

edilportale[®] TOUR 2015

La Mostra Convegno in 20 tappe su
Architettura sostenibile, Efficienza
energetica, Comfort abitativo, Active
House, Costruzioni in legno, Antisismica,
Antincendio, Tecnologie costruttive.

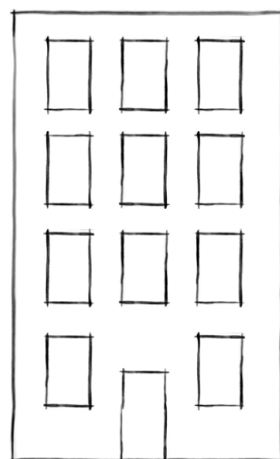
IN COLLABORAZIONE CON



Torino, 22 04 2015

Tecniche di raffrescamento passivo: casi studio

Giacomo Chiesa



Settore edilizio

(residenziale + terziario)

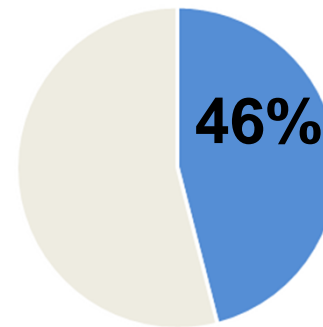
40% consumi di energia
primaria nei paesi industrializzati
(Orme 2001)

USA – settore **residenziale 23%** consumi totali di energia
Di cui il 50% è per il condizionamento degli ambienti (riscaldamento e
raffrescamento) (Logue et al. 2013)

USA – condizionatori **400 TWh_{el} / anno** = 40 miliardi di dollari
(Akbari 2007)



Crescita veloce
+ 7-10% all'anno



46%
Edifici residenziali
con aria
condizionata nei
paesi industrializzati

1990-2000 +13% aumento dei consumi elettrici per condizionamento estivo nel settore residenziale

Condizionamento estivo residenziale ha raggiunto nel 2000 6,4% dei consumi elettrici totali

Residenziale (2003)

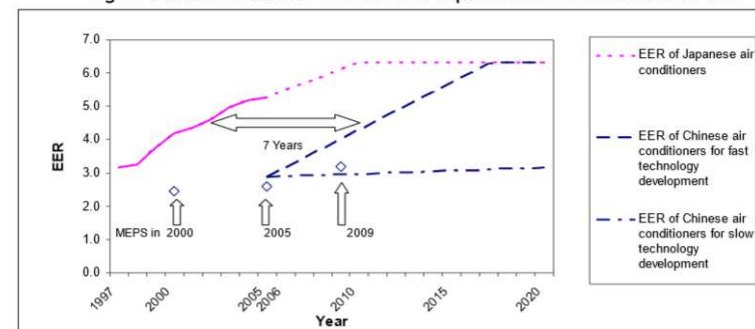
Giappone → 100%

USA → 63%

Europa → 27%

(Santamouris 2007)

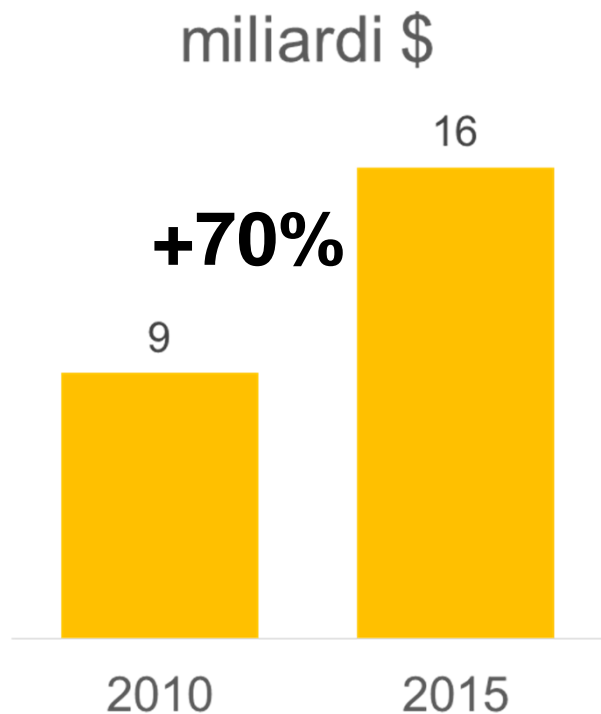
Fig.10 Outlook of EER for Chinese and Japanese Air Conditioners for sale



(IEA 2007)

Mercato condizionatori

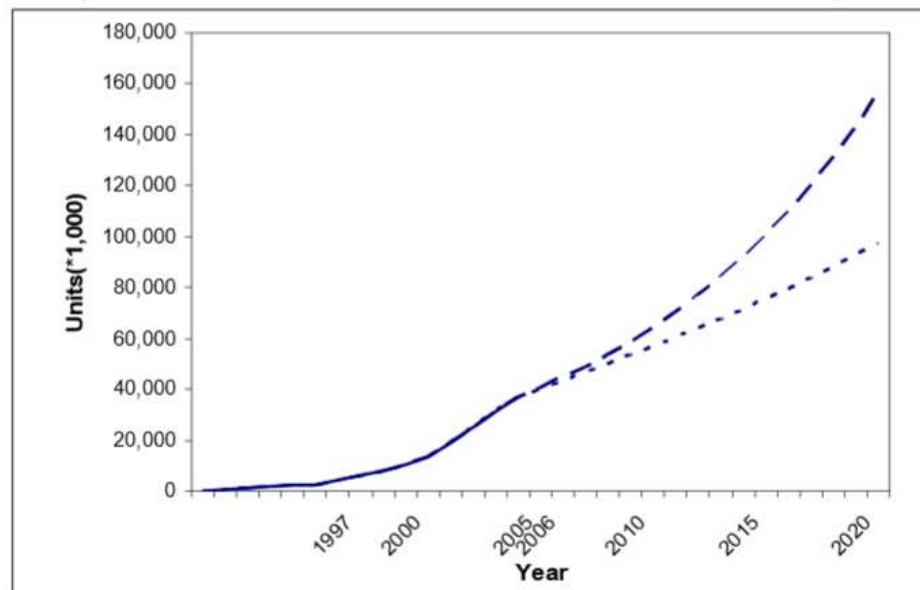
Vendita condizionatori (paesi emergenti)



(Dalkin Industries 2015)

- Tasso di diffusione +10%
- Previsione di crescita nei paesi emergenti è in aumento

Fig. 7 Forecast for Air Conditioners in Stock in Chinese warm provinces

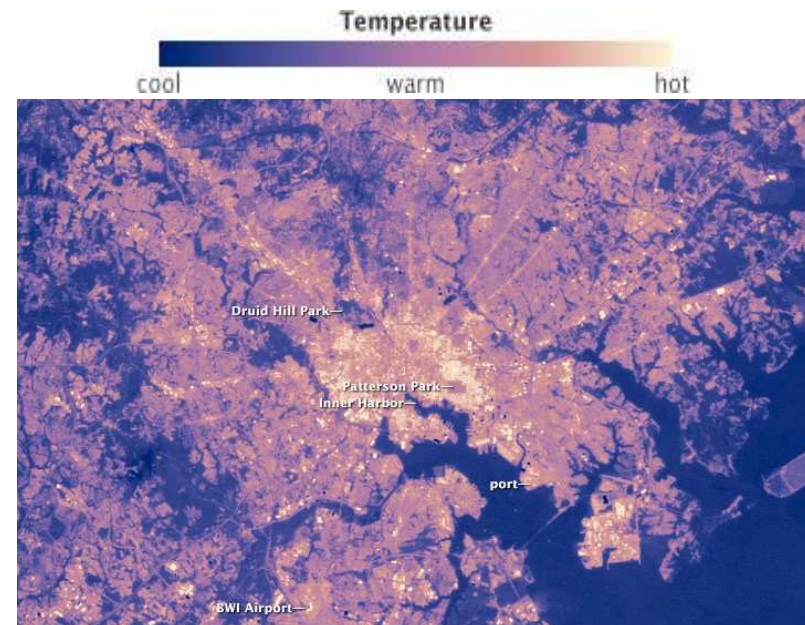


(IEA 2007)

Domanda di condizionamento estivo: cause

Espansione della domanda di condizionamento estivo

- Stile universale degli edifici
- Aumento della temperatura globale e isole di calore urbano
- Cambiamenti nella cultura del comfort
- Aumento degli standard di vita
- Aumento dei carichi interni (apparecchi elettrici)



Baltimore 2001 (Image courtesy of NASA)

Domanda di condizionamento estivo: effetti

Diffusione di sistemi di condizionamento dell'aria:

- aumento dei consumi elettrici globali;
- aumento della domanda della potenza di picco in estate,
 - nuove centrali di produzione elettrica
 - aumento del costo dell'energia di picco;

Elettricità: fonte energetica ad alto fattore di emissioni climalteranti.

Specialmente in paesi come l'Italia (0.483 t CO₂C/MWh_{el} – 0.708 with LCA)

(SEAP Technical Annex UE)

L'attenzione alla riduzione dei gas serra climalteranti suggerisce di sviluppare tecnologie alternative.

Strategie di raffrescamento passivo

- Controllo termico
 - Prevenire i guadagni termici (es. schermi solari)
 - Modulare i guadagni termici
- Tecniche di raffrescamento naturali (pozzi termici)
 - Dissipazione dei guadagni termici

“unlike the single solar heat source of passive heating, passive cooling embraces several heat sinks and a wide variety of bioclimatic practices in building design”

(Cook 1989)

“ Dal punto di vista delle prestazioni termiche, nel contesto del raffrescamento estivo, la progettazione bioclimatica in alcuni casi riesce solamente a minimizzare l’innalzamento della temperatura interna dovuto alla radiazione solare (e ai carichi interni). Ogni riduzione della temperatura interna al di sotto del valore della temperatura esterna richiede come input un’energia di raffrescamento che, nei sistemi passivi, è ottenuta utilizzando fonti rinnovabili naturali ”

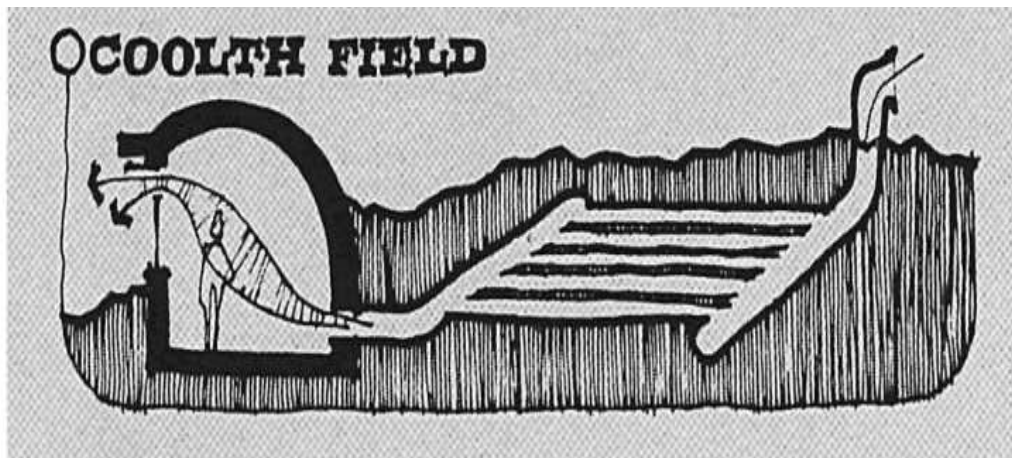
(Givoni 1994)

Strategie di raffrescamento passivo

TIPO DI RAFFRESCAMENTO	TECNICA DI VENTILAZIONE		POZZO TERMICO	SISTEMA DI DISTRIBUZIONE	
	rispetto all'uso	rispetto al moto		in rapporto allo spazio	in rapporto alla fonte energetica
MICROCLIMATICO	corporea	passante orizzontale e verticale	aria esterna	diretta	naturale
	ambientale			diretta	naturale
	strutturale			diretta	naturale/ibrida
GEOTERMICO	ambientale	attraverso condotti interrati	terreno	diretta	naturale/ibrida
				indiretta	ibrida
EVAPORATIVO	ambientale	a caduta	acqua	diretta	naturale/ibrida
		attraverso unità ventilante		diretta/indiretta	ibrida
RADIATIVO	ambientale/ strutturale	attraverso collettori	cielo notturno	diretta	ibrida

Il terreno come pozzo termico

Scambiatore geotermico orizzontale ad aria



(Wright, Andrejko 1979)

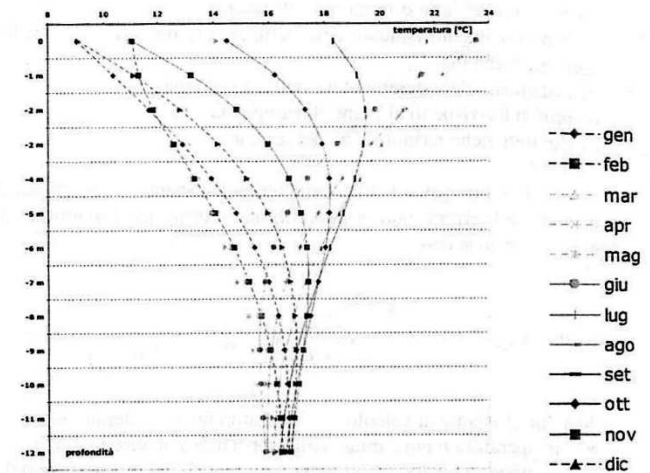


Figura 12.1. - Profili di temperatura del terreno in funzione della profondità (Torino: $\theta_m = 11,9$ °C; $A=11,4$ °C; $t_{max}=16934400$ s. Terreno di tipo calcareo, $\alpha = 0,617 \cdot 10^{-6}$ m²/s)

(Grosso 2011)

EAHX – geotermico orizzontale ad aria

Caso studio

Scuola media Orsini di Imola

SLP 4800 m²

18 classi, 3 laboratori, uffici e locali accessori 360 studenti

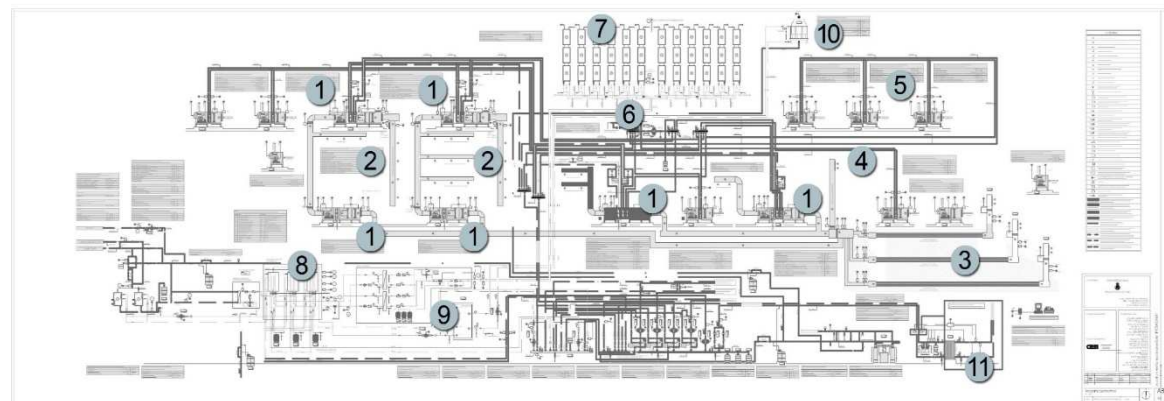
Due corpi di fabbrica da 3 piani connesse da un atrio lungo una linea di sviluppo Est-Ovest

Completamento 2008

Committenza: Comune di Imola

Responsabile del progetto: arch. Andrea Dal Fiume

Consulenza ambientale: prof. arch. Mario Grosso, arch. Luca Raimondo, ing. Marco Simonetti



- | | | | |
|---------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1.UTA | 4. presa aria esterna | 7. pannelli solari | 10. evaporativo indiretto |
| 2. Solarwall® | 5. estrattori aria esausta | 8. accumulo solare | 11. teleriscaldamento |
| 3. EAHX | 6. recuperatore di calore | 9. sistema ausiliario ACS | |

EAHX – geotermico orizzontale ad aria

Sistema EAHX a tre campi
Integra l'impianto di ventilazione meccanica a tutt'aria

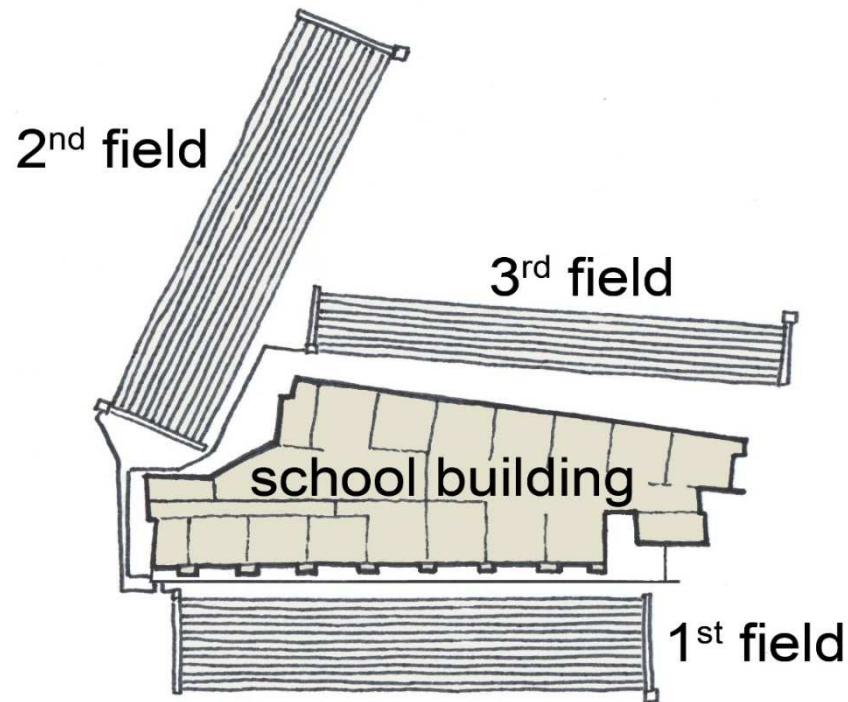
- Pre-raffreddamento (estate)
- Pre-riscaldamento (inverno)

Aria trattata: 40 000m³/h

Profondità media: 2,5 m

Tubi in polietilene Ø 25 cm lunghi 70 m

N°Tubi 12+12+10

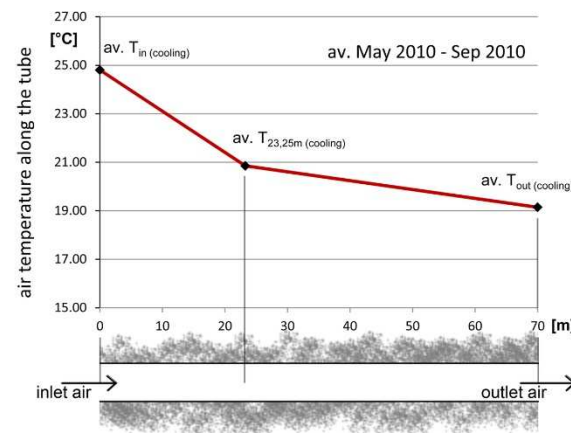
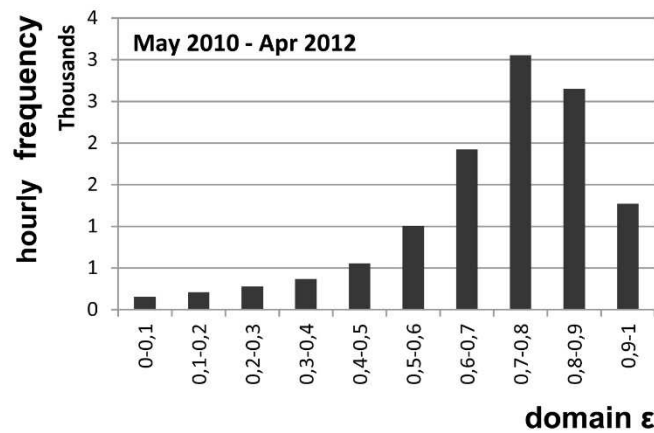
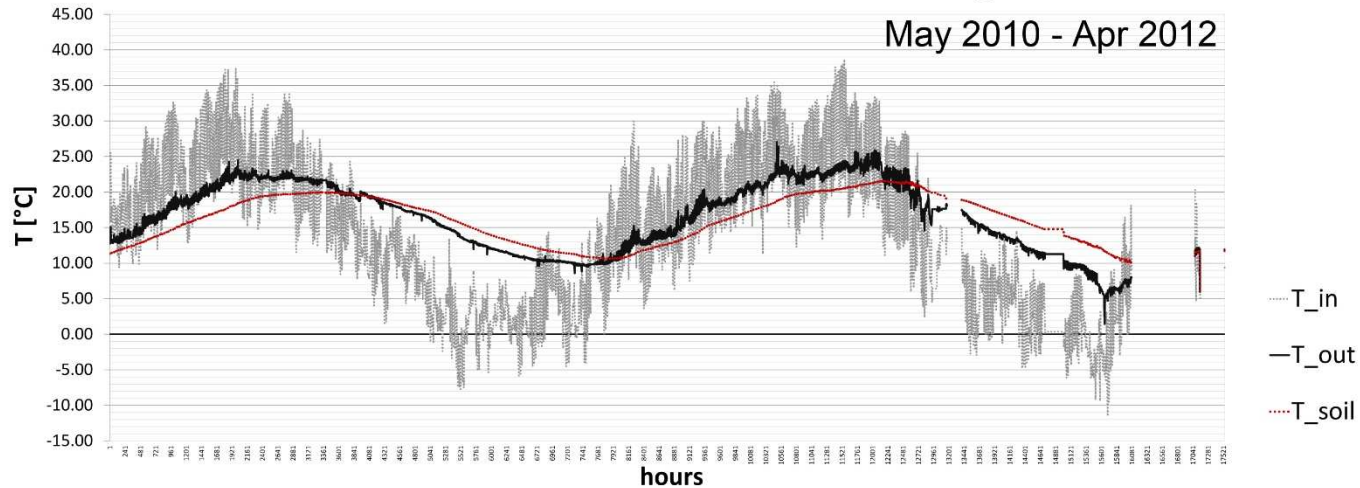


(Chiesa Grosso 2015)

EAHX – geotermico orizzontale ad aria

Risultati di monitoraggio (1° campo)

EAHX - Earth-to-air heat exchangers



(Chiesa Grosso 2015)

EAHX – geotermico orizzontale ad aria

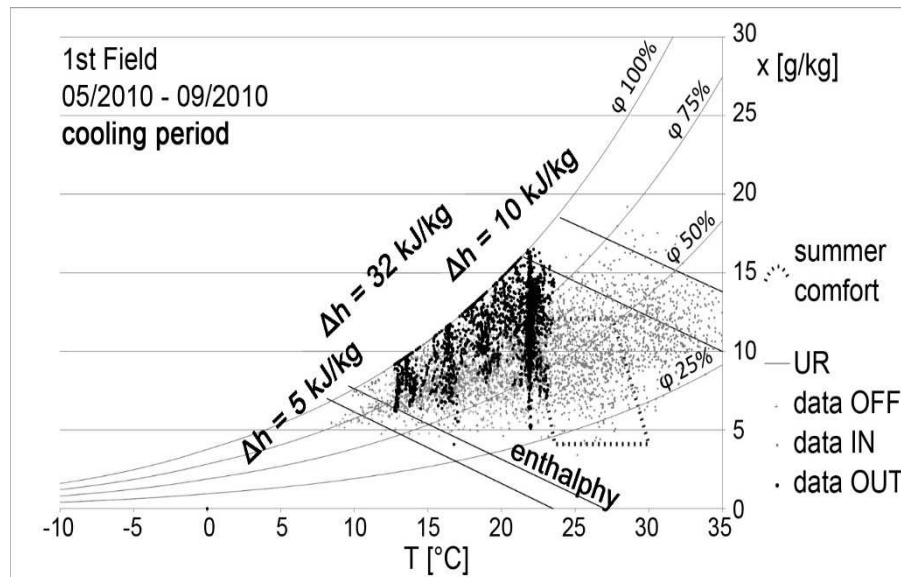


Diagramma psicrometrico
(campo I, dati orari – periodo di raffrescamento)

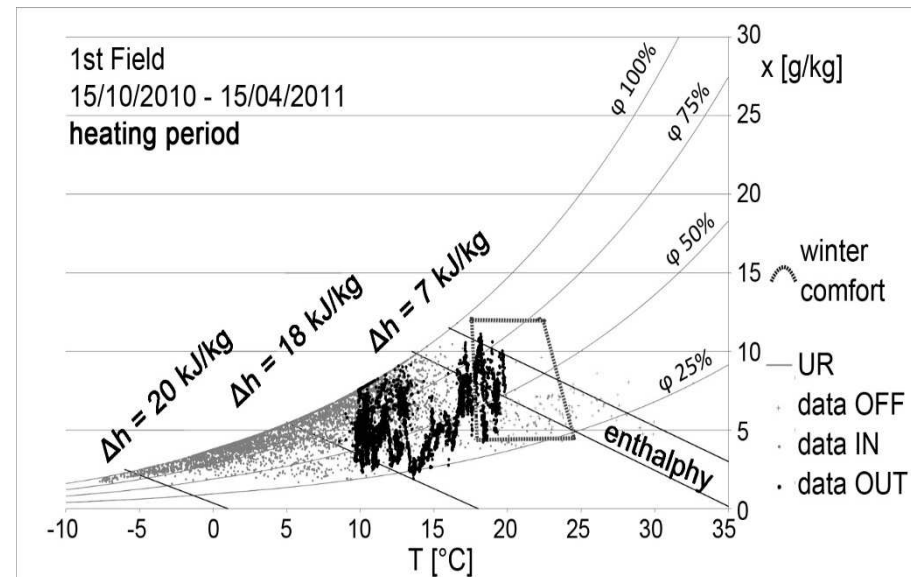


Diagramma psicrometrico
(campo I, dati orari – periodo di riscaldamento)

EAHX – geotermico orizzontale ad aria

	IMOLA 1° campo	IMOLA 2° campo	IMOLA 3° campo	DB Netz DG [8]	Fraunhofer ISE [8]	Lamparter [8]
Rt [K/K]	0.33	0.33	0.38	0.28	0.47	0.36
ϵ [-]	0.76	0.77	0.69	0.94	0.77	0.80
COP [kWh/kWh]	38	103	43	88	29	380
n° condotti	12	12	8	26	7	2
lunghezza condotti [m]	70	70	70	67-107	95	90
diametro [m]	0.25	0.25	0.25	0.2-0.3	0.25	0.35
profondità [m]	2.6	2.6	2.6	2-4	2	2.3
portata d'aria media [m ³ /h]	4948	1265	3784	10300	7000	1100
velocità media [m/s]	2.4	0.6	1.8	2.2	5.6	1.6
perdite di carico alla portata media [Pa]	257 (calculated)	22 (calculated)	141 (calculated)	40 (measured)	166 (measured)	12 (calculated)

(Chiesa, Grosso, Simonetti 2014)

EAHX – geotermico orizzontale ad aria

Principali caratteristiche di progetto di un sistema EAHX

- Tipo di scambiatore: singola canna – collettore
- Sezione e area del condotto, tipo di moto dell'aria, superficie di scambio
- Portata d'aria
- Distanza tra le canne
- Lunghezza
- Conducibilità termica del materiale
- Profondità
- Distanza dall'edificio o elementi interrati

Metodi di calcolo

- Programmi CFD
- Simulazioni energetico dinamiche con specifici componenti EAHX
 - TRNSYS
 - DESIGN BUILDER + ENERGYPLUS (v.4.02)
- Programma semplificato GAEA (Un. of Siegen)

Ditte specializzate: Rehau.com, Windpower Montana LLC

Tecniche passive di raffrescamento evaporativo



(<http://img15.imageshack.us/img15/9041/f520.jpg>)



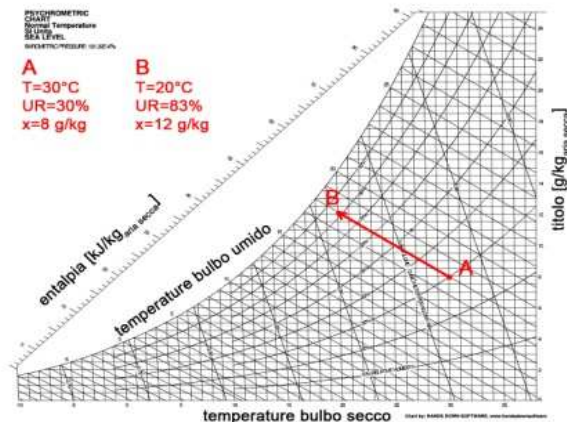
(Ford et al. 2010)

L'acqua come pozzo termico

Il termine raffrescamento evaporativo definisce i processi nei quali parte del calore sensibile di un flusso d'aria è assorbito sotto forma di calore latente da gocce d'acqua o superfici bagnate al fine di consentire il processo di evaporazione (cambiamento di fase dell'acqua dallo stato liquido a quello gassoso)

La **depressione a bulbo umido** è alla base del potenziale di raffrescamento evaporativo.

Non si può raffrescare per evaporazione l'aria ad una temperatura inferiore alla WBT.

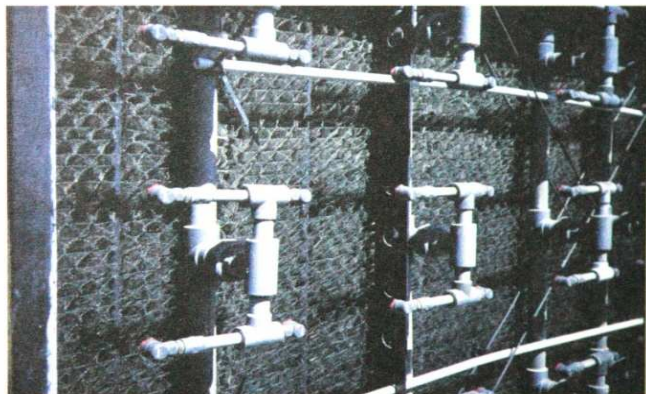


(http://www.architravel.com/architravel_wp/wp-content/uploads/2013/05/Spanish-Pavilion-for-Expo-Zaragoza-2008_main.jpg)

(http://www.earchitect.co.uk/images/jpgs/spain/zaragoza_expo2008_300808_2.jpg)

PDEC - raffrescamento evaporativo

Visitor center, Zion National Park, Utha



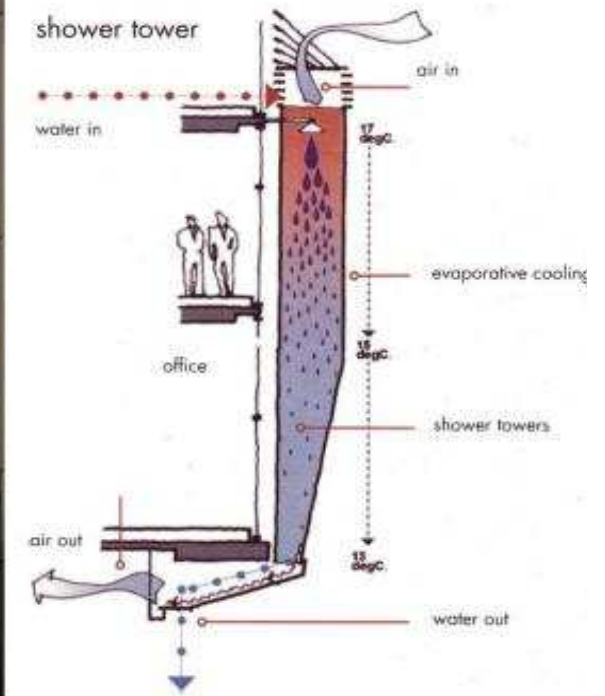
(Ford et al. 2010)

Council House 2, Melbourne studio DesignInc
6-Star Green del Green Building Council of Australia
5 torrette in tessuto leggero.

Raffrescamento della hall e dell'ingresso



(<https://ideasinspiringinnovation.files.wordpress.com/2009/08/ch2-melbourne-oz-council-house-2-ch2-melbourne-2.jpg?w=640>)



(<http://www.infobuildenergia.it/Allegati/2271.jpg>)

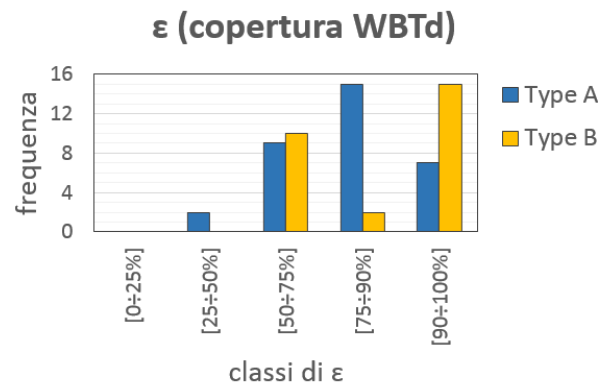
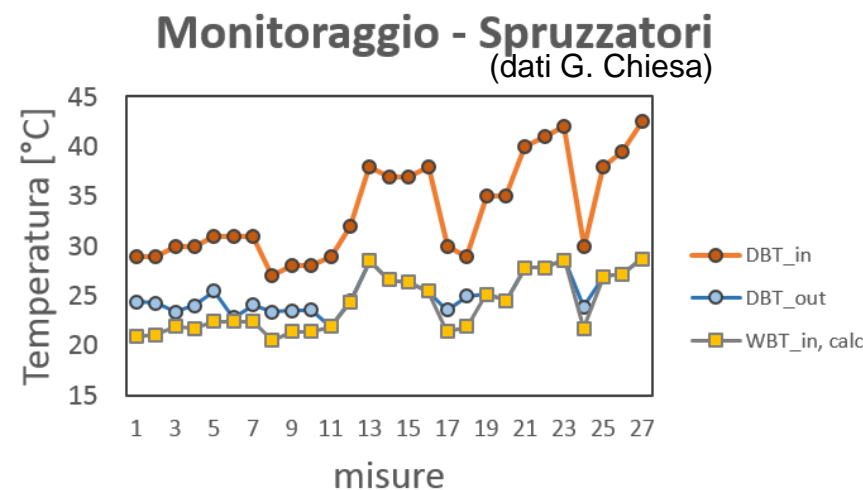
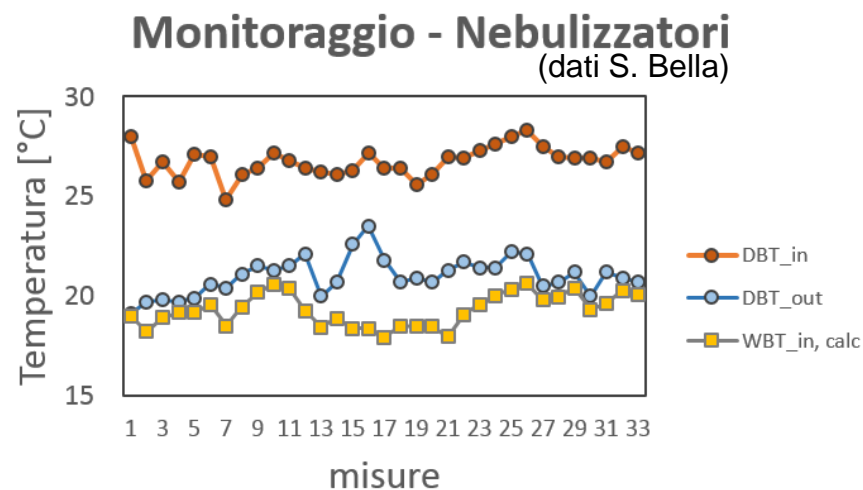
PDEC – torretta evaporativa diretta

Monitoraggio. Torretta «rainshaft» laboratorio STI – Politecnico di Torino



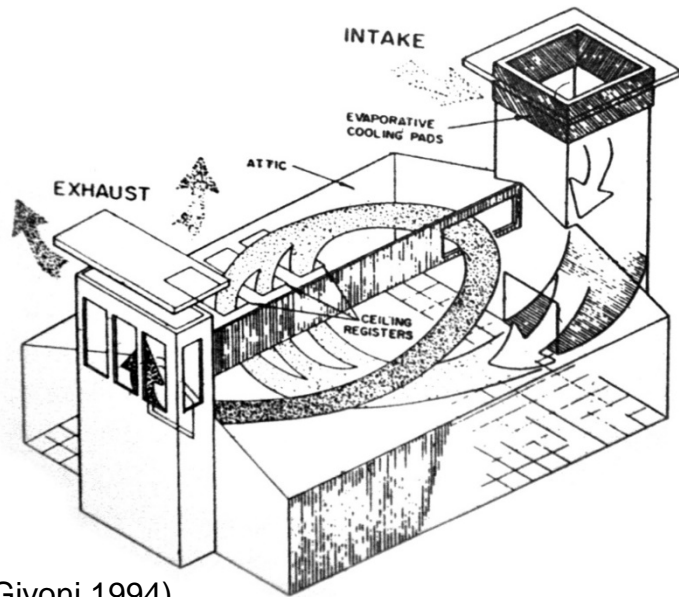
PDEC – torretta evaporativa diretta

Monitoraggio. Torretta «rainshaft» laboratorio STI – Politecnico di Torino

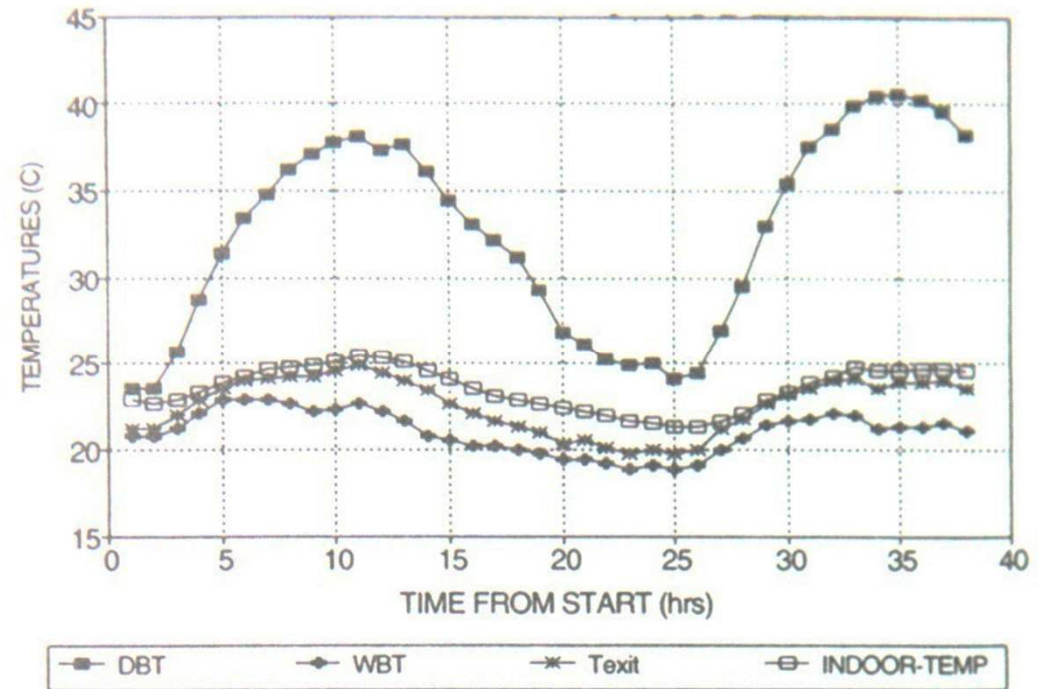


PDEC - raffrescamento evaporativo

University of Arizona's experimental building, Phoenix, USA
(Cunningham & Thompson 1989)

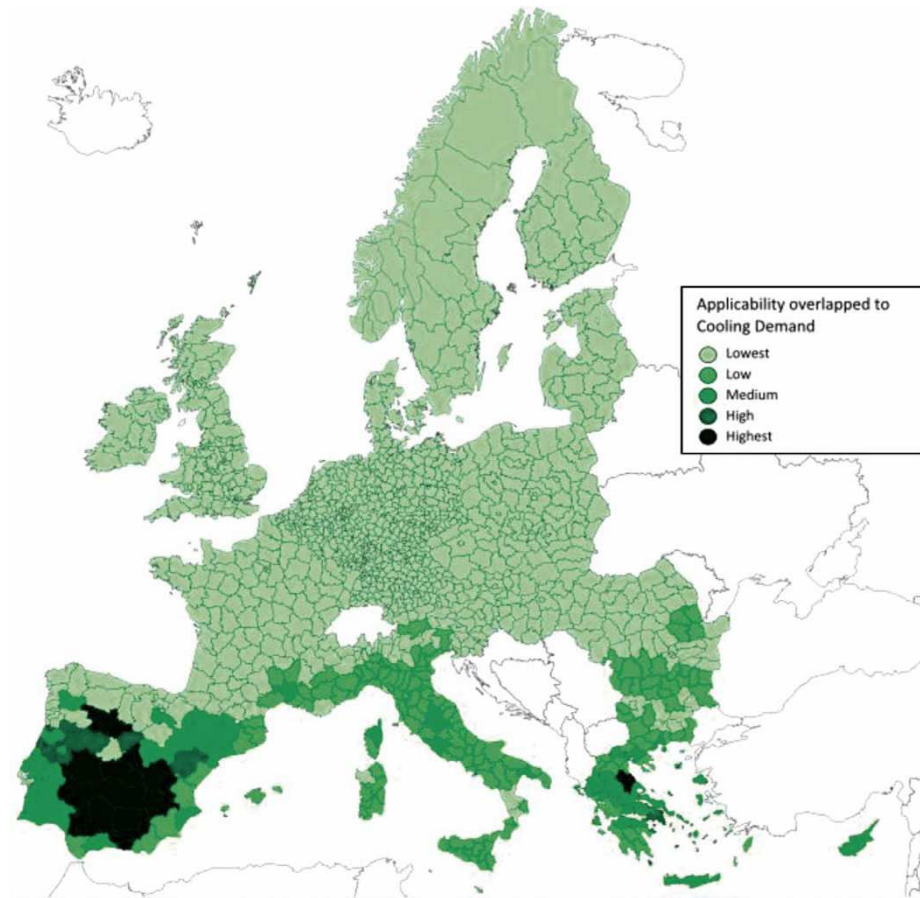


(Givoni 1994)



PDEC – torretta evaporativa diretta

Applicabilità del sistemi evaporativi



(M. Salmeron et al. 2012)

-25 | -85%

Riduzione del carico per il raffrescamento nelle città europee a seconda delle condizioni locali da sistemi PDEC

(Ford et al. 2010)

70%

Applicabilità di sistemi PDEC al parco edilizio residenziale esistente in europa

(Moura & Ford 2003)

EAHX – geotermico orizzontale ad aria

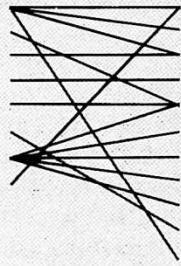

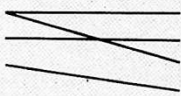

Principali caratteristiche di progetto di un sistema PDEC

- La progettazione aerodinamica del sistema e in particolare della testa di captazione;
- L'altezza della torre, si pensi in particolare alla formula sugli effetti di galleggiamento negativi;
- La tecnologia impiegata (spruzzatori, superfici porose, nebulizzatori, sistemi ibridi, pannelli umidificati)
- Il diametro delle gocce, il raggio di copertura e la forma del getto d'acqua.

Metodi di calcolo

- Programmi CFD
- Simulazioni energetico dinamiche con specifici componenti EAHX
 - TRNSYS
 - DESIGN BUILDER + ENERGYPLUS (v.4.02)
- Programma PHDC_airflow (Ford et al. 2010)
- Formule empiriche (Givoni 1994)
 - $T_{out,DBT} = T_{in,DBT} - (T_{in,DBT} - T_{in,WBT})(1 - \exp(-0.8 H))(1 - \exp(-0.15 WF))$

Strategie di raffrescamento passivo

Comfort variable	Cooling option		Design strategy
Air temperature	Heat gain control Natural ventilation Time lag/attenuation Radiative loss Conductive loss Humidification Induced ventilation Microclimate		Shading Earth-tempered structure Thermal massing/insulation Night sky radiation Earth-air heat exchange Solar/thermal chimney Solar/trombe wall Solar/direct gain Solar/isolated gain (greenhouse) Evaporative cooling Vegetation/land massing
Air movement	Induced ventilation		Solar/thermal chimney Solar/trombe wall Solar/direct gain Solar/isolated gain Earth-air heat exchange Zoning
Humidity	Humidification Dehumidification Microclimate		Evaporative cooling Desiccation Earth-air heat exchange Vegetation/land massing
Mean radiant temperature	Heat gain control Natural ventilation Induced ventilation Time lag/attenuation Radiative loss Conductive loss Microclimate		Shading Earth-tempered structure Thermal massing/insulation Diurnal air flushing Solar/thermal chimney Solar/trombe wall Solar/direct gain Solar/isolated gain Vegetation/land massing

(Wright, Andrejko 1979)

Grazie per l'attenzione