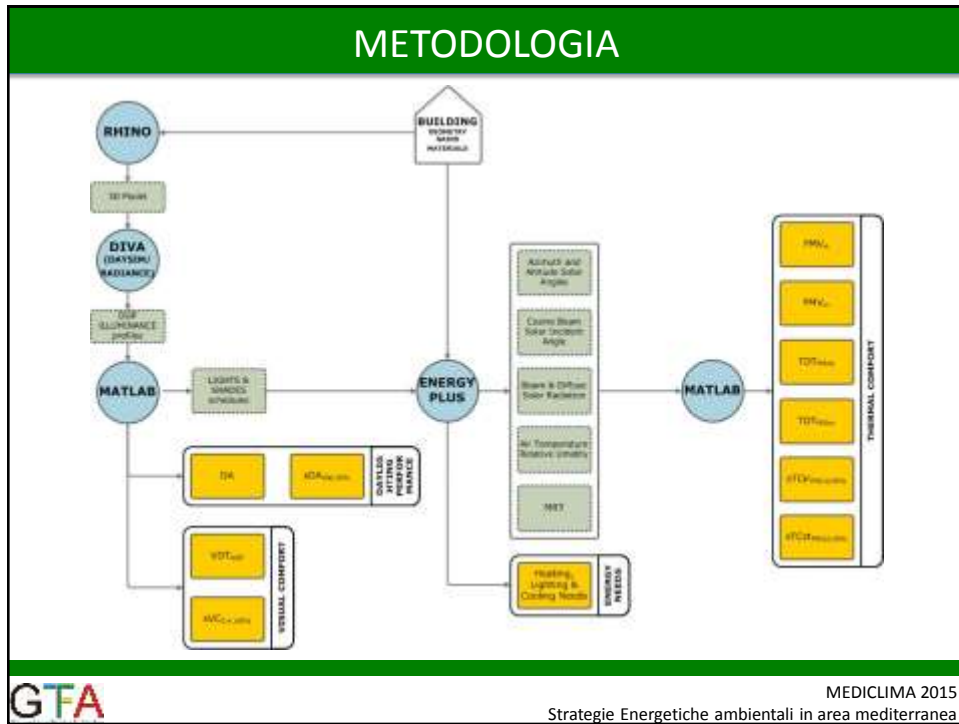


Per poter valutare la variabilità della radiazione solare durante l'anno, sia dal punto di vista visivo che termico, e il suo reale effetto sugli occupanti



Dott. Ing. Anna Maria Atzeri

MEDICLIMA 2015
 Strategie Energetiche ambientali in area mediterranea



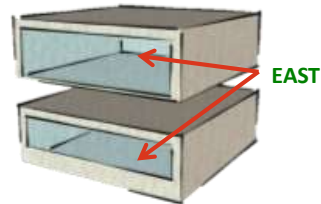
CARATTERISTICHE AMBIENTE CONFINATO

- **PERIODO DI OCCUPAZIONE:** dalle 8:00 alle 18:00 dal lun al ven
- **INDICE DI AFFOLLAMENTO:** 0.12 persone m^{-2} (UNI 10339:1995)
- **TASSO DI VENTILAZIONE:**
 - ✓ Ore di occupazione = 1.58 ACH
 - ✓ Ore di non occupazione = 0.3 ACH
- **CARICHI INTERNI:** (Cap 18 – 2009 ASHRAE HVAC)
 - ✓ Attività occupanti 70 W m^{-2} : porzione sensibile 75 W (58% scambio radiante) ; porzione latente 55 W
 - ✓ Light Power Density (LPD) 12 W m^{-2}
 - ✓ Apparecchiature elettriche 1.31 W m^{-2}
- **ABBIGLIAMENTO**
 - ✓ Stagione invernale (1° Ott - 31 Mar): 1 clo
 - ✓ Stagione estiva (1° Apr - 30 Sett): 0.5 clo



PIANO FATTORIALE

- **DIMENSIONI APERTURE:** $S_1 = 13.5 \text{ m}^2$ - $S_2 = 22.5 \text{ m}^2$
- **ORIENTAMENTO:** Est su singola facciata
- **TIPOLOGIE VETRI**
 - ✓ DH: $U_{gl} = 1.14 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$; SHGC = 0.61; $\tau_d = 0.44$
 - ✓ DL: $U_{gl} = 1.10 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$; SHGC = 0.35; $\tau_d = 0.20$
 - ✓ TH: $U_{gl} = 0.61 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$; SHGC = 0.57; $\tau_d = 0.40$
 - ✓ TL: $U_{gl} = 0.60 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$; SHGC = 0.34; $\tau_d = 0.20$



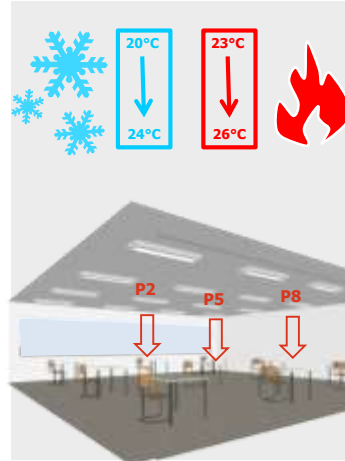
- **CARATTERISTICHE SCHERMATURE**
 - ✓ SH_1 : $\rho_s = 0.50$; $\tau_s = 0.40$
 - ✓ SH_2 : $\rho_s = 0.63$; $\tau_s = 0.16$
 - ✓ SH_3 : $\rho_s = 0.75$; $\tau_s = 0.06$



STRATEGIE DI CONTROLLO PER IL COMFORT

COMFORT TERMICO (EN ISO 15251:2007-classe B)

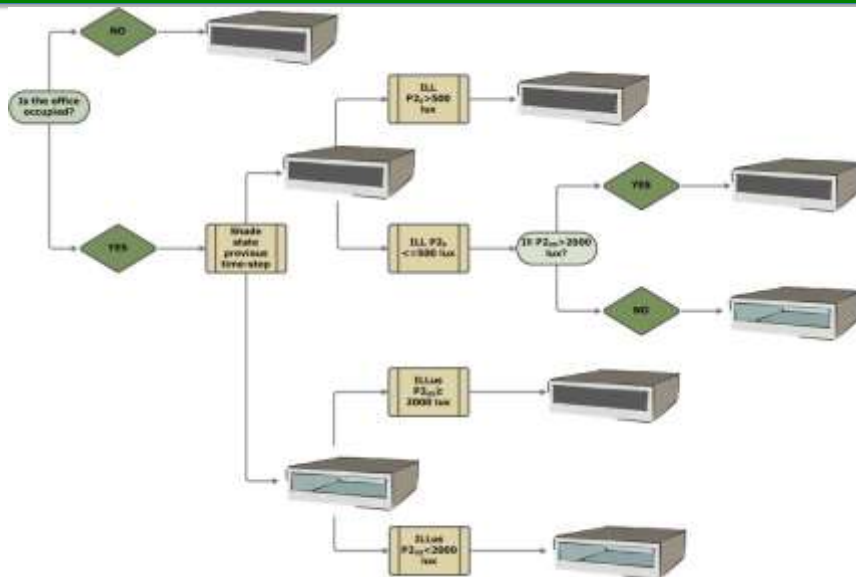
- T_{air} regolata in funzione di due bande di variabilità della T_{op} :
 - riscaldamento 20°C - 24°C
 - raffrescamento 23°C - 26°C



COMFORT VISIVO E LUCE NATURALE

- 500 lux sul piano di lavoro (EN ISO 12464-1:2002 EN ISO 15251:2007)
- Impianto di illuminazione dimmerato attraverso tre foto-sensori
- Banda di regolazione schermature : 500 - 2000 lux sul punto P2

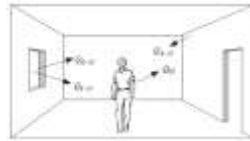
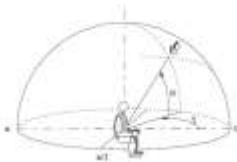
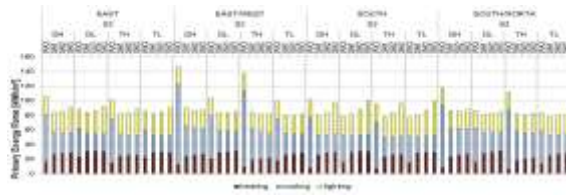
REGOLAZIONE SCHERMATURE



INDICATORI

• Fabbisogno Energetico

Consumo globale di energia primaria suddiviso tra riscaldamento, raffrescamento e illuminazione

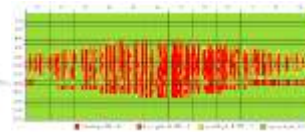
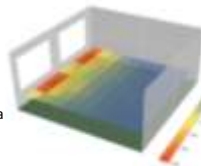


• Comfort Termico

PPD calcolato tenendo conto dell'effetto della radiazione solare in ingresso

• Daylighting Performance e Comfort Visivo

Profili annuali di illuminamento e abbagliamento da radiazione solare



GTA

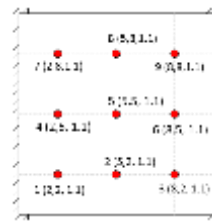
MEDICLIMA 2015
Strategie Energetiche ambientali in area mediterranea

INDICATORI: TIPOLOGIE

INDICATORI ESTENSIVI

Indicatori quantitativi di performance sul lungo periodo

- Percentuale di ore di lavoro in un anno durante le quali un dato punto nello spazio supera uno specifico valore soglia → distribuzione spaziale



INDICATORI SINTETICI

Indicatori quantitativi e spaziali di performance sul lungo periodo

- Percentuale di area di pavimento nella quale uno specifico valore limite viene rispettato per una certa percentuale di ore di lavoro durante l'anno

GTA

MEDICLIMA 2015
Strategie Energetiche ambientali in area mediterranea

INDICATORI: LUCE NATURALE E COMFORT

EXTENSIVE METRICS

Daylight Autonomy (DA)

Percentuale di ore di lavoro annuali nelle quali l'illuminamento in un dato punto nello spazio è ≥ 500 lux grazie al solo contributo della luce naturale

Visual Discomfort Time (VDT_{DGP})

Percentuale di ore di lavoro annuali nelle quali il valore del DGP in un dato punto dello spazio è ≥ 0.35

Thermal Discomfort Time (TDT_{PPD})

Percentuale di ore di lavoro annuali nelle quali il valore del PPD in un dato punto dello spazio $> 10\%$

spatial Daylight Autonomy ($sDA_{500,50\%}$)

Percentuale di superficie di pavimento che supera 500 lux di illuminamento grazie alla sola luce naturale per almeno il 50% delle ore annuali di lavoro

spatial Visual Comfort ($sVC_{0.4,100\%}$)

Percentuale di superficie di pavimento nella quale, durante le ore di lavoro, non c'è mai discomfort da abbagliamento

spatial Thermal Comfort ($sTC_{10,90\%}$)

Percentuale di superficie di pavimento nella quale il PPD è $< 10\%$ per almeno il 90% delle ore annuali di lavoro

SYNTHETIC METRICS



MEDICLIMA 2015
Strategie Energetiche ambientali in area mediterranea

INDICATORI: PERFORMANCE ENERGETICA

EXTENSIVE METRICS

PRIMARY ENERGY (PE)

Fabbisogno totale di energia primaria per riscaldamento, raffrescamento e illuminazione artificiale

COP = 0.8

EER = 3

$CF_{el} = 2.174$

L'impianto di condizionamento è controllato attraverso la Top $\rightarrow$ il consumo di energia può essere utilizzato come un indicatore dell'energia passiva consumata dall'involucro e della sua performance in termini di comfort $\rightarrow$ la performance energetica delle diverse configurazioni può quindi essere confrontata in condizioni di comfort equivalenti

Ratio between PE and PE_0 (PE/PE_0)

Riduzione percentuale del fabbisogno di energia primaria espresso come rapporto tra una configurazione specifica con le tende e il caso di riferimento senza tende

SYNTHETIC METRICS



MEDICLIMA 2015
Strategie Energetiche ambientali in area mediterranea

Daylight Autonomy (DA)

		Daylight Autonomy 500 lux - EXTERNAL SHADE																															
		DH_E_S1				DH_E_S2				DL_E_S1				DL_E_S2				TH_E_S1				TH_E_S2				TL_E_S1				TL_E_S2			
WO		25%	59%	88%	100%	42%	69%	88%	100%	15%	41%	85%	100%	29%	54%	86%	100%	25%	60%	87%	100%	37%	64%	88%	100%	19%	45%	85%	100%	33%	58%	87%	100%
		28%	61%	88%	100%	44%	72%	89%	100%	16%	43%	86%	100%	29%	57%	86%	100%	25%	61%	88%	100%	39%	66%	88%	100%	19%	46%	86%	100%	32%	60%	87%	100%
		22%	59%	88%	100%	43%	70%	88%	100%	13%	36%	85%	100%	25%	54%	86%	100%	20%	55%	87%	100%	35%	66%	88%	100%	13%	39%	85%	100%	27%	57%	86%	100%
SH_1		0%	27%	77%	100%	7%	37%	73%	100%	0%	12%	82%	100%	0%	30%	83%	100%	0%	29%	79%	100%	4%	36%	77%	100%	0%	17%	82%	100%	1%	33%	79%	100%
		0%	30%	78%	100%	9%	40%	79%	100%	0%	16%	83%	100%	1%	34%	82%	100%	0%	32%	83%	100%	7%	40%	80%	100%	0%	20%	82%	100%	2%	36%	80%	100%
		0%	25%	76%	100%	8%	37%	78%	100%	0%	7%	81%	100%	0%	29%	80%	100%	0%	24%	78%	100%	5%	37%	76%	100%	0%	10%	81%	100%	0%	31%	79%	100%
SH_2		0%	15%	73%	100%	0%	27%	68%	100%	0%	11%	69%	100%	0%	20%	73%	100%	0%	20%	72%	100%	1%	26%	72%	100%	0%	13%	74%	100%	0%	22%	73%	100%
		0%	19%	73%	100%	1%	30%	68%	100%	0%	14%	69%	100%	1%	23%	73%	100%	0%	22%	70%	100%	1%	30%	72%	100%	0%	15%	75%	100%	1%	25%	73%	100%
		0%	14%	70%	100%	1%	26%	66%	100%	0%	8%	64%	100%	0%	19%	73%	100%	0%	15%	67%	100%	1%	24%	70%	100%	0%	8%	72%	100%	0%	19%	69%	100%
SH_3		0%	13%	48%	100%	0%	18%	42%	100%	0%	11%	57%	100%	0%	19%	54%	100%	0%	19%	50%	100%	1%	19%	46%	100%	0%	13%	56%	100%	0%	20%	53%	100%
		0%	16%	47%	100%	1%	20%	42%	100%	0%	14%	58%	100%	1%	22%	54%	100%	0%	21%	50%	100%	1%	23%	46%	100%	0%	15%	56%	100%	1%	22%	52%	100%
		0%	14%	46%	100%	1%	19%	41%	100%	0%	8%	56%	100%	0%	19%	53%	100%	0%	15%	49%	100%	1%	20%	45%	100%	0%	8%	54%	100%	0%	19%	50%	100%

spatial Daylight Autonomy (sDA_{500,50%})

Configuration	sDA _{500,50%}																											
	WO				SH1 _{ext}				SH2 _{ext}				SH3 _{ext}				SH1 _{int}				SH2 _{int}				SH3 _{int}			
	DH	DL	TH	TL	DH	DL	TH	TL	DH	DL	TH	TL	DH	DL	TH	TL	DH	DL	TH	TL	DH	DL	TH	TL	DH	DL	TH	TL
E_S1	56%	44%	56%	44%	37%	33%	38%	33%	33%	31%	32%	32%	22%	11%	20%	11%	37%	33%	36%	33%	32%	31%	32%	22%	10%	19%	11%	21%
E_S2	73%	56%	67%	56%	44%	40%	42%	38%	33%	33%	33%	33%	22%	11%	21%	11%	41%	38%	41%	38%	33%	33%	32%	22%	11%	22%	17%	17%



MEDICLIMA 2015
Strategie Energetiche ambientali in area mediterranea

Visual Discomfort Time (VDT_{DGP})

		VISUAL DISCOMFORT TIME _{DGP} - EXTERNAL SHADE																															
		DH_E_S1				DH_E_S2				DL_E_S1				DL_E_S2				TH_E_S1				TH_E_S2				TL_E_S1				TL_E_S2			
WO		2%	4%	20%	100%	1%	5%	27%	100%	0%	2%	14%	100%	0%	3%	19%	100%	1%	4%	20%	100%	1%	4%	22%	100%	0%	2%	15%	100%	1%	3%	20%	100%
		0%	3%	19%	100%	1%	5%	29%	100%	0%	0%	9%	100%	0%	1%	18%	100%	0%	3%	19%	100%	0%	3%	22%	100%	0%	1%	11%	100%	0%	2%	20%	100%
		0%	1%	16%	100%	0%	5%	27%	100%	0%	0%	7%	100%	0%	0%	15%	100%	0%	1%	16%	100%	0%	2%	20%	100%	0%	0%	8%	100%	0%	1%	17%	100%
SH_1		0%	0%	0%	100%	1%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%
		0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%
		0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%
SH_2		0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%
		0%	0%	0%	100%	1%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%
		0%	0%	0%	100%	1%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%
SH_3		0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%
		0%	0%	0%	100%	0%	0%	1%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%
		0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%

spatial Visual Comfort (sVC_{0.35,100%})

Configuration	sVC _{0.35,100%}																											
	WO				SH1 _{ext}				SH2 _{ext}				SH3 _{ext}				SH1 _{int}				SH2 _{int}				SH3 _{int}			
	DH	DL	TH	TL	DH	DL	TH	TL	DH	DL	TH	TL	DH	DL	TH	TL	DH	DL	TH	TL	DH	DL	TH	TL	DH	DL	TH	TL
E_S1	93%	96%	93%	96%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
E_S2	89%	94%	91%	93%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%



MEDICLIMA 2015
Strategie Energetiche ambientali in area mediterranea

Thermal Discomfort Time (TDT_{ppd})

TDT_{ppd} - EXTERNAL SHADE

STANDARD IRRADIATED STANDARD IRRADIATED STANDARD IRRADIATED STANDARD IRRADIATED

	DH_E_S2						DL_E_S2						TH_E_S2						TL_E_S2					
WO	8%	8%	8%	10%	15%	26%	8%	8%	8%	8%	9%	15%	8%	8%	8%	10%	15%	24%	8%	8%	8%	8%	9%	14%
	8%	8%	8%	13%	14%	37%	8%	8%	8%	8%	9%	10%	8%	8%	8%	12%	14%	34%	8%	8%	8%	9%	9%	17%
	8%	8%	8%	10%	14%	22%	8%	8%	8%	8%	9%	13%	8%	8%	8%	10%	14%	21%	8%	8%	8%	9%	9%	13%
SH_1	8%	8%	8%	8%	8%	11%	8%	8%	8%	8%	7%	8%	8%	8%	8%	9%	8%	11%	8%	8%	8%	8%	7%	8%
	8%	8%	8%	8%	8%	18%	8%	8%	8%	7%	7%	12%	8%	8%	8%	8%	8%	19%	8%	8%	8%	7%	7%	10%
	8%	8%	8%	8%	8%	10%	8%	8%	8%	8%	7%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	10%	8%	8%	8%	8%	7%	8%
SH_2	8%	8%	8%	8%	7%	9%	8%	8%	8%	7%	7%	7%	8%	8%	8%	8%	8%	9%	8%	8%	8%	8%	7%	7%
	8%	8%	8%	7%	8%	15%	8%	8%	8%	7%	7%	11%	8%	8%	8%	8%	8%	13%	8%	8%	8%	7%	7%	9%
	8%	8%	8%	8%	7%	9%	8%	8%	8%	7%	7%	7%	8%	8%	8%	8%	8%	9%	8%	8%	8%	8%	7%	7%
SH_3	8%	8%	8%	8%	7%	9%	8%	8%	8%	7%	7%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	9%	8%	8%	8%	8%	7%	8%
	8%	8%	8%	7%	8%	15%	8%	8%	8%	7%	7%	11%	8%	8%	8%	8%	8%	17%	8%	8%	8%	7%	8%	9%
	8%	8%	8%	8%	7%	9%	8%	8%	8%	7%	7%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	9%	8%	8%	8%	8%	7%	8%

spatial Thermal Comfort (sTC_{10,90%})

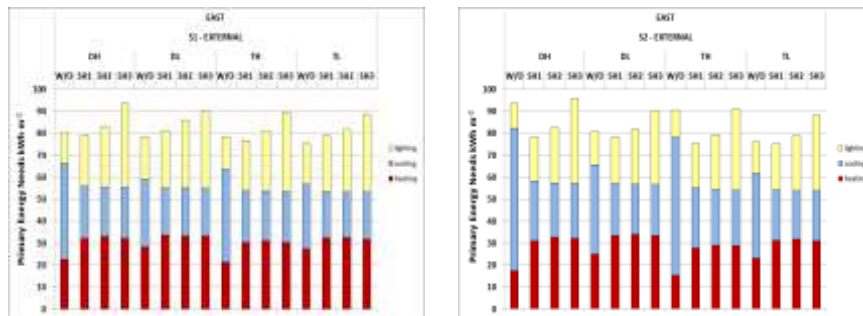
Configuration	sTC _{10,90%} - IRRADIATED											
	WO				SH1 _{int}				SH2 _{int}			
E_S1	56%	100%	67%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
E_S2	67%	89%	78%	100%	78%	89%	67%	100%	89%	89%	100%	100%

Configuration	sTC _{10,90%} - STANDARD											
	WO				SH1 _{int}				SH2 _{int}			
E_S1	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
E_S2	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%



MEDICLIMA 2015
Strategie Energetiche ambientali in area mediterranea

Primary Energy Needs (PE)



Ratio between PE and PE₀ (PE/PE₀)

Configuration	sDA _{100,50%}											
	WO				SH1 _{int}				SH2 _{int}			
E_S1	100	100	100	100	99	101	95	98	104	107	101	102
E_S2	100	100	100	100	84	84	80	80	88	87	85	84



MEDICLIMA 2015
Strategie Energetiche ambientali in area mediterranea

CONCLUSIONI

- Il contributo della simulazione dinamica nell'analisi della prestazione integrata delle facciate e la necessità di utilizzare differenti codici di programmazione
- L'importanza di analizzare contemporaneamente la performance complessiva delle facciate
- Le potenzialità degli indicatori scelti per l'analisi e la grande importanza di considerare l'effetto della radiazione solare diretta e diffusa in ingresso nello spazio confinato



MEDICLIMA 2015
Strategie Energetiche ambientali in area mediterranea

APPLICAZIONI PRATICHE

Analisi delle condizioni di comfort termico e visivo e dei consumi energetici in edifici reali al fine di validare i risultati delle simulazioni attraverso il confronto tra le grandezze fisiche calcolate e misurate

PHASE A:

- selection of building to be monitored
- building's data retrieval (physical and geometric characteristics)
- model construction

PHASE B:

- choosing of the data to collect (air temperature; relative humidity; mean radiant temperature of the surfaces; illuminance level on the working plane; glare; energy consumption)
- designing of the sensors network: type, positions and numbers

PHASE C:

- recording of external environmental conditions
- in situ measurement campaign

PHASE D:

- model validation through the comparison of calculated and measured quantities

PHASE E:

- comparison of different design or operation choices, development/optimization of retrofit measures, implementation/improvement of control strategies (predictive control, virtual sensing capabilities, etc)

PHASE F:

- Survey campaign: the actual perception of the occupants will be used for the validation and improvement of the existing thermal comfort models (Fanger's model for instance) under non steady state conditions



MEDICLIMA 2015
Strategie Energetiche ambientali in area mediterranea

APPLICAZIONI PRATICHE - PHASE A

PHASE A: Selection of the building to be monitored and model construction according to the physical and geometrical characteristics and model construction¹⁸

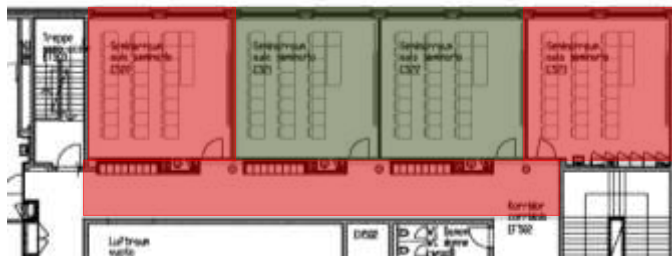


Two classes of the Free University of Bozen located on the 5th floor - E building



MEDICLIMA 2015
Strategie Energetiche ambientali in area mediterranea

APPLICAZIONI PRATICHE - PHASE B/C



A) Tair+RU sensor



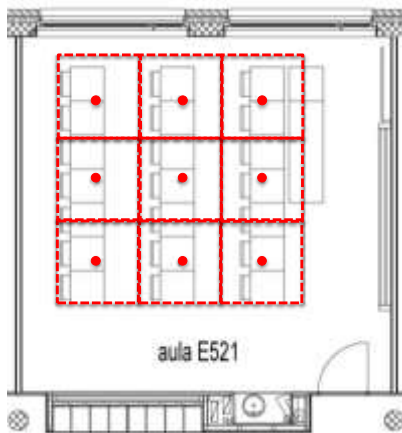
B) Tsupply, Treturn, Tsurface radiators sensors

- A)
 - 2 sensors in each Control rooms;
 - 1 sensor in each BC rooms
 - 2 sensor in the aisle
- B)
 - 2 on each radiators in the Control rooms



MEDICLIMA 2015
Strategie Energetiche ambientali in area mediterranea

APPLICAZIONI PRATICHE - PHASE C



Positioning of the sensor points according to the E_m calculation (EN 12464-1)



PHOTOMETRIC SENSORS

Photometry refers to the measurement of visible radiation (light) with a sensor having a spectral responsivity curve equal to the average human eye. This curve is known as the CIE Standard Observer Curve (photopic curve).

Photometric sensors are used to measure lighting conditions where the eye is the primary receptor, such as illumination of work areas, interior lighting, television screens, etc. Although photometric measurements have been used in the past in plant science, PPFD and irradiance are the preferred measurements.

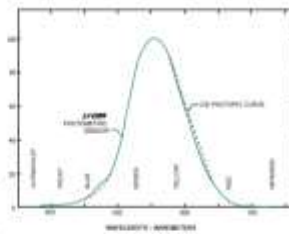


Figure 1. Typical spectral response of LL-COB Photometric Sensors vs. Wavelength and the CIE Standard Observer Curve.

GTA

MEDICLIMA 2015
Strategie Energetiche ambientali in area mediterranea

APPLICAZIONI PRATICHE - PHASE C



Image luminance measuring devices (ILMD)

- Evaluate discomfort glare under daylight conditions:

- evaluating the luminance images “as seen” in the image using high dynamic range algorithms ;
- combining the luminance information with the position information of the measured luminance values for extracting additional relevant information – geometrical adjustment

Indoor UGR & DGP assessment



GTA

MEDICLIMA 2015
Strategie Energetiche ambientali in area mediterranea

