

Edifici a basso consumo energetico: alcune idee progettuali per i climi temperati

Prof. ing. Adolfo Palombo

adolfo.palombo@unina.it



Direttiva Europea 2010/31/EU (Energy Performance Building Directive)



Edifici ad energia quasi nulla: *"edifici ad altissima prestazione energetica, con fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo coperto in misura molto significativa da energia da fonti rinnovabili, compresa l'energia da fonti rinnovabili prodotta in loco o nelle vicinanze."*



Prescrizioni per edifici occupati da enti pubblici

✓ *"... gli edifici occupati da enti pubblici e gli edifici abitualmente frequentati dal pubblico dovrebbero dare l'esempio dimostrando che gli aspetti riguardanti l'ambiente e l'energia sono presi in considerazione ..."*

✓ *"... entro il 31 dicembre 2020 tutti gli edifici di nuova costruzione dovranno essere a energia quasi zero. Gli edifici di nuova costruzione occupati da enti pubblici e di proprietà di questi ultimi dovranno rispettare gli stessi criteri a partire dal 31 dicembre 2018 ..."*

Edifici a basso consumo energetico nei climi temperati

Definizioni

Edificio a basso consumo energetico (residenziale) secondo lo standard Passivhaus:

- fabbisogno energetico per il riscaldamento: $Ep_{i,invol} \leq 15 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- fabbisogno energetico per il raffrescamento: $Ep_{e,invol} \leq 15 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- carico termico effettivo invernale: $Q_i \leq 10 \text{ W/m}^2$ (facoltativo)
- carico termico effettivo estivo: $Q_e \leq 10 \text{ W/m}^2$ (facoltativo)
- tenuta all'aria: $n_{50} \leq 0,6 \text{ 1/h}$ (Blower-Door-Test, secondo la UNI EN 13829)
- fabbisogno energetico primario di energia per riscaldamento, acqua calda sanitaria ed usi elettrici: $Ep_{tot} \leq 120 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Edificio non residenziale e per climi temperati:
NON sono attualmente disponibili indicazioni

OBIETTIVO

Definire le linee guide per la progettazione:

- di un'architettura sostenibile promotrice di principi e tecnologie nuove
- di progetti che rientrino nei limiti dello standard "Passivehaus estesa"
- di un involucro in grado di garantire anche ottimali livelli di comfort interno
- di impianti energeticamente efficienti supportati dalle energie rinnovabili

STRUMENTI

- simulazione dinamica delle prestazioni energetiche del sistema edificio-impianto
- indagine attraverso il metodo semistazionario (UNI TS 11300)
- sperimentazioni in laboratorio e in campo

Edifici a basso consumo energetico nei climi temperati

Metodo

I criteri con cui si progetta e realizza l'edificio a basso consumo energetico sono differenti

Nord Europa

Heating dominated climate



Inverno molto rigido e lungo

Sud Europa

Heating & Cooling dominated climate



Inverno abbastanza rigido e lungo



Estate abbastanza calda e lunga

IDEA PROGETTUALE 1: edificio per uffici

Progetto preliminare di un “edificio a fabbisogno energetico quasi nullo del Comune di Napoli”

Iniziativa

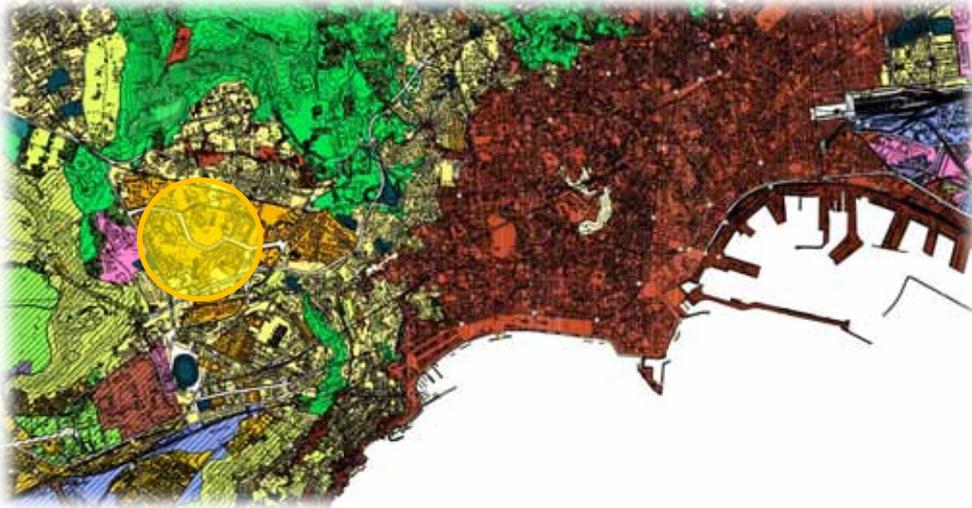
- Comune di Napoli, Delibera della Giunta comunale di Napoli n. 517 (21 aprile 2011)
- IX Municipalità (Pianura – Soccavo)
Nota n. 357 del 16 febbraio 2011

Destinazione d'uso

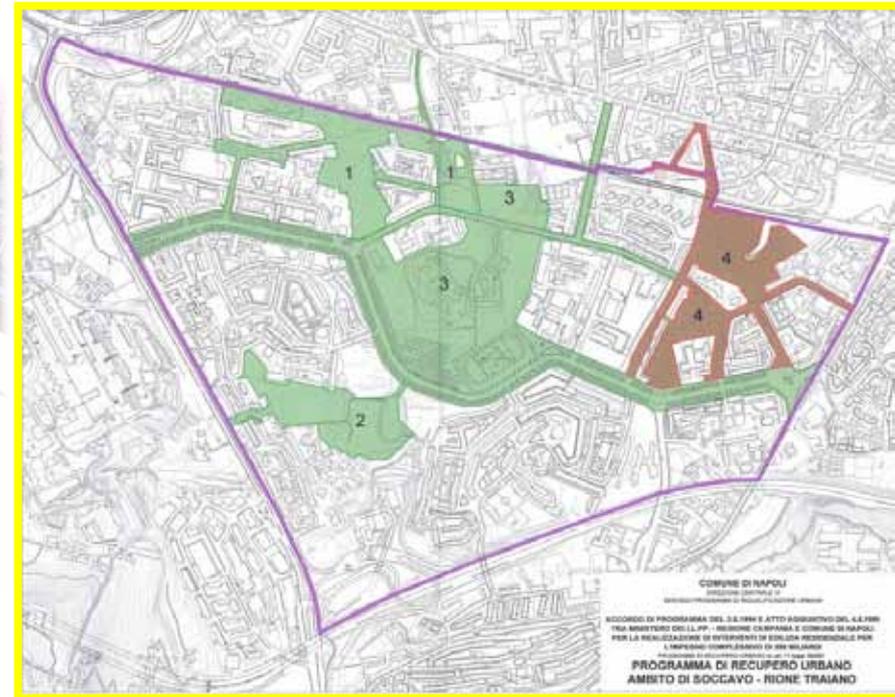
Uffici del Servizio Ambiente del Comune di Napoli, sala conferenze e spazio espositivo, depositi e magazzini

- Volume lordo:
3778 m³
- Volume climatizzato:
3096 m³
- Superficie utile lorda:
600 m²
- Superficie utile climatizzata: 440 m²

Il sito



Napoli, Soccavo



Ricade nella perimetrazione dell'area
attigua al Centro Polifunzionale



Centro polifunzionale

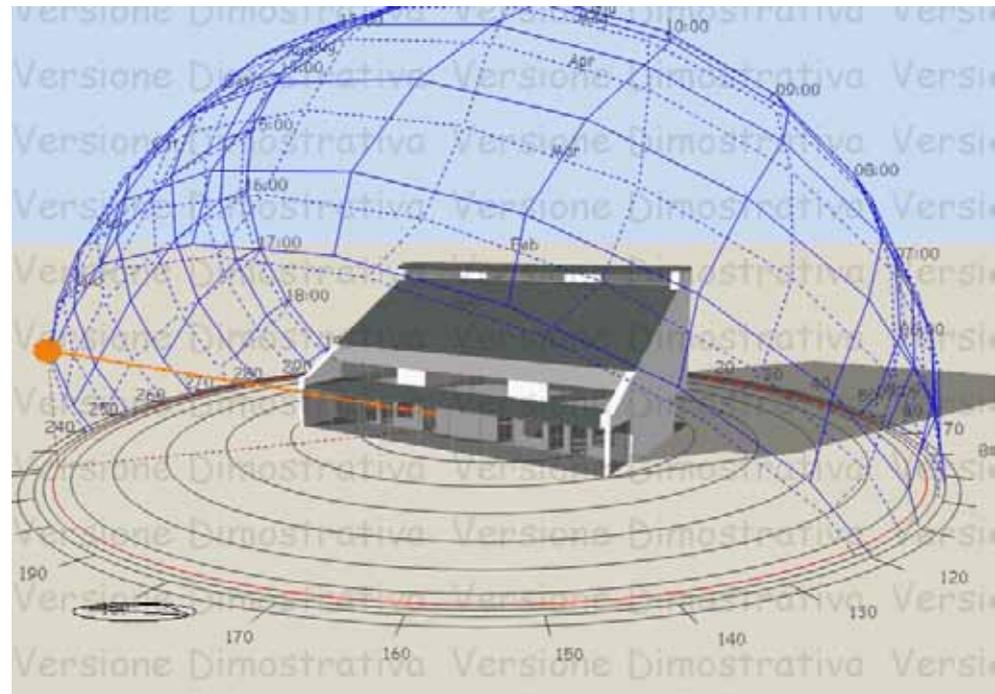
L'involucro edilizio

- Pianta rettangolare, direttrice longitudinale Est-Ovest
- Ridotto rapporto S/V
- Ampia copertura inclinata a Sud
- Materiali opachi isolanti e capacitivi ecocompatibili
- Vetrate bassoemissive a controllo solare
- Ampia superficie vetrata solo sulla facciata Sud
- Serra solare invernale
- Spazio aperto porticato estivo
- Schermi solari a geometria variabile
- Effetto camino per la ventilazione naturale
- Scarico della massa attraverso la ventilazione notturna

Pareti: $U = 0,18 \div 0,30$ [W/m²K]
 $Y_{IE} = 0,007 \div 0,008$ [W/m²K]

Tetto: $U = 0,18$ [W/m²K]
 $Y_{IE} = 0,006$ [W/m²K]

Vetri: $U = 0,70 \div 0,90$ [W/m²K]
 intercapedine con krypton



Simulazione dinamica delle prestazioni energetiche

Dati di input

- Località (file climatico)
- Componenti opachi e trasparenti (trasmissionze, densità, calori specifici, etc.)
- Carichi endogeni
- Portate di ventilazione e infiltrazione
- Orari accensione impianto climatizzazione invernale ed estiva

The screenshot displays a software interface for dynamic energy performance simulation. The main workspace shows a configuration for a project named "PROGRAMMA SPAZI COMUNI E SALA ESPOSIZIONE". Key parameters include:

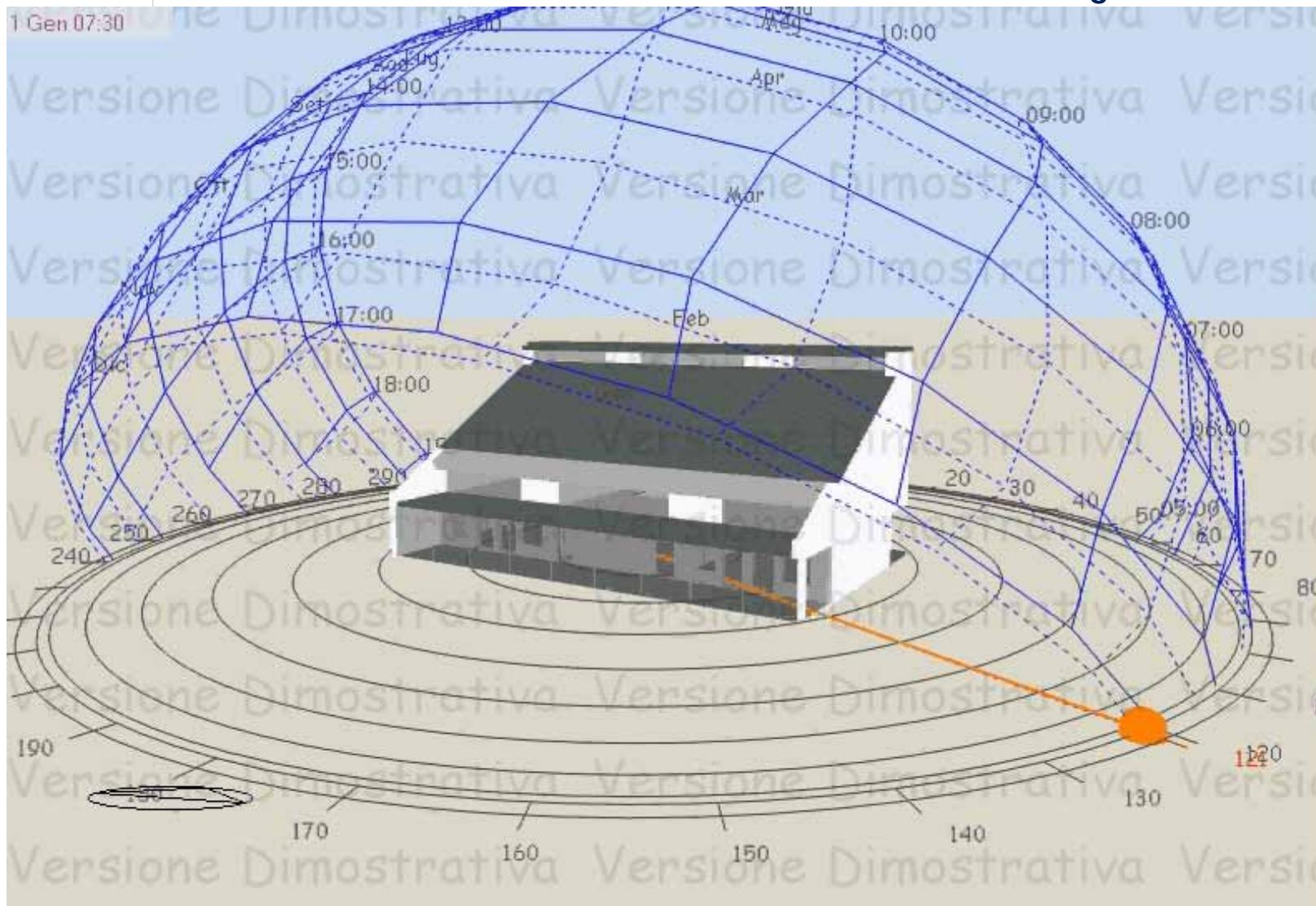
- Occupazione:** Densità (persone/mq) set to 0,05.
- Programma:** Tipo di programma set to "1 Programma 7/12".
- Table of parameters:** A table showing various parameters (Riscaldamento, Raffrescamento, Ventilazione) across days of the week (Lunedì to Domenica).

The right-hand panel shows a "Profilo" (Profile) section with a graph and a "Report di dati (Non editabile)" (Data Report - Not Editable) section. The profile graph shows a blue bar representing the active period from 8:00 to 18:00. The data report shows the following profile:

Intervallo	Operazione
8:00 - 18:00	Funzionamento
10:00 - 12:00 & 14:00 - 16:00	FUNZIONAMENTO ILLUMINAZIONE
12:30 - 13:30	
7:00 - 18:00	
8:30 - 16:00	
9:00 - 14:00 & 19:00 - 22:00	
5:00 - 15:30	

Simulazione dinamica: soleggiamento invernale

Serra solare: la radiazione incide anche sulle finestre degli uffici



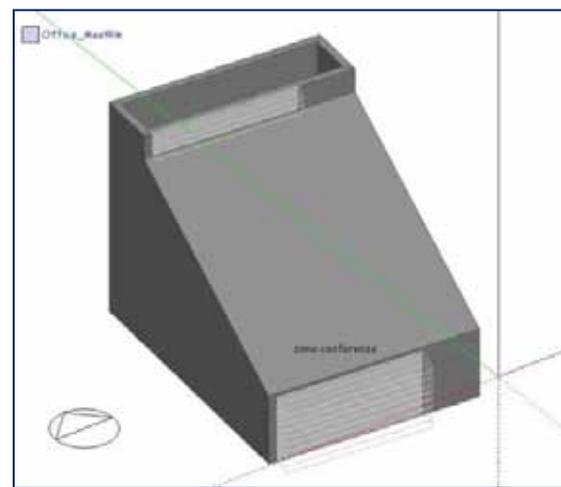
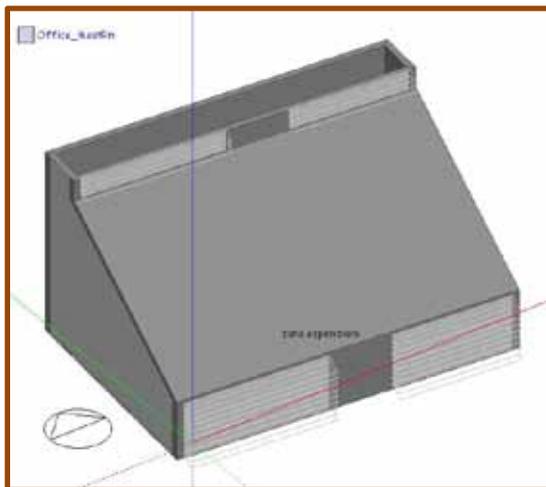
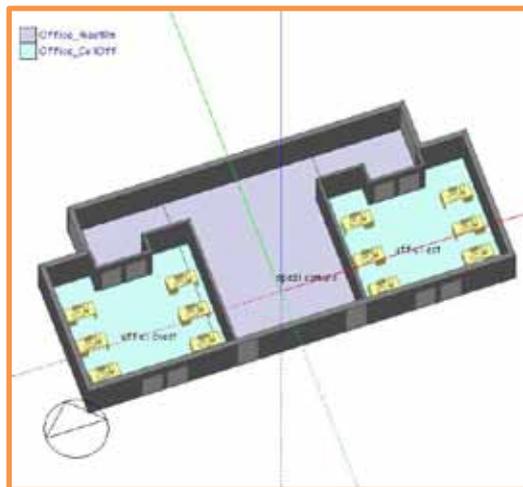
La ventilazione

(naturale + meccanica con recupero)



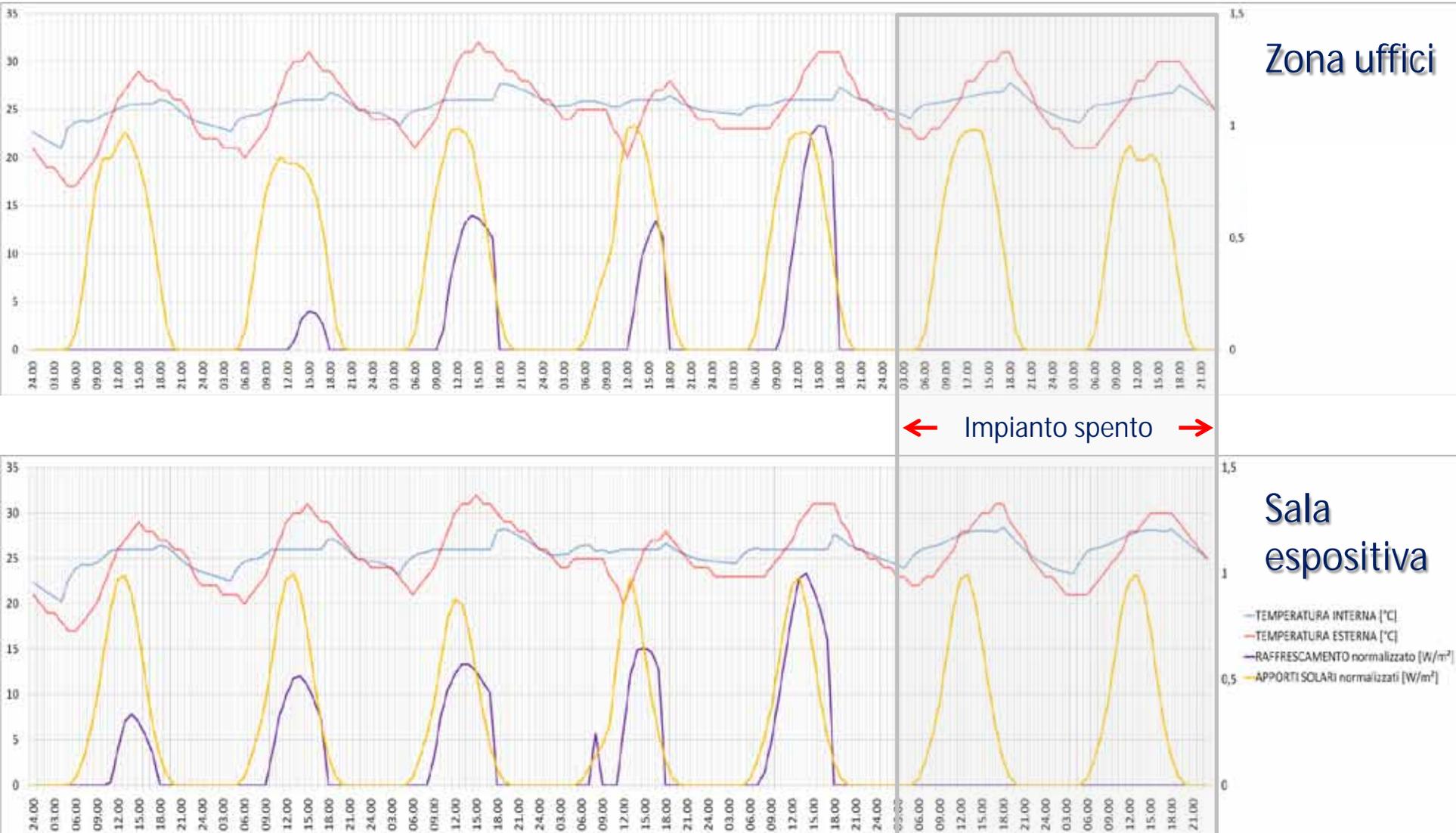
	Fascia oraria	Logica	Funzionamento
<i>Accensione ventilatori</i>	8:00 - 18:00	Sensore CO ₂	on
	18:00 - 8:00	$T_i > T_e + 1$	
		$T_i < T_e + 1$	off

Prestazioni energetiche dell'edificio (EnergyPlus)



	UFFICI	SALA ESPOSITIVA	SALA CONFERENZE
Funzionamento	8:00/18:00 Lunedì - Venerdì	8:00/18:00 Lunedì - Venerdì	8:00/18:00 Venerdì
Ventilazione	11 //s.p	6 //s.p	5,5 //s.p
Affollamento	0,12 p/m ²	0,2 p/m ²	0,54 p/m ²
Superficie	112 m ²	122 m ²	91 m ²

Prestazioni energetiche dell'edificio (EnergyPlus) periodo 22/7 - 28/7



Gli impianti

- **Climatizzazione uffici:**

- Estate: impianto Solar Cooling con 35 m² di collettori sottovuoto + macchina frigorifera ad assorbimento monostadio H₂O-LiBr. Eventuale integrazione con chiller elettrico ad alta efficienza energetica.

- Inverno: impianto Solar Heating. Eventuale integrazione con pompa di calore a compressione di vapore ad alta efficienza.

- **Climatizzazione spazio espositivo e sala convegni:** Chiller/pompa di calore elettrica ad alta efficienza energetica supportata opzionalmente da energia solare e/o sonde geotermiche a sviluppo verticale.

UTA a portata variabile supportate da recuperatori di calore sull'aria di espulsione (evaporative cooling estivo) e scambiatore di calore aria – terreno. Fan coil ad elevata efficienza con motori brushless (classe A Eurovent)

- **Produzione elettrica:** 250 m² di pannelli fotovoltaici monocristallini con potenza di picco di circa 40 kWp

- **Illuminazione:** Apparecchi a basso consumo energetico e sensore di presenza

Prestazioni energetiche dell'involucro (EnergyPlus)

Zona termica		Inverno		Estate		
	Superficie utile [m ²]	Fabbisogno di riscaldamento [kWh/m ² anno]	Carico di picco [W/m ²]	Fabbisogno di raffrescamento [kWh/m ² anno]	Carico di picco [W/m ²]	
Uffici	<u>est</u>	56	1,2	33,9	14,8	80,4
	<u>ovest</u>	56				
Sala conferenze		91	0,2	47,3	5,6	100
Sala espositiva		122	14,3	58,6	15,0	82,8

IDEA PROGETTUALE 2: scuola



Destinazione d'uso

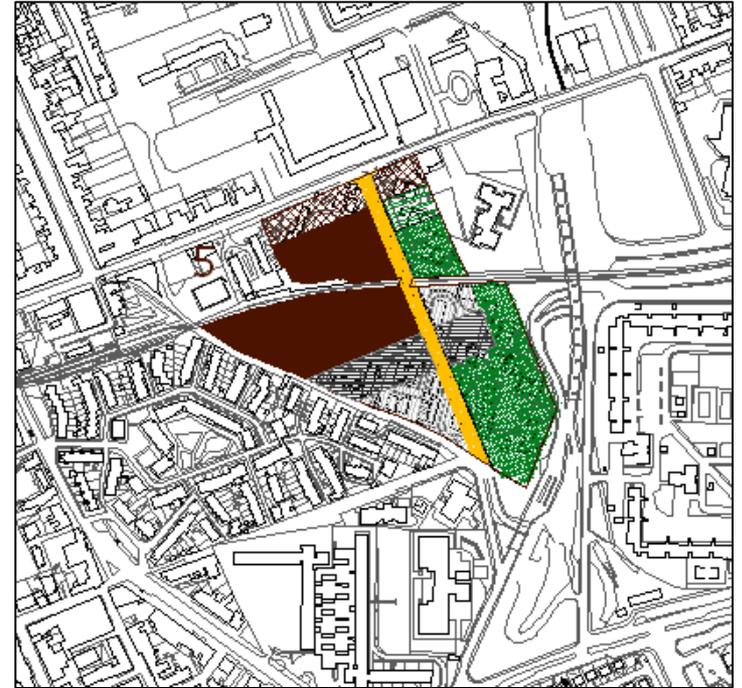
Caso studio relativo ad una scuola materna a Ponticelli, Napoli

- Volume lordo: 9800 m³
- Superficie utile: 1650 m²

Il sito



Ponticelli, Napoli



Rione De Gasperi



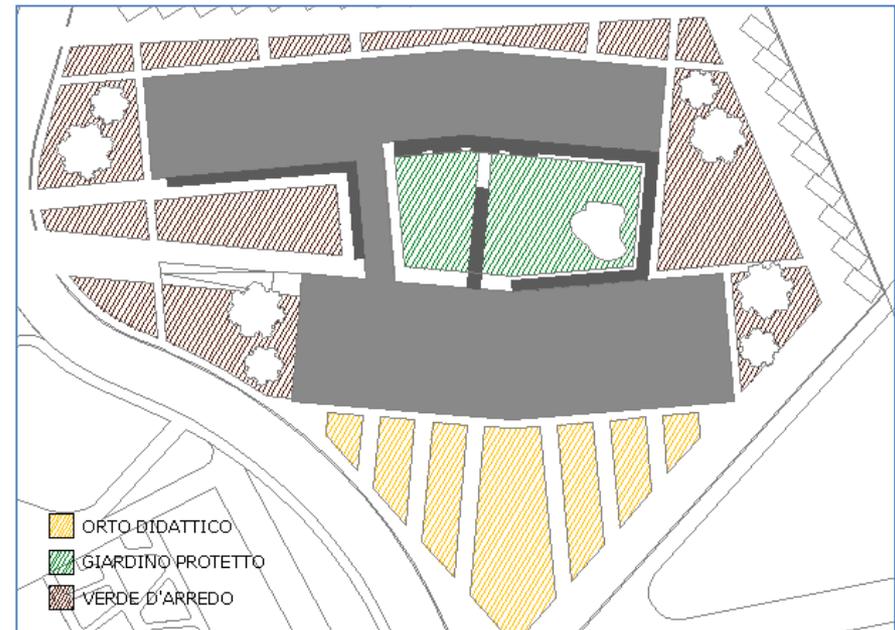
L'involucro edilizio

- Pianta quasi rettangolare, direttrice longitudinale Est-Ovest
- Ridotto rapporto S/V
- Tetto verde
- Ampia copertura inclinata a Sud
- Materiali opachi isolanti e capacitivi ecocompatibili
- Vetrate bassoemissive a controllo solare
- Ampia superficie vetrata sulla facciata Sud e ridotta sulle rimanenti
- Serra solare invernale e spazio porticato aperto estivo
- Schermi solari esterni
- Effetto camino per la ventilazione naturale
- Scarico della massa attraverso la ventilazione notturna

Pareti:	$U = 0,38$ [W/m ² K]
	$Y_{IE} = 0,043$ [W/m ² K]
Tetto:	$U = 0,34$ [W/m ² K]
	$Y_{IE} = 0,11$ [W/m ² K]
Vetri:	$U = 2,0$ [W/m ² K], Argon



L'involucro edilizio: distribuzione degli spazi

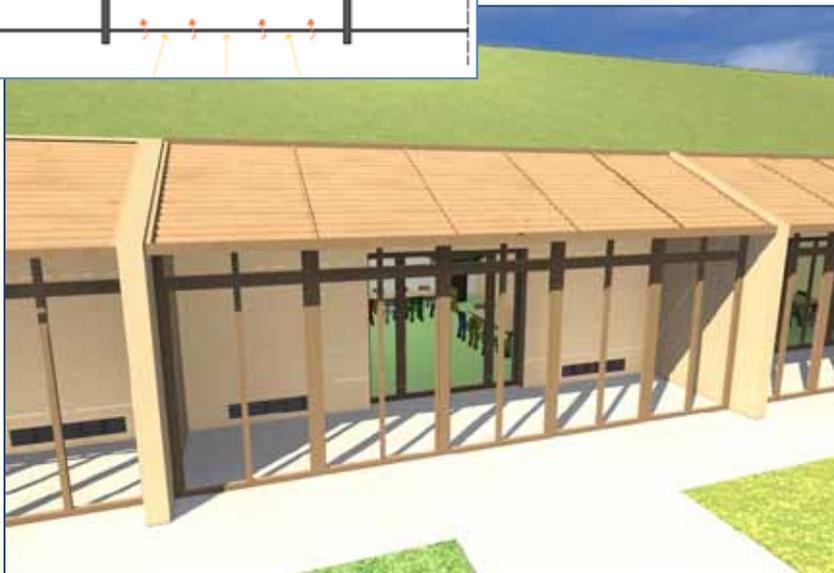
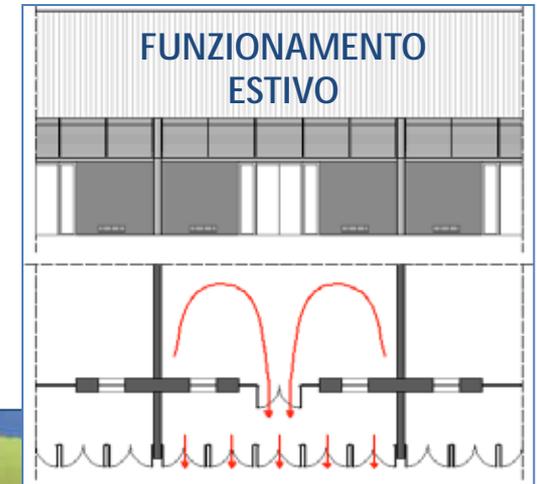
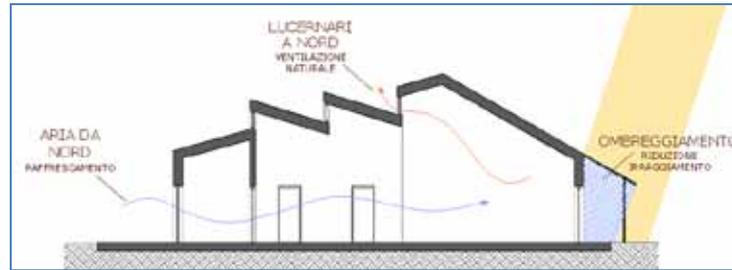
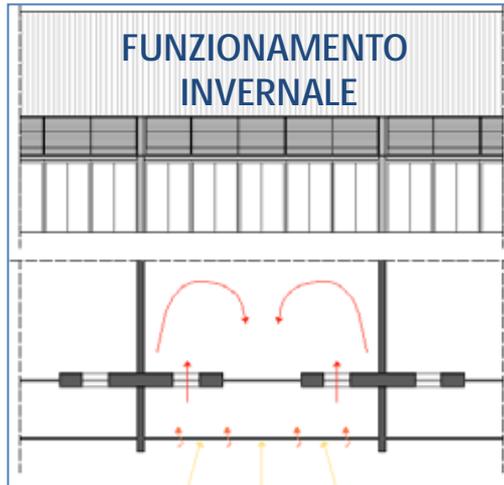


- ▶ ALLIEVI _ GENITORI
- ▶ DOCENTI
- ▶ PERSONALE ADDETTO
- ▶ UTENTI ESTERNI _ GENITORI
- ▶ INGRESSO CARRABILE

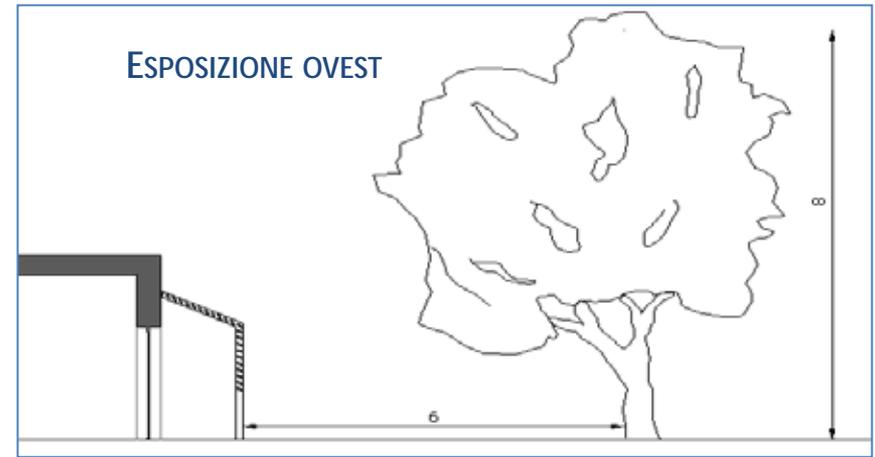
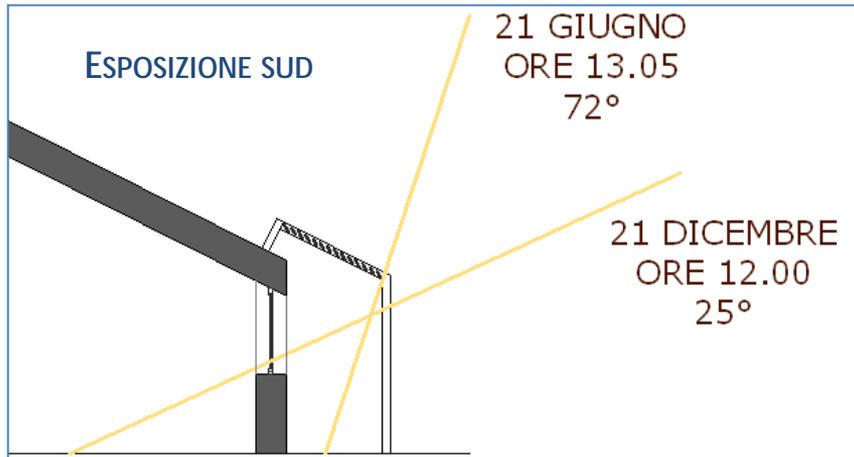
- ORTO DIDATTICO
- GIARDINO PROTETTO
- VERDE D'ARREDO



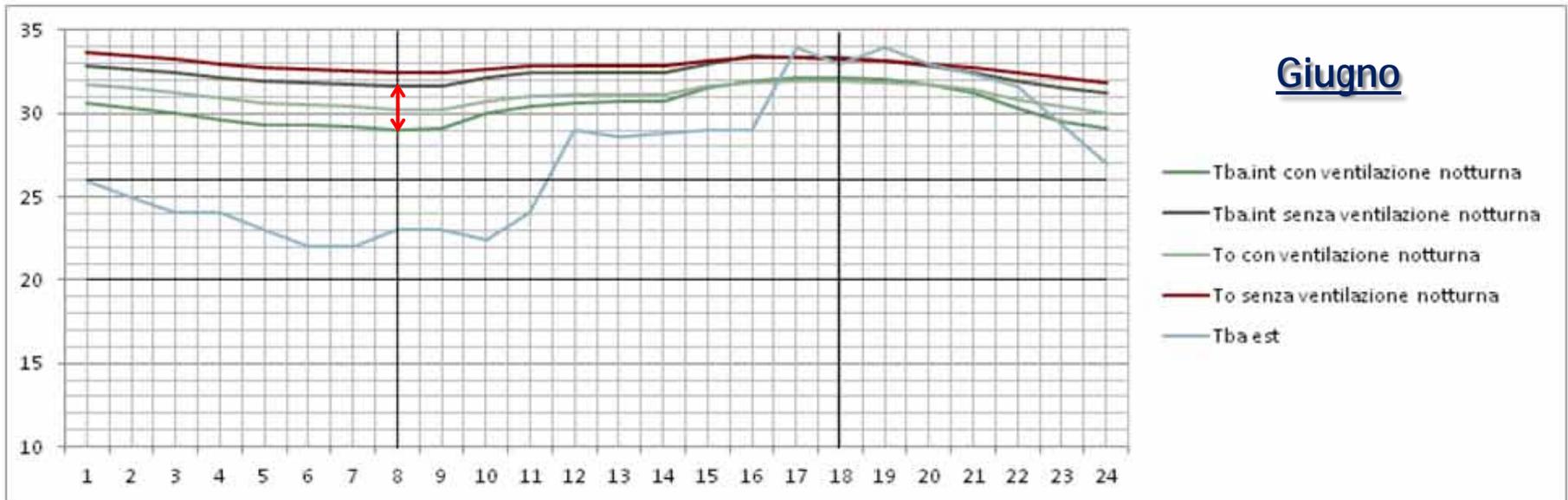
La serra solare



Le schermature solari



Prestazioni energetiche dell'involucro (EnergyPlus)



Vantaggio della ventilazione notturna

Gli impianti

- **Climatizzazione:** Estate e inverno: chiller/pompa di calore elettrica ad alta efficienza energetica supportata opzionalmente da energia solare e/o sonde geotermiche a sviluppo verticale.

UTA a portata variabile. Fan coil ad elevata efficienza con motori brushless (classe A Eurovent)

- **Produzione acqua calda sanitaria:** Impianto solare termico con pannelli a tubi sottovuoto (15 m²)
- **Produzione elettrica:** 110 m² di pannelli fotovoltaici monocristallini con potenza di picco di circa 18 kWp
- **Illuminazione:** Apparecchi a basso consumo energetico e sensore per rilevare la presenza delle persone



Prestazioni energetiche del sistema

	Simulazione dinamica (EnergyPlus)		Metodo semistazionario (UNI TS 11300)	
Superficie utile [m ²]	Fabbisogno di riscaldamento [kWh/m ² anno]	Fabbisogno di raffrescamento [kWh/m ² anno]	$E_{p,i}$ [kWh/m ² anno]	$E_{p,e\ invol}$ [kWh/m ² anno]
1650	2,6	8,7	5,5 (Classe A+)	19,7 (II classe)

Costi economici iniziali...

Elemento tecnologico	€ / (m ³ /h)	€ / m ²	€ / m	k€ / kW	k€ / cad.
UTA speciali ad alta efficienza	2 ÷ 3				
Recuperatori di calore	0,7 ÷ 1,5				
Vetri basso emissivi		50 ÷ 70			
Vetri a controllo solare		60 ÷ 80			
Pannello in fibra di legno mineralizzata		25 ÷ 30			
Collettori solari sottovuoto		700 ÷ 800			
Scambiatore aria - terreno			120 ÷ 300		
Sonde geotermiche			50 ÷ 80		
Impianto fotovoltaico (monocristallino)				3 ÷ 4	
Impianto Solar Heating and Cooling				2 (H ₂ O-LiBr) ÷ 4	
Chiller/pompa di calore efficiente				0,25 ÷ 0,4	
Ventilatore con tecnologia brushless					0,8 ÷ 1



Hanno collaborato...

- ing. Domenico Asprone - DIST, Università di Napoli Federico II
- ing. Annamaria Buonomano - DII, Università di Napoli Federico II
- arch. Alberto Calderoni - DIARC, Università di Napoli Federico II
- ing./arch. Sara Cattolico
- ing./arch. Federica Frenna
- prof. arch. Ferruccio Izzo - DIARC, Università di Napoli Federico II