

Tecnologie per l'efficientamento energetico del patrimonio edilizio
Bari, 21 settembre 2017

Risparmio energetico: sistemi passivi e sistemi attivi

Prof. Ing. Pietro Stefanizzi

Dipartimento DICAR, Politecnico di Bari

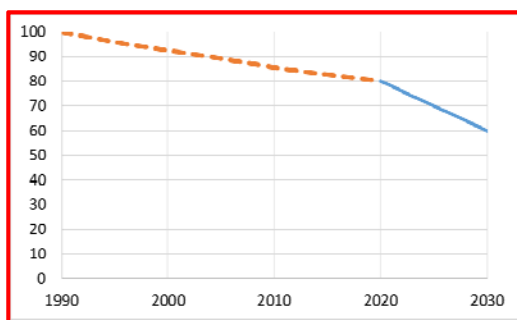
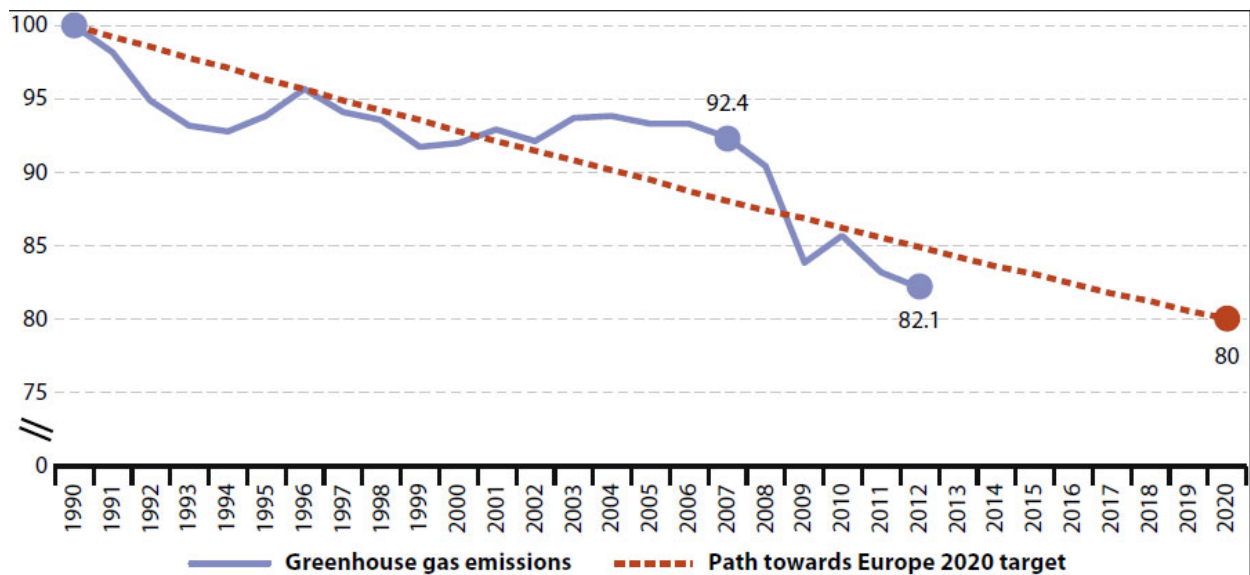
Il **pacchetto 2020** è una serie di norme vincolanti volte a garantire che l'UE raggiunga i suoi obiettivi in materia di clima ed energia entro il 2020. Gli obiettivi della strategia sono stati fissati dai leader dell'UE nel 2007 e sono stati recepiti nelle legislazioni nazionali nel 2009.

- **taglio del 20% delle emissioni di gas a effetto serra (rispetto ai livelli del 1990)**
- **20% del fabbisogno energetico ricavato da fonti rinnovabili**
- **miglioramento del 20% dell'efficienza energetica.**



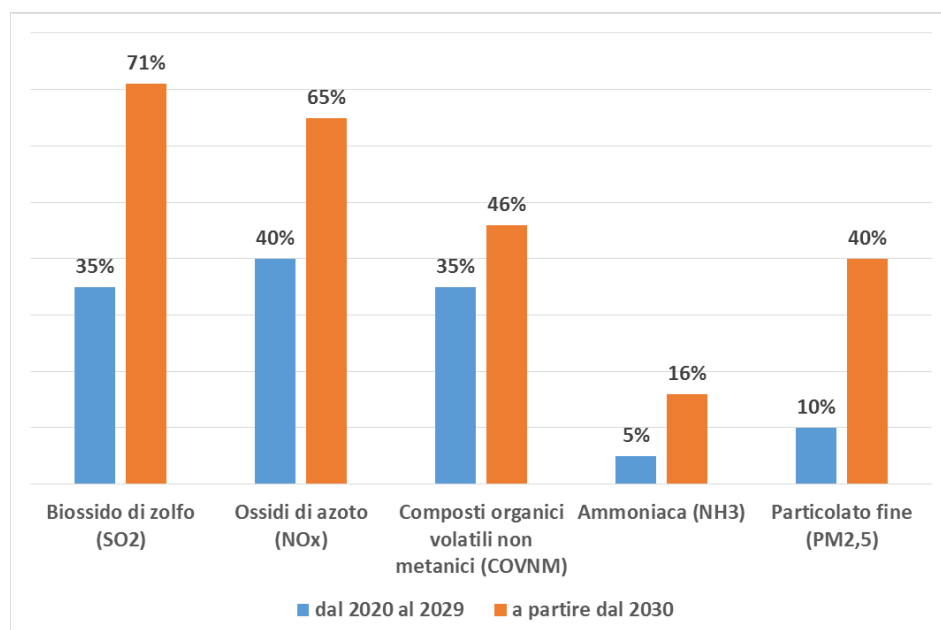
Il **quadro per il clima e l'energia 2030** fissa tre obiettivi principali da conseguire entro il 2030. Il quadro è stato adottato dai leader dell'UE nell'ottobre 2014 e si basa sul pacchetto per il clima e l'energia 2020.

- **riduzione almeno del 40% delle emissioni di gas a effetto serra (rispetto ai livelli del 1990)**
- **quota almeno del 27% di energia rinnovabile**
- **miglioramento almeno del 27% dell'efficienza energetica**



Greenhouse gas emissions, EU-28, 1990–2012
(index 1990 = 100) - Source: European Environment Agency, Eurostat

La Direttiva (UE) 2016/2284 stabilisce limiti nazionali per le emissioni secondo le seguenti riduzioni percentuali rispetto al 2005:



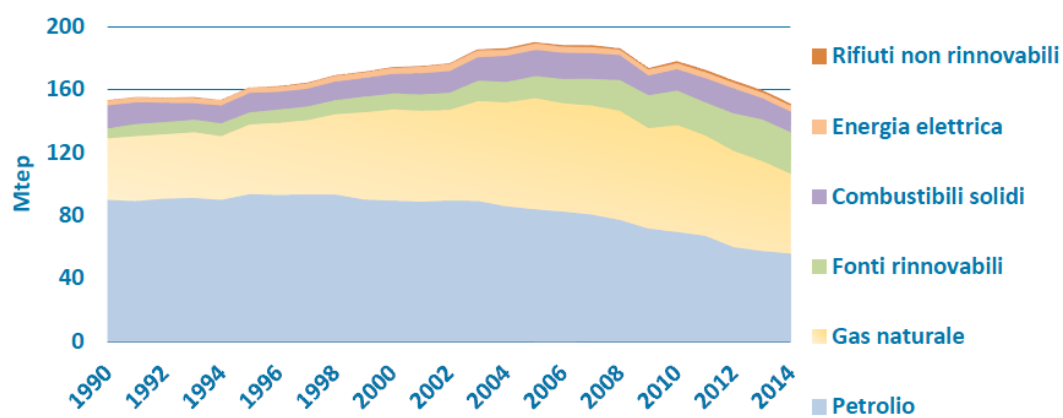
Le **biomasse legnose** hanno un impatto ambientale e sanitario alto a causa delle emissioni di particolato, ossidi di azoto e composti organici volatili.

Il **PM 2.5** è uno dei più pericolosi per la salute perché riesce a penetrare facilmente nell'organismo attraverso le vie respiratorie superiori, aumentando il rischio di tumori e malattie respiratorie.

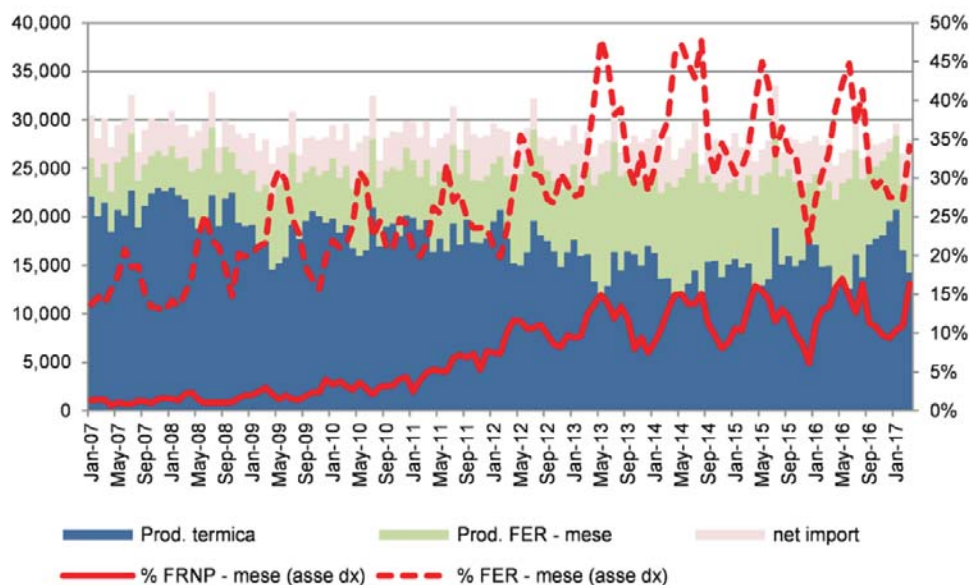


RINNOVABILE
non è sinonimo di NON INQUINANTE

Domanda di energia primaria per fonte (Mtep), anni 1990-2014

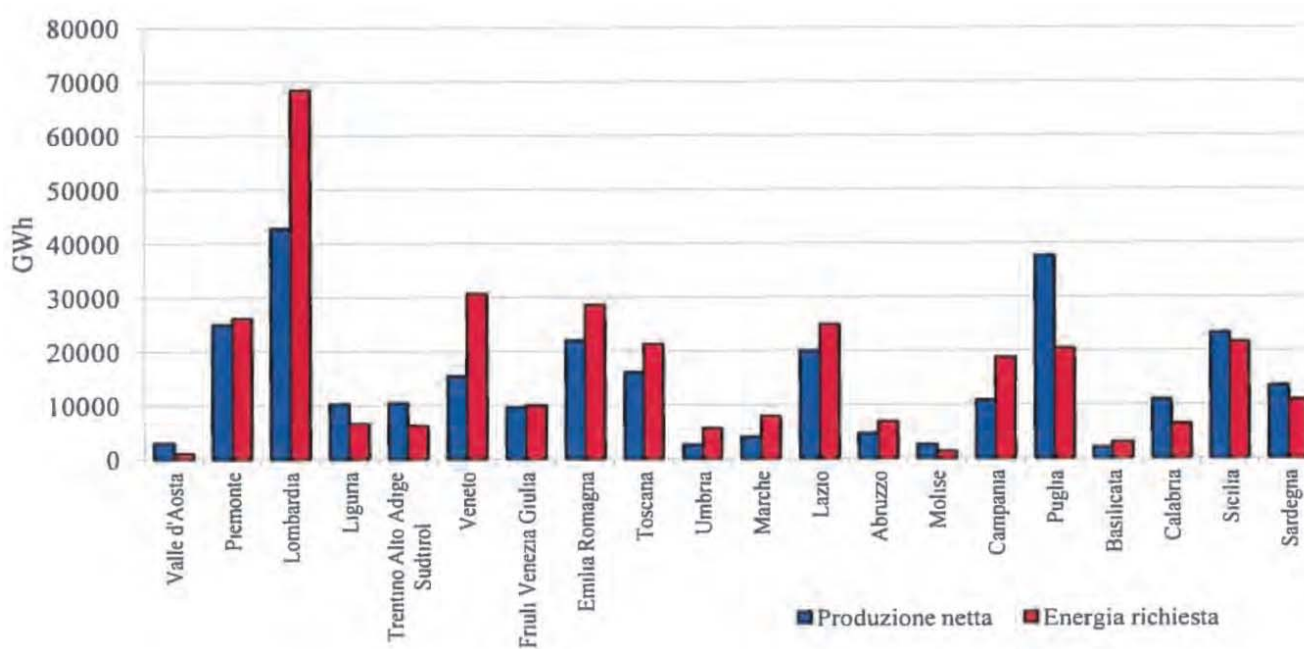


Fonte: EUROSTAT

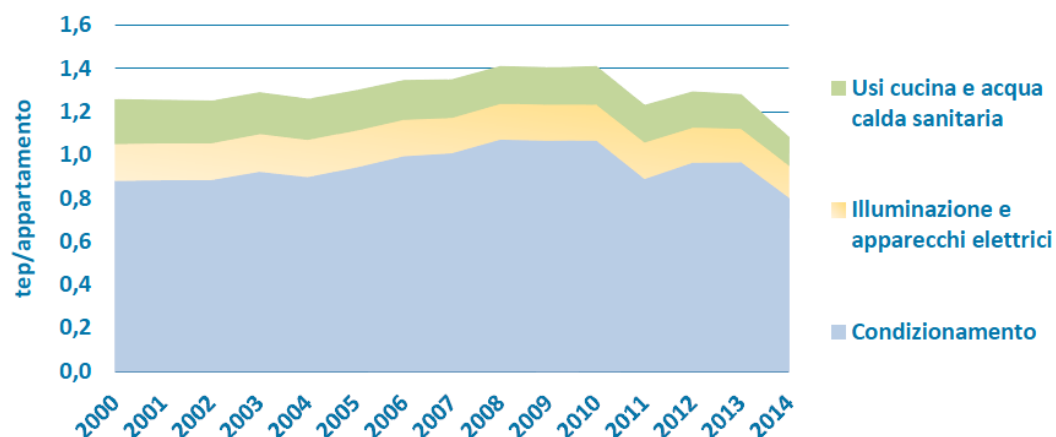


Mix di generazione per tipologia su base mensile (MWh, scala sn) e quota % di fonti rinnovabili (scala dx) (Fonte ENEA)

È risultata in leggera diminuzione la produzione da fonti rinnovabili (-2%), la cui quota sulla produzione totale (poco meno del 30%) è rimasta nel trimestre poco al di sotto dei livelli dell'anno precedente, dunque lontano dai massimi del 2014



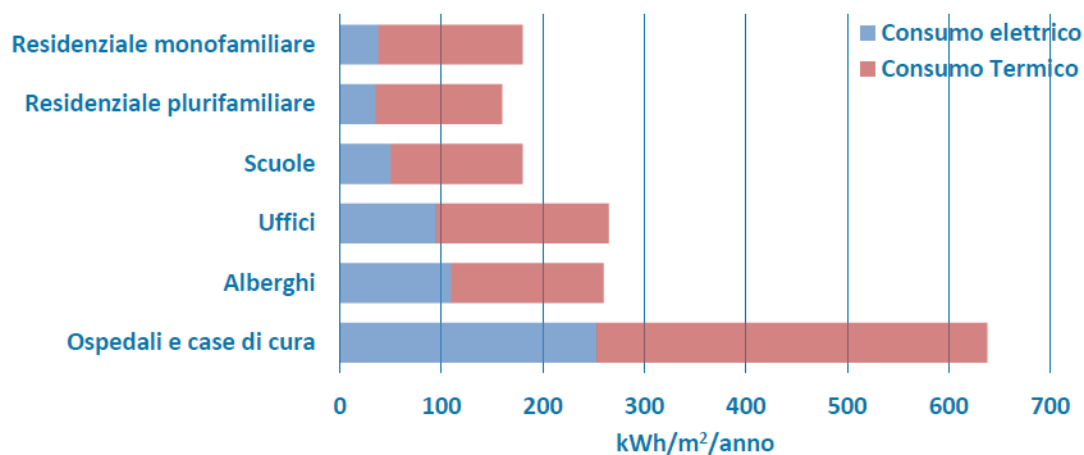
Consumo energetico nel residenziale per tipologia (tep/appartamento), anni 2000-2014



Fonte: ODYSSEE

Negli ultimi anni il consumo energetico per il condizionamento (riscaldamento e raffrescamento) ha assorbito circa il 75% dei consumi complessivi

Destinazione d'uso e consumo medio annuale ponderato per zona climatica (kWh/m² anno)



Fonte: Elaborazione ENEA su dati ISTAT, Ministero dello Sviluppo Economico, CRESME ed ENEA

DECRETO LEGISLATIVO 3 marzo 2011, n. 28 (**Decreto Rinnovabili**)

Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE. (11G0067)

(GU n. 71 del 28-3-2011 - Suppl. Ordinario n.81)

Energia termica da fonti rinnovabili: dal 31 maggio 2012 è richiesta una copertura del 50%, del fabbisogno di energia termica per la produzione di acqua calda sanitaria.

Per l'acqua calda sanitaria, il riscaldamento ed il raffrescamento, la copertura con fonti rinnovabili di una quantità di energia calcolata sul fabbisogno complessivo, con le seguenti percentuali:

- il 20% dal 31 maggio 2012 al 31 dicembre 2013
- il 35% dal 1° gennaio 2014 al 31 dicembre 2016
- il 50% dal 1° gennaio ~~2017~~ 2018 (termine prorogato dal D.L. 244/2016)

Energia elettrica da fonti rinnovabili: obbligo di installare impianti alimentati da fonti rinnovabili la cui potenza (P) è proporzionata alla superficie in pianta dell'edificio al livello del terreno (S) mediante la relazione $P = S/K$, con

- $K = 80$, dal 31 maggio 2012 al 31 dicembre 2013
- $K = 65$, dal 1° gennaio 2014 al 31 dicembre 2016
- $K = 50$, dal 1° gennaio 2017

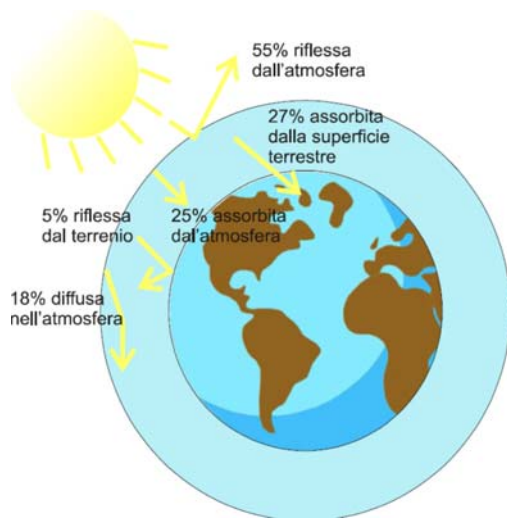
- per gli **edifici pubblici** le soglie sopra indicate sono **incrementate del 10%**;
- nei **centri storici** le soglie sopra indicate sono **ridotte del 50%**.

SISTEMI PASSIVI → Ridurre la domanda di energia

Inerzia termica
Schermature (fisse e mobili)
Superfici vetrate
Tetto verde e cool roof
Parete ventilata
Serra solare
Ventilazione naturale
Terreno

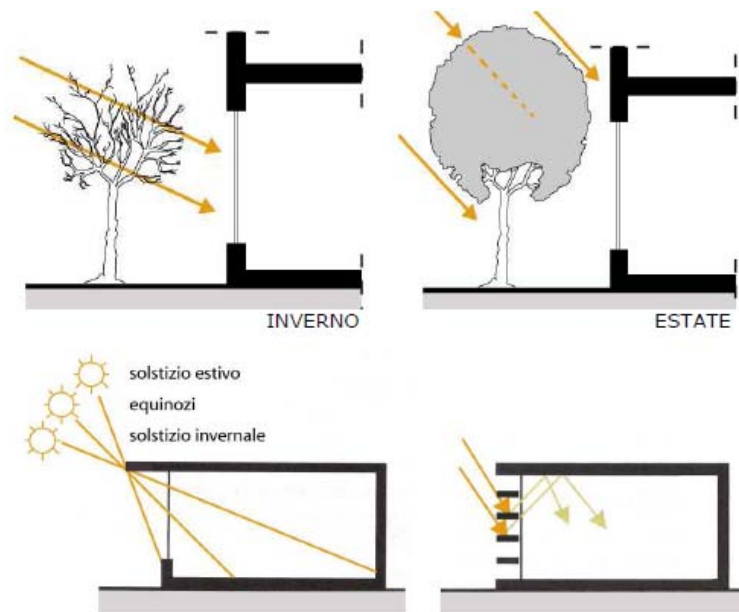
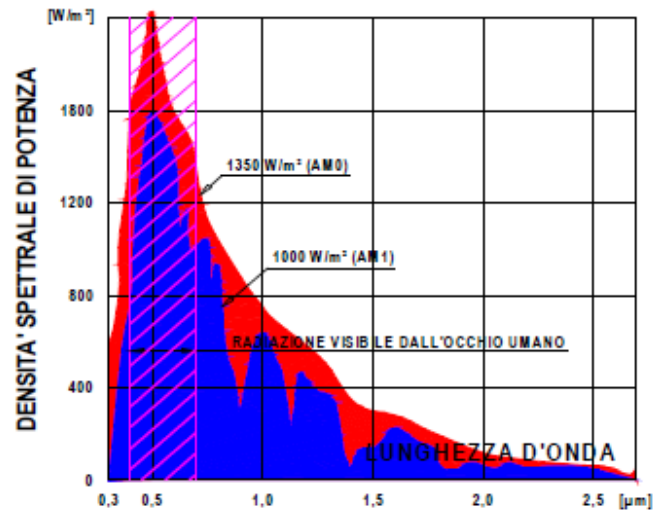
SISTEMI ATTIVI → Coprire la domanda rimanente con l'uso delle energie rinnovabili

Solare termico
Solare fotovoltaico
Eolico
Pompe di calore



RADIAZIONE SOLARE

- Costante solare 1360 W/m^2
Irraggiamento fuori dall'atmosfera terrestre
- A livello del mare 1000 W/m^2





Tetto verde e cool roof

Tetto verde...
Green roof

... o tetto freddo
Cool roof

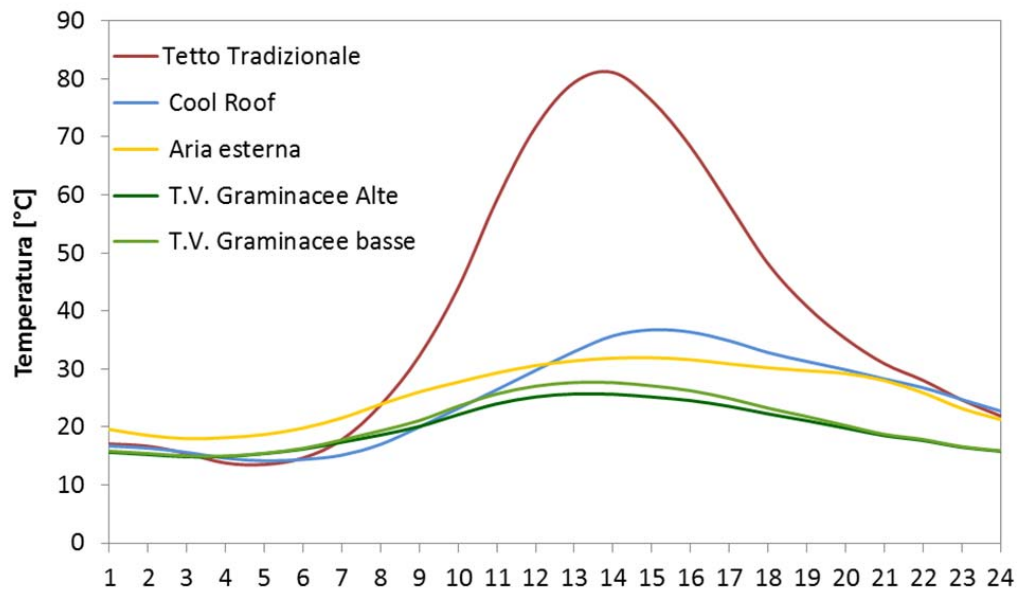


Tetto verde e cool roof

Istituto di Istruzione Secondaria Superiore "Nicola Chiarulli" di Acquaviva delle Fonti (BA)



Tetto verde e cool roof

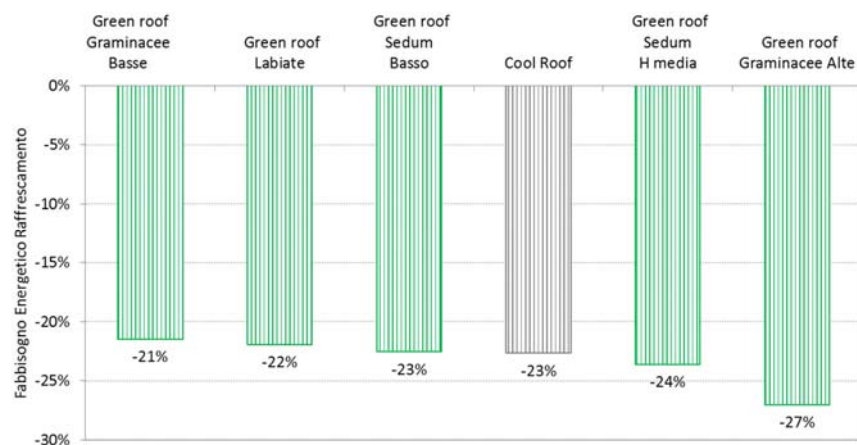


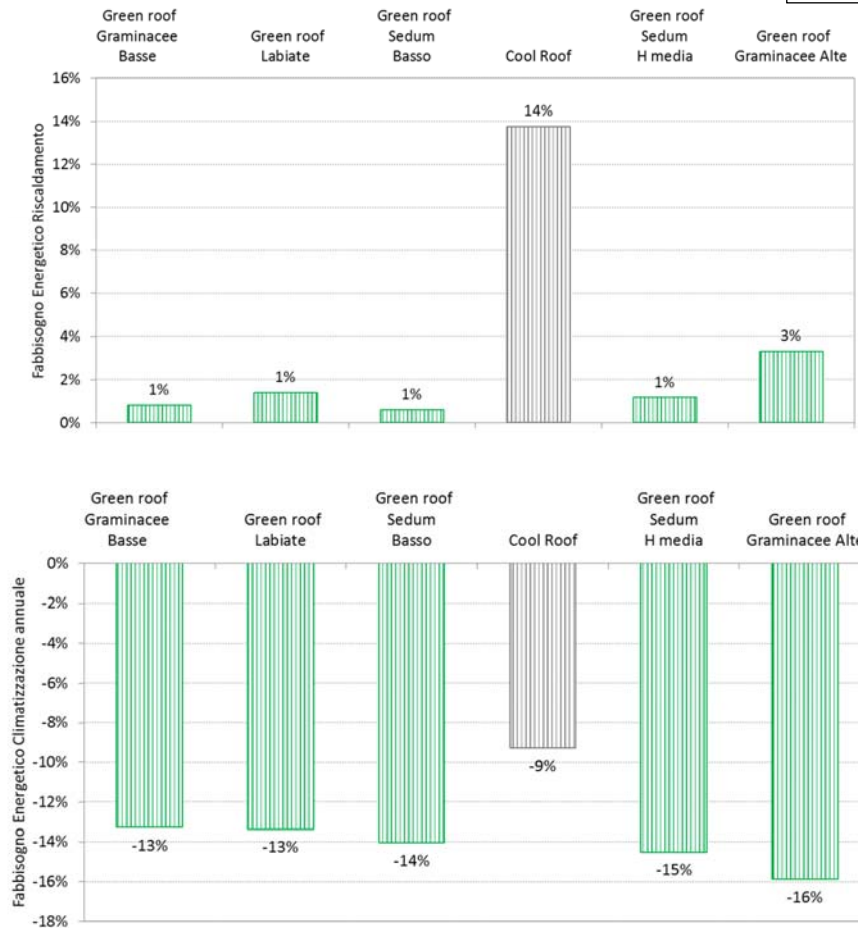
Temperature superficiali esterne della copertura nella giornata del 29/06, quando è stato ottenuto il valore più alto di temperatura superficiale esterna del Tetto Tradizionale.



Graminacee, Labiate e Sedum

Tetto verde e cool roof





La facciata ventilata

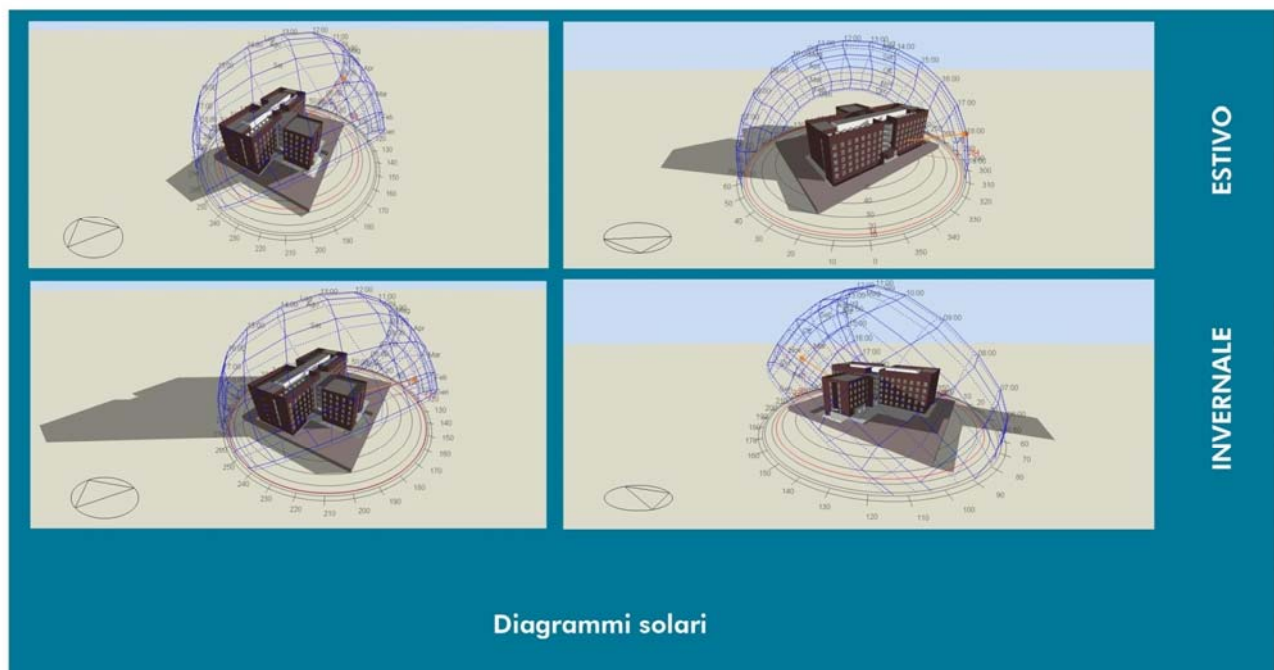
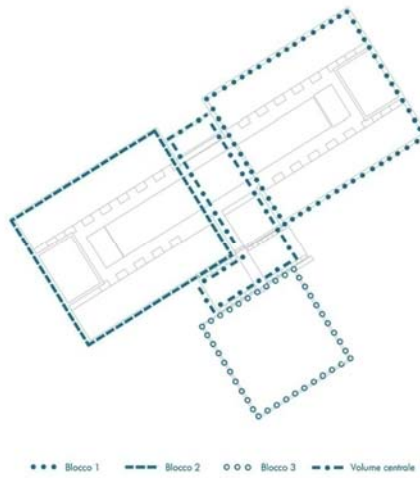
" Tipo di facciata a schermo avanzato in cui l'intercapedine tra il rivestimento e la parete è progettata in modo tale che l'aria in essa presente possa fluire per effetto camino in modo naturale e/o in modo artificialmente controllato, a seconda delle necessità stagionali e/o giornaliere, al fine di migliorarne le prestazioni termo-energetiche complessive."

(UNI 11018)

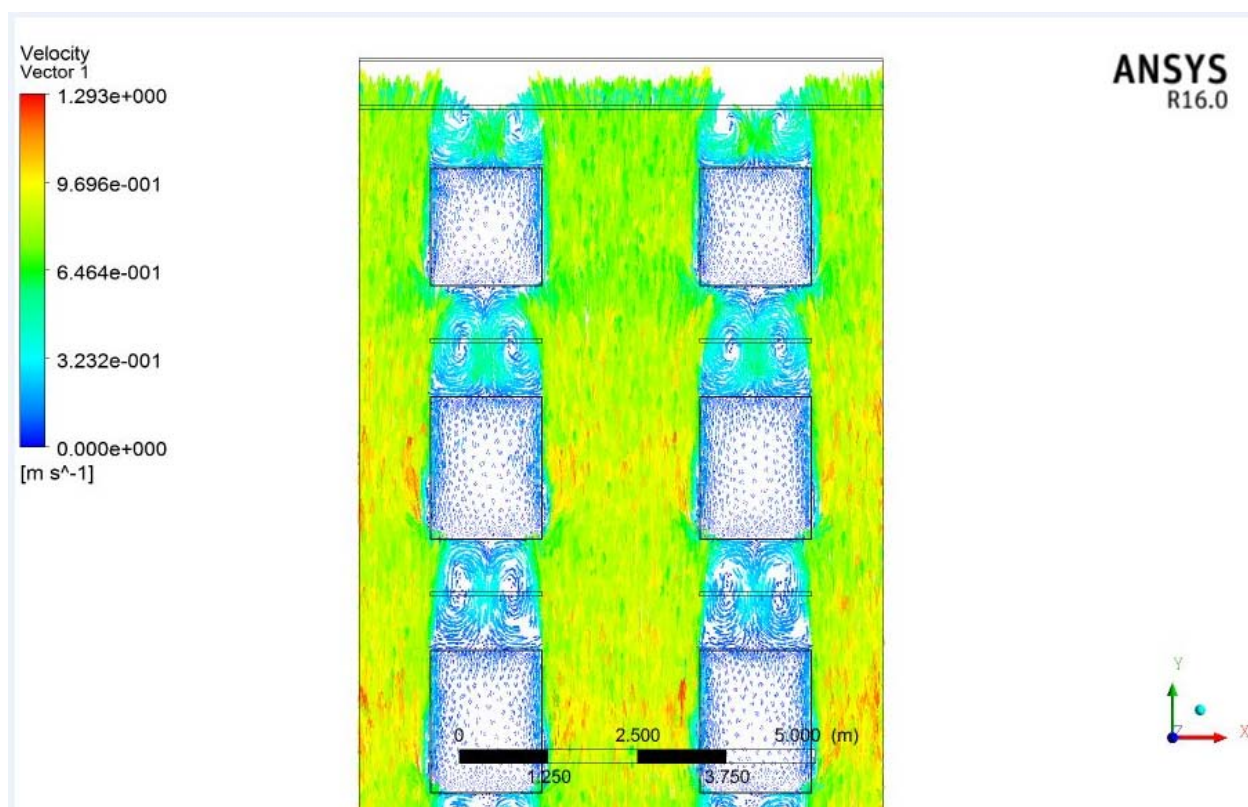
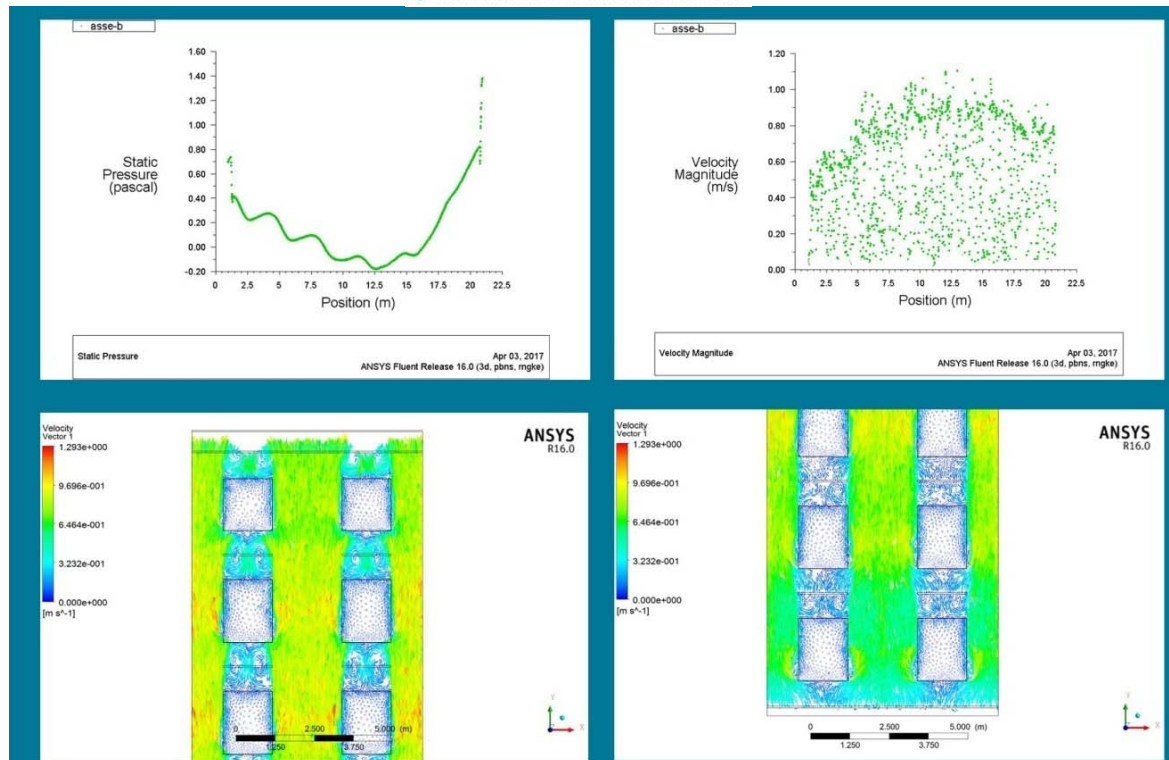
Stratigrafia:

- lo strato resistente
- lo strato coibente
- la struttura di ancoraggio
- l'intercapedine d'aria
- lo strato di rivestimento esterno





- Distribuzione dei valori di pressione dell'aria nell'intercapedine
- Distribuzione dei valori di velocità dell'aria nell'intercapedine
- Valutazione delle linee di flusso

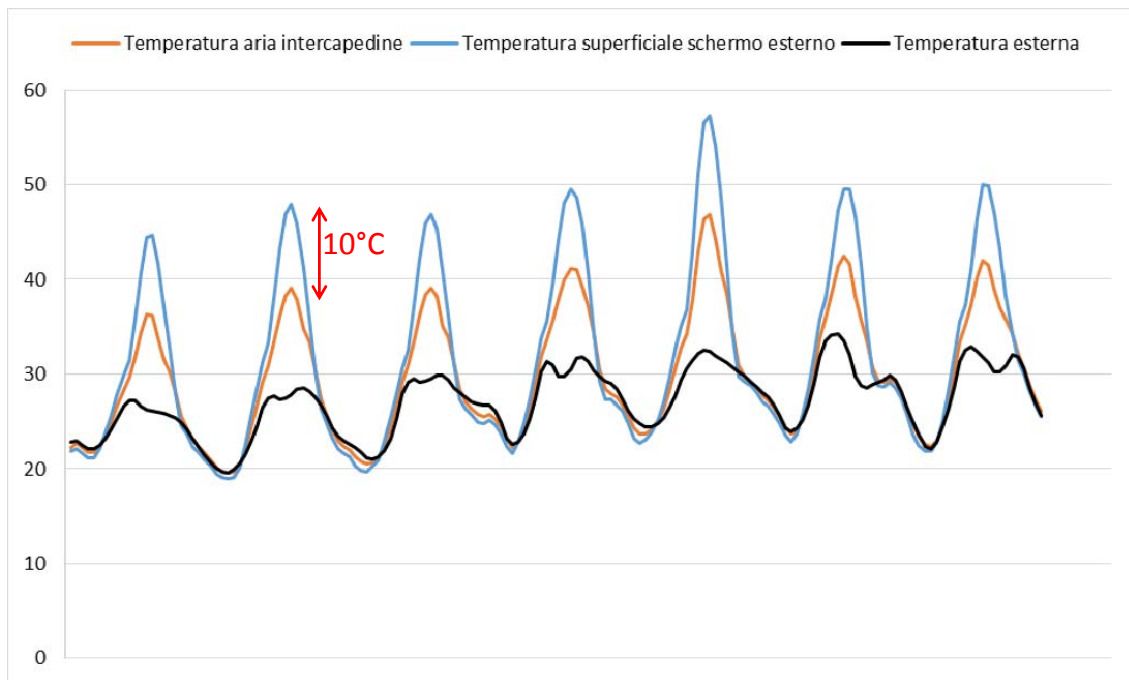


Facciata ventilata



Facciata ventilata





L'Architettura vernacolare Mediterranea: caratteristiche e aspetti cromatici



muraria

massiva



bianca



Santorini, Grecia.



Villaggio bianco, Andalusia.



1) Simulazioni in regime dinamico nella città di **Ostuni**:

- Edificio con finitura superficiale NHL1-MP (natural hydraulic lime-lime wash mixed with natural mineral earths) – edificio esistente;
 - Edificio con finitura superficiale NHL1-LRW (hydraulic and hydrated lime with sands of grain size lower than 120 μm);
 - Edificio con finitura superficiale RED BRICK
- con e senza impianti di climatizzazione.

Periodi di simulazione:

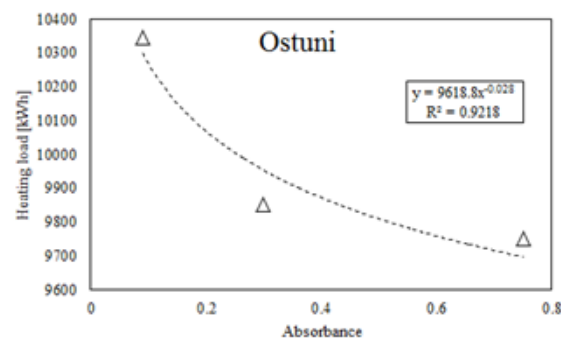
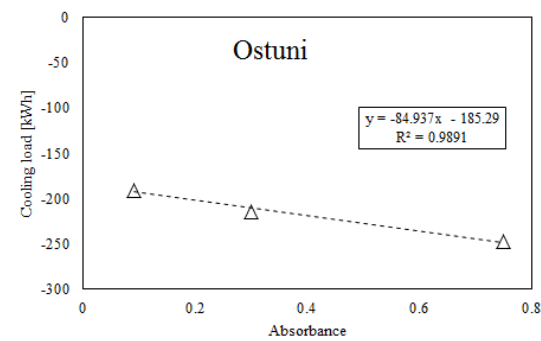
- Settimana estiva più calda (17-23 Agosto)
- Settimana invernale più fredda (13-19 Gennaio)
- Intero anno

Sample name	Solar absorbance	Visible absorbance	Emittance
NHL1-MP	0.09	0.09	0.88
NHL1-LRW	0.30	0.30	0.86
RED BRICK	0.75	0.75	0.87

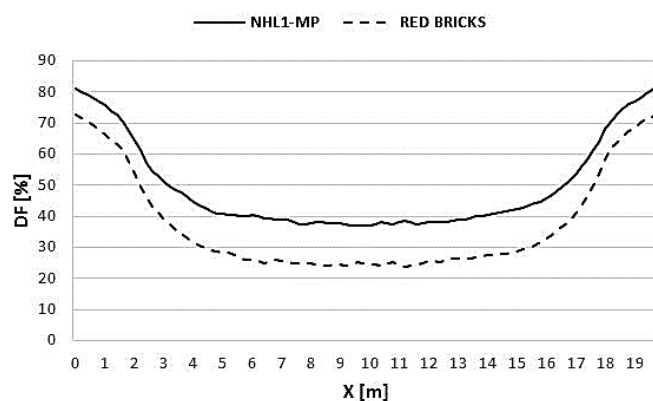
RISULTATI

Analisi termo-energetiche in regime dinamico

Confronto annuale

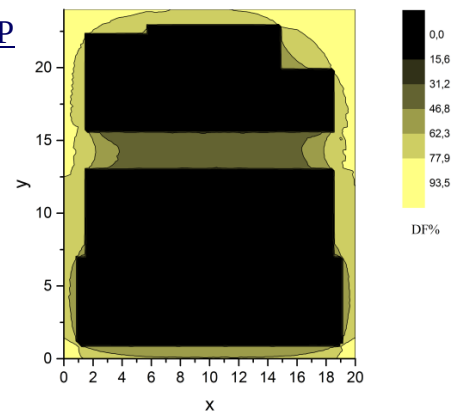


Analisi del comfort visivo esterno

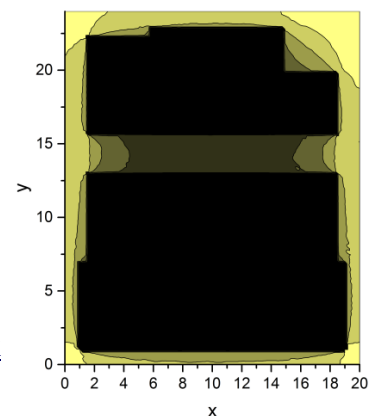


Confronto sul Daylight Factor nelle due configurazioni NHL1-MP e Red brick, calcolato lungo l'asse del canyon urbano.

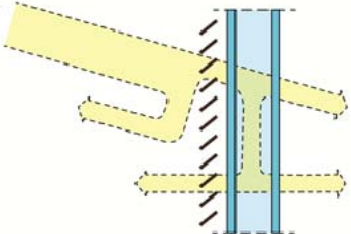
NHL1-MP



Red brick



SCHERMATURE SOLARI



τ_e

q_e

di tende tecniche a rullo in tessuto.

$= g_{tot}$



Tende alla veneziana.

Sistemi di Schermatura solare

Schermature solari

Sistemi fissi



A giacitura orizzontale

A giacitura verticale

Sistemi mobili

Orientabili per rotazione

A scorrimento orizzontale

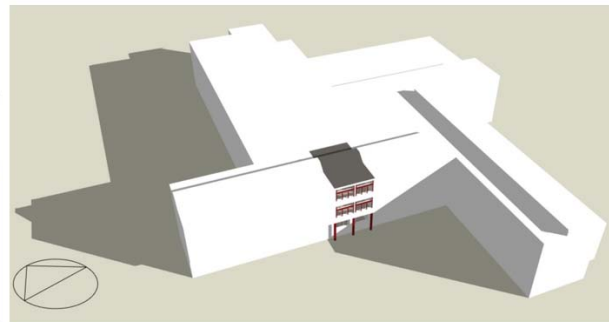
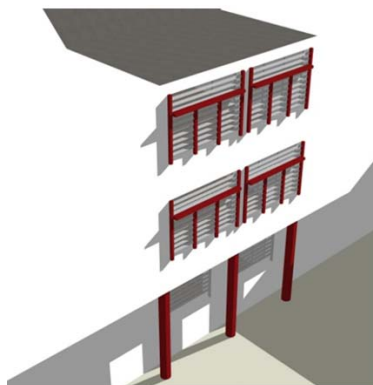
A scorrimento verticale

Tende da sole



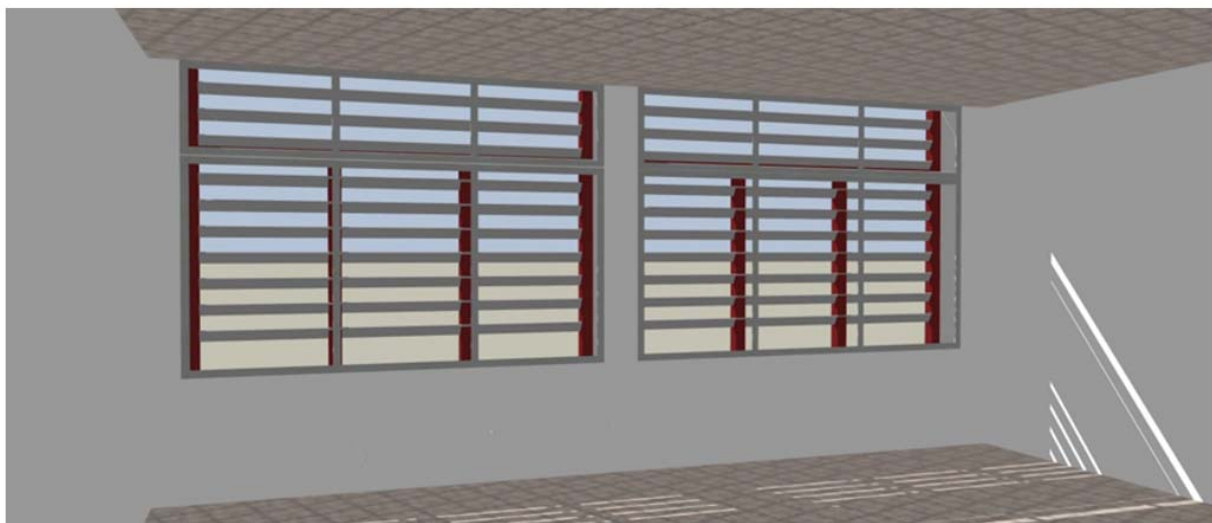


Liceo Scientifico Statale "Carlo Cafiero" (Barletta)

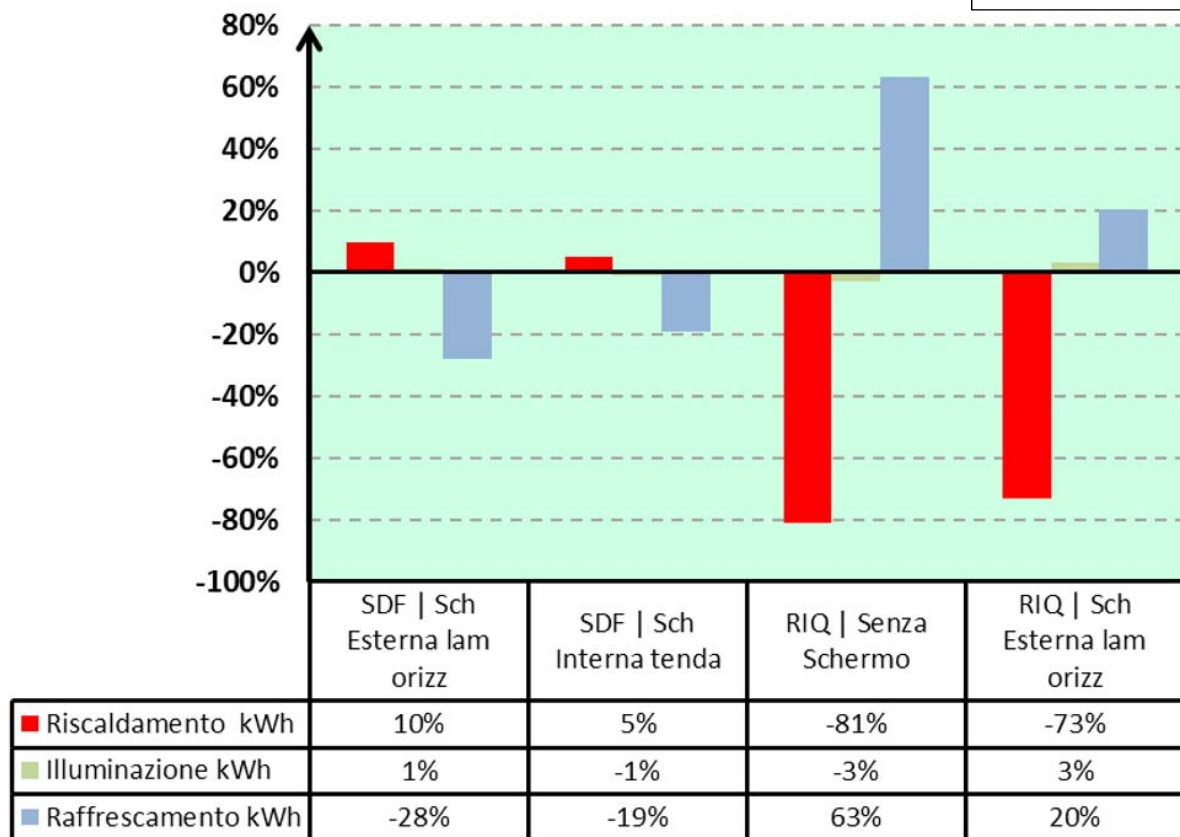


Viste tridimensionali del modello in DesignBuilder.

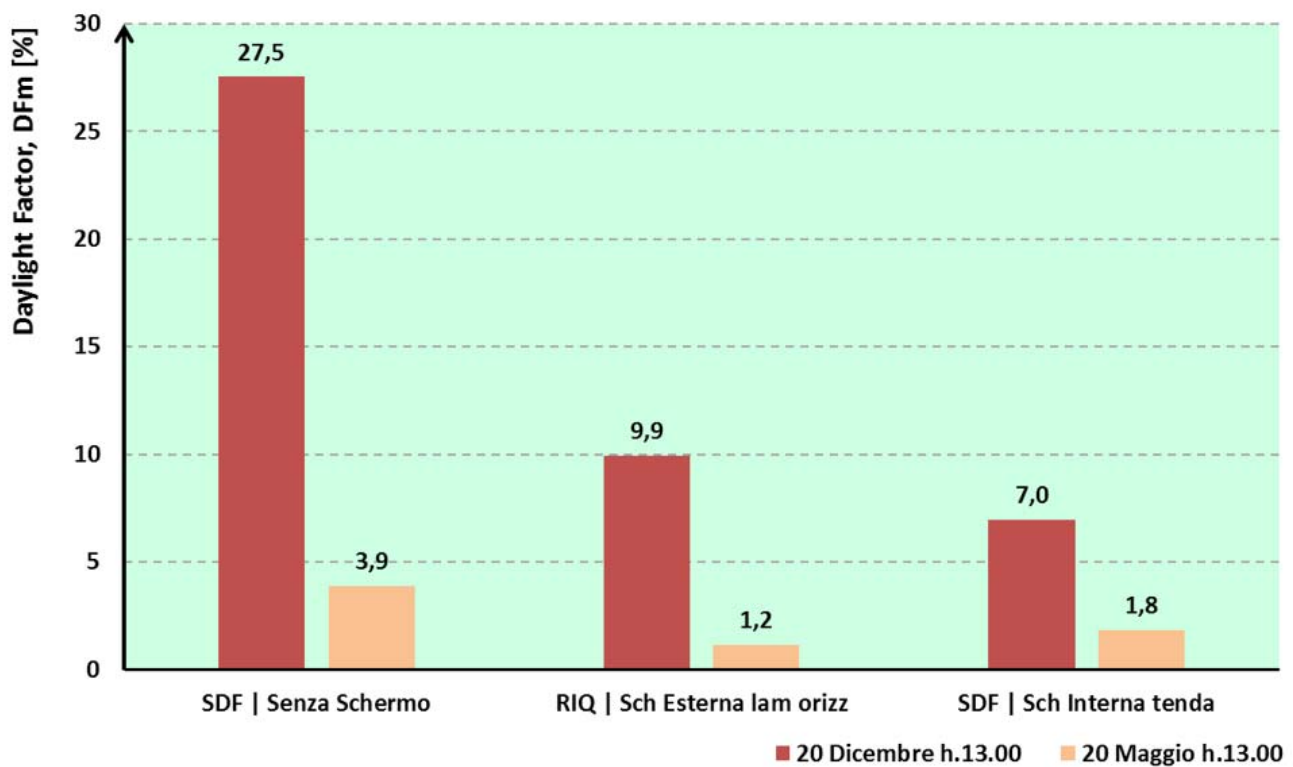
Schermature solari



Sistema schermo esterno a lamelle orizzontali, inclinate a 45° , con vetro-camera: Render DesignBuilder della vista dall'interno dell'aula.



Scostamento percentuale dei fabbisogni energetici annuali per riscaldamento, raffrescamento ed illuminazione rispetto ai valori relativi allo stato di fatto (*SDF* | *Senza schermo*).



Fattore di luce diurna (Daylight Factor) medio nelle aule.

Thermal performance of a mobile home with light envelope

Nicola Cardinale¹, Pietro Stefanizzi², Gianluca Rospi¹ (✉), Valentina Augenti²

1. Department of Engineering and Environmental Physics, Faculty of Architecture, University of Basilicata, Via Lazazzera, 75100 Matera, Italy
2. Department of Architecture and Town Planning (DAU), Politecnico di Bari, Bari, Italy

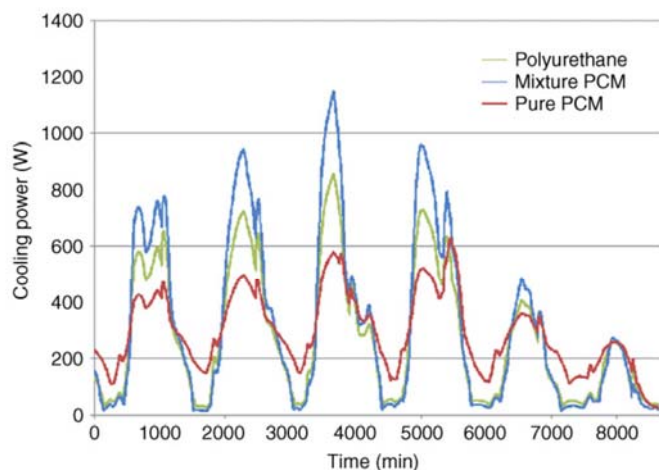


Fig. 10 Cooling power needs for the three envelopes: pure polyurethane, mixture of PCM and pure PCM

Pro: riduzione del consumo per raffrescamento

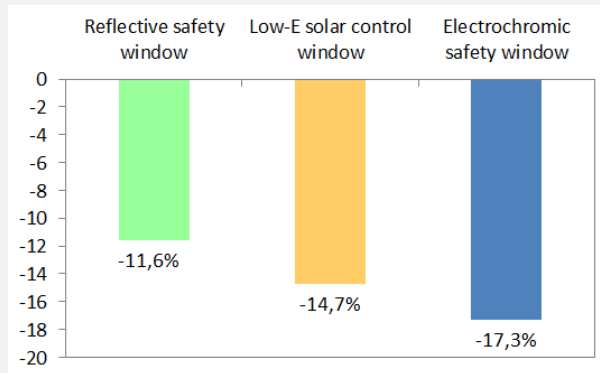
Contro: effetti valutabili solo con quantità elevate di PCM (=costi elevati) e solo in presenza di temperature variabili intorno al punto di cambio di fase

Superfici vetrate

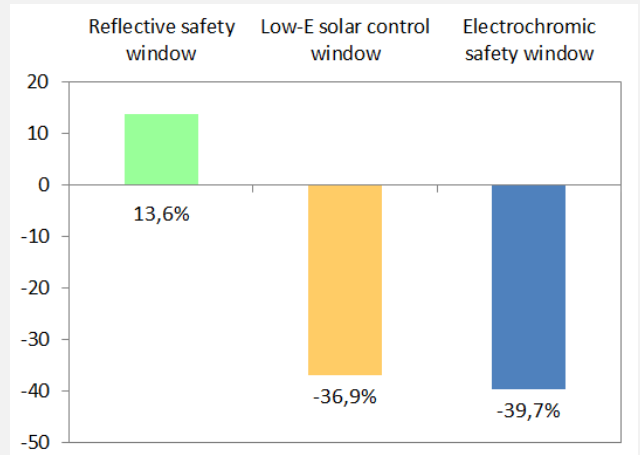


EDIFICIO UFFICI

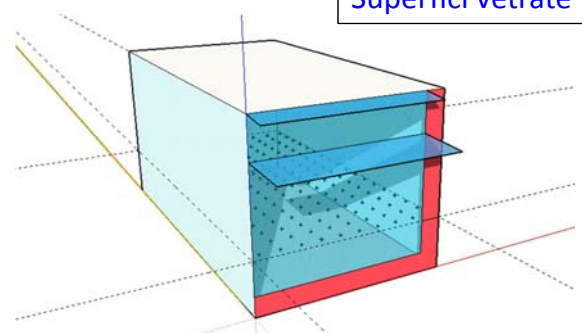
Total annual **energy consumption**
(Heating+Cooling) variation respect to
existing clear safety windows



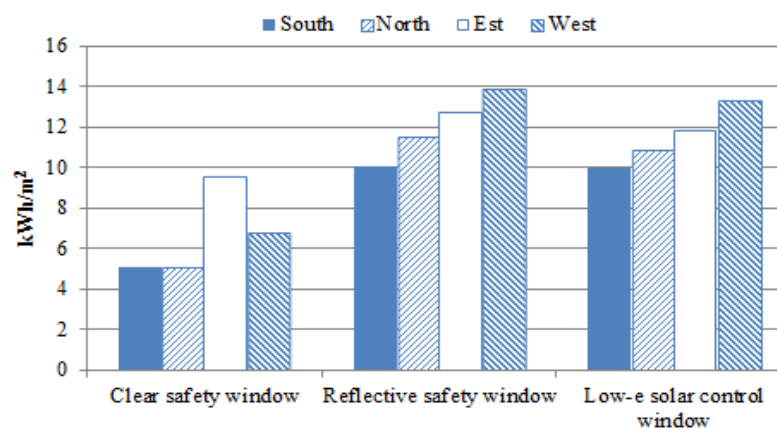
Total annual **hours of discomfort** variation
respect to existing clear safety windows



Discomfort hours- the time when the zone is occupied that the combination of humidity ratio and operative temperature is not in the ASHRAE 55-2004 *summer or winter* clothes region.



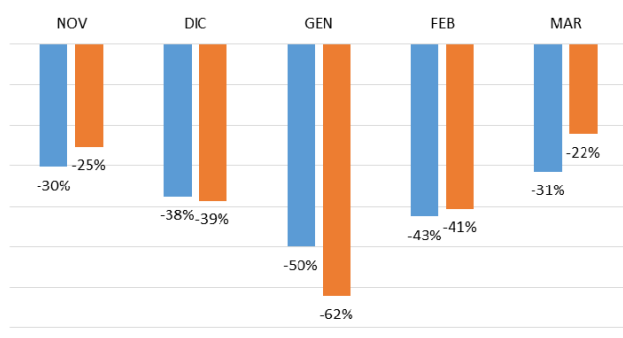
Electricity consumption





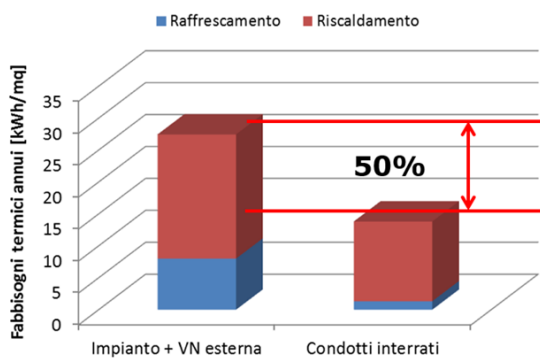
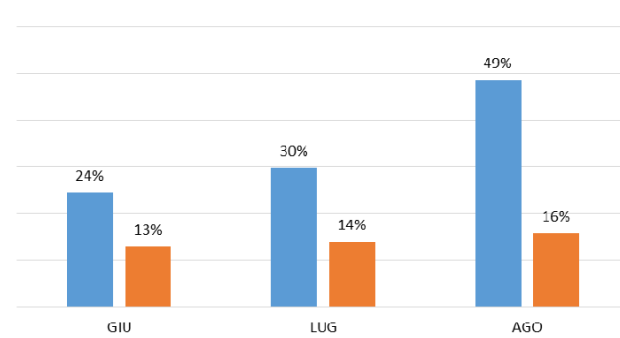
Riscaldamento

■ Molfetta ■ Bolzano



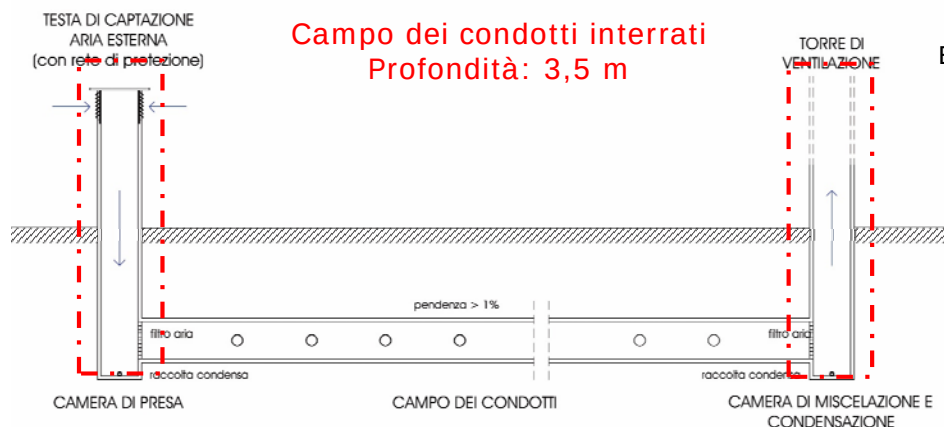
Raffrescamento

■ Molfetta ■ Bolzano



RAFFRESCAMENTO VENTILATIVO GEOTERMICO A COLLETTORE E TORRE DI VENTILAZIONE

Campo dei condotti interrati
Profondità: 3,5 m



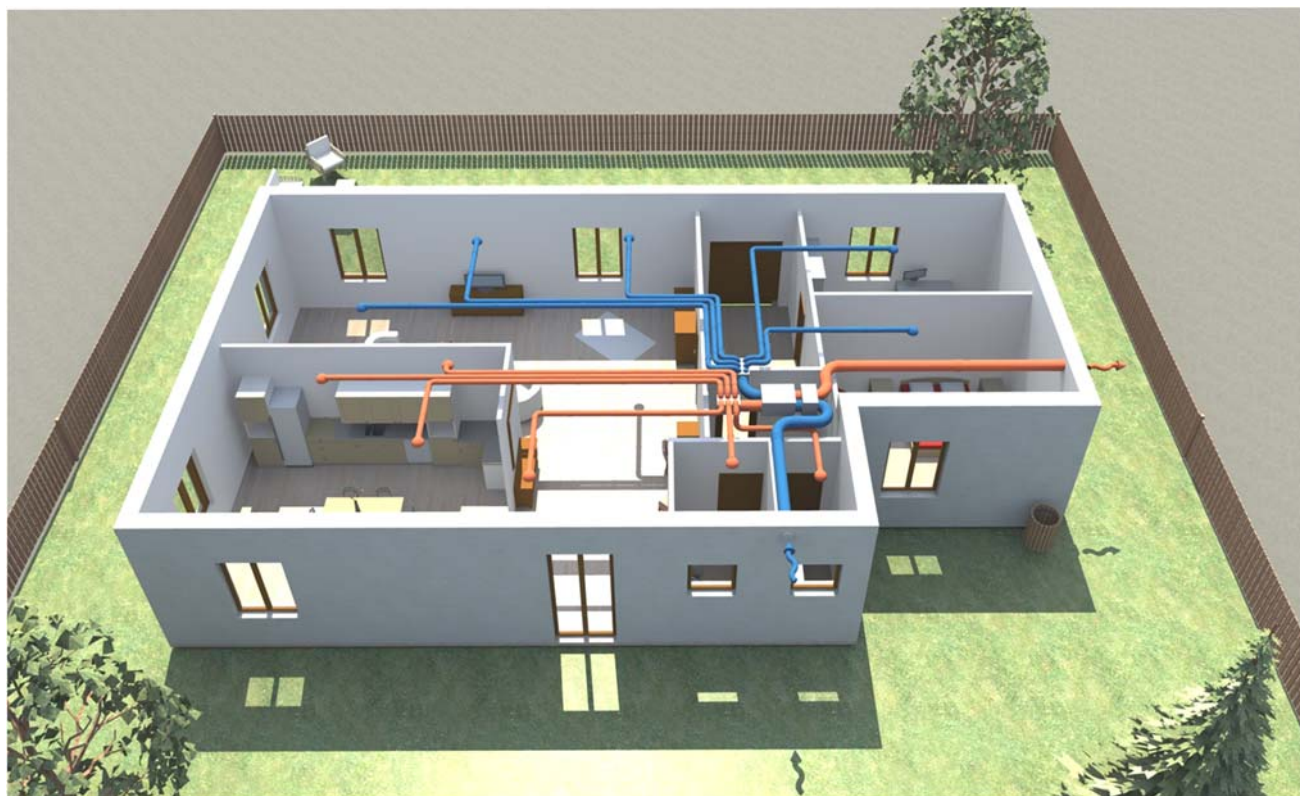
LA VENTILAZIONE NEGLI AMBIENTI RESIDENZIALI: LA VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA

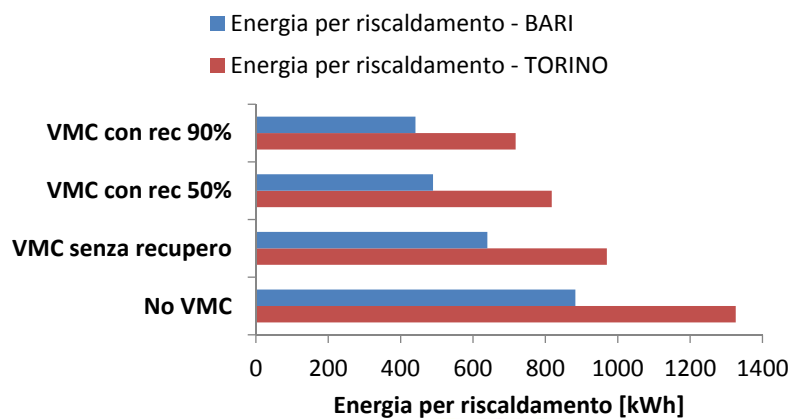
VMC

- Portate d'aria prestabilite
- Filtrazione dell'aria
- Evitare fenomeni di condensa

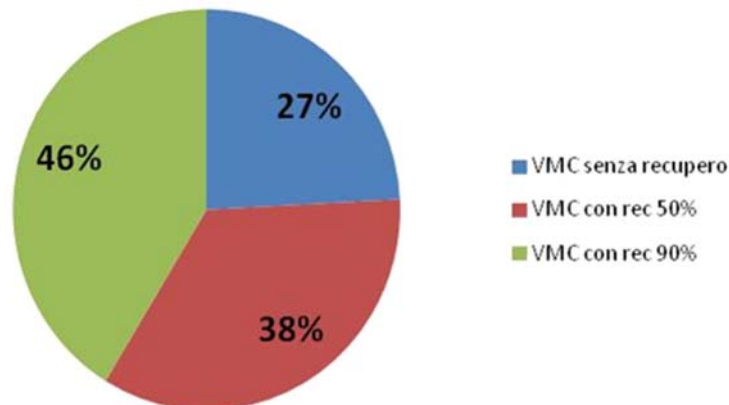


VMC





RIDUZIONE DEI CONSUMI



SISTEMI ATTIVI

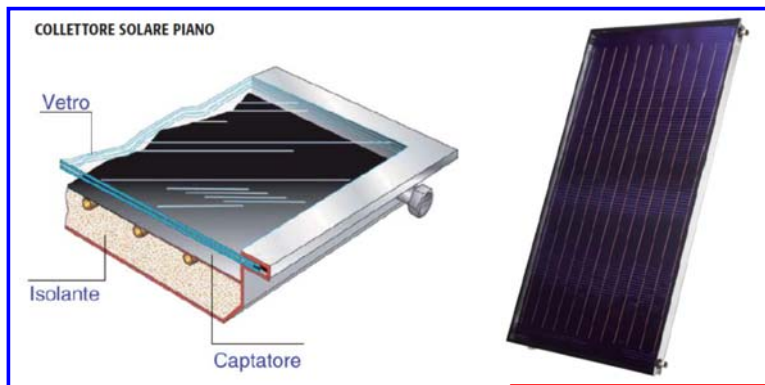
Solare termico

Solare fotovoltaico

LA STRUTTURA DEL COLLETTORE SOLARE

L'efficienza di un pannello solare (rapporto tra l'energia termica utile e quella solare incidente) dipende dall'**elemento captante**, dalla qualità del **vetro di copertura** e dalla capacità dell'**isolante** di limitare le perdite per conduzione.

La quasi totalità delle installazioni è realizzata con due tipologie di collettori:

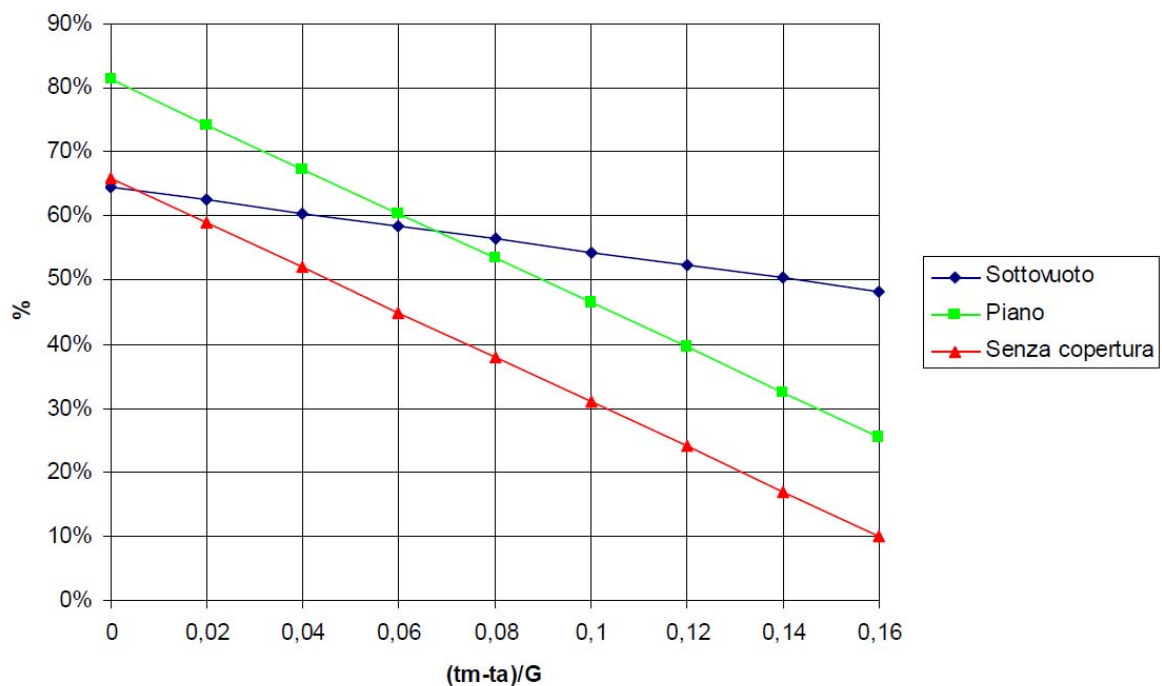


Collettore solare piano
(vetrato o aperto)

Collettore solare a tubi sottovuoto



Curva di rendimento del collettore



$$\eta = \eta_0 - a_1 \frac{t_m - t_a}{G} - a_2 G \left(\frac{t_m - t_a}{G} \right)^2$$

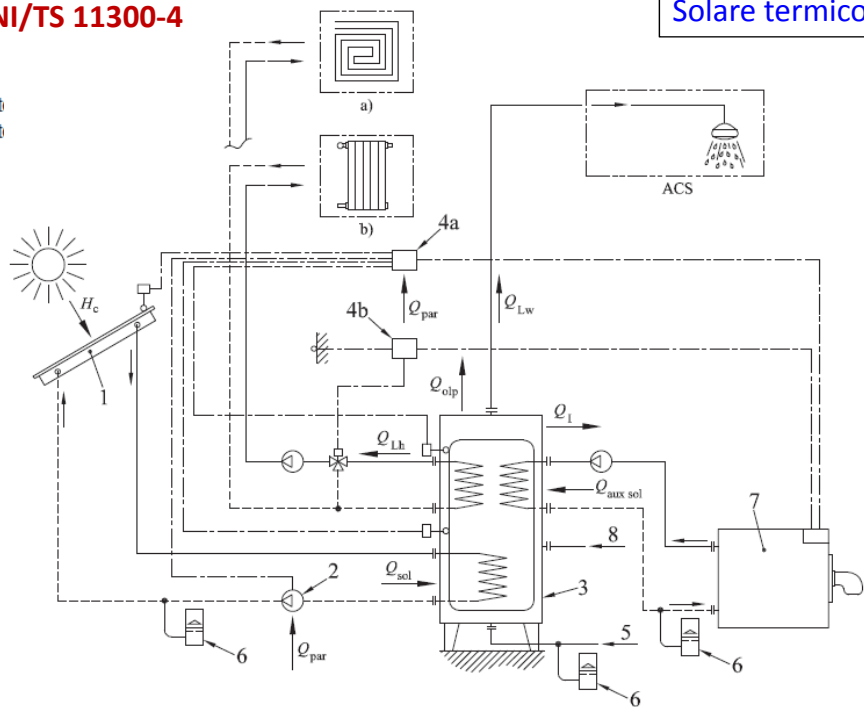
$t_m = (t_{in} + t_e)/2$ è la temperatura media del fluido nel collettore

Legenda

- 1 Collettore solare
- 2 Pompa
- 3 Accumulo
- 4a Centralina di controllo e regolazione circuiti
- 4b Centralina di controllo e regolazione circuiti
- 5 Ingresso acqua fredda
- 6 Vaso d'espansione
- 7 Riscaldatore ausiliario
- 8 Eventuale ricircolo

UNI/TS 11300-4

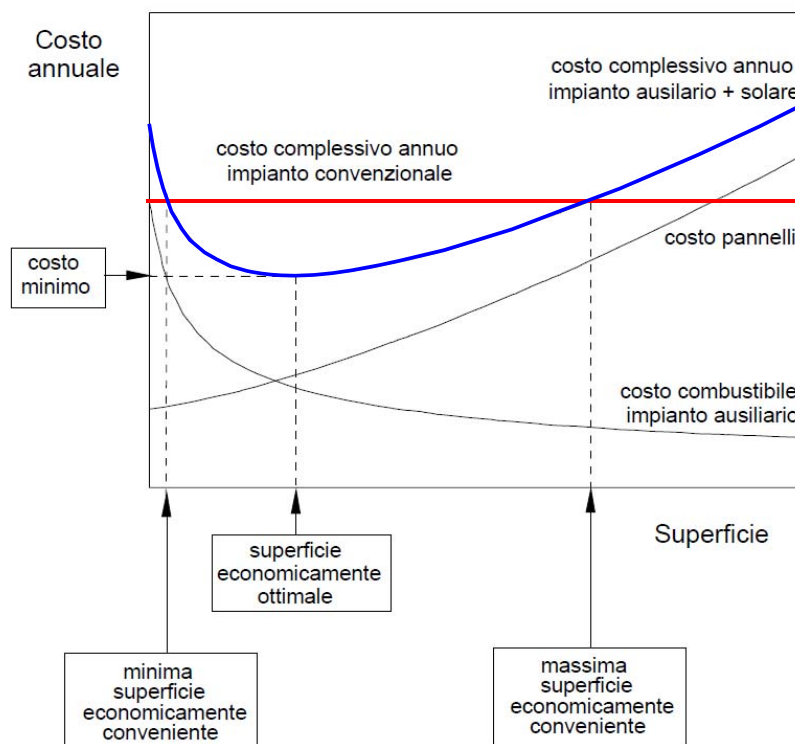
Solare termico



- a) Riscaldamento bassa temperatura
- b) Riscaldamento alta temperatura
- Q_{LW} Fabbisogno di energia termica utile ACS
- Q_{LH} Fabbisogno di energia termica utile riscaldamento ambienti
- H_c Irraggiamento solare sul collettore
- Q_{sol} Energia solare trasferita dal circuito solare all'accumulo
- Q_{par} Fabbisogno di energia degli ausiliari
- Q_i Perdite termiche dell'accumulo
- Q_{olp} Energia solare dispersa all'esterno per eccesso di temperatura nell'accumulo
- $Q_{aux sol}$ Fabbisogno di energia d'integrazione

Sistema solare in impianto misto riscaldamento/acqua calda sanitaria

Solare termico



IMPIANTI FOTOVOLTAICI

Impianti isolati

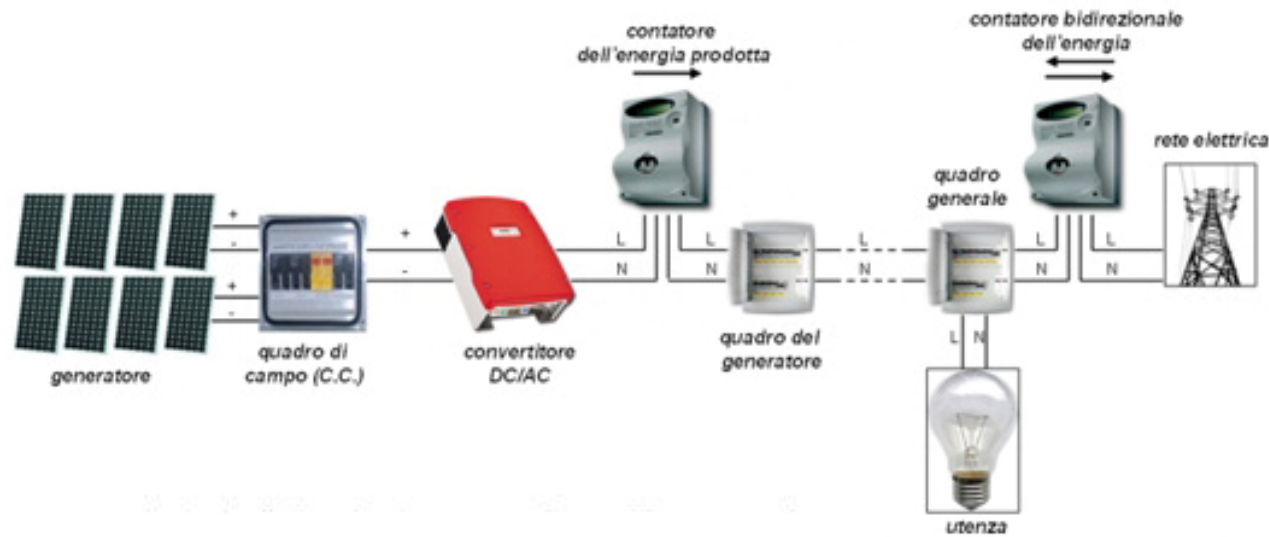
(per un utilizzo diretto dell'energia prodotta e ricarica di accumulatori per un uso differito nel tempo)



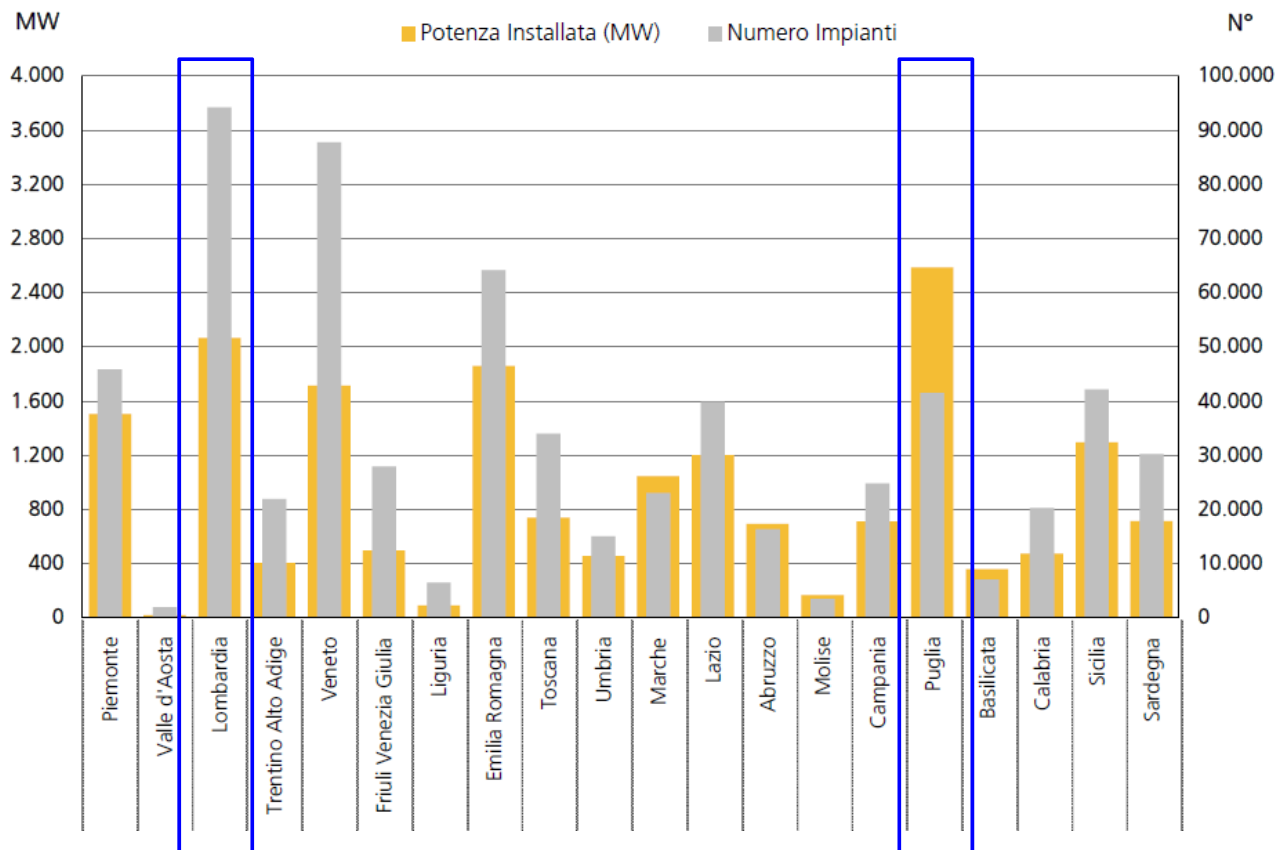
IMPIANTI FOTOVOLTAICI

Impianti connessi alla rete

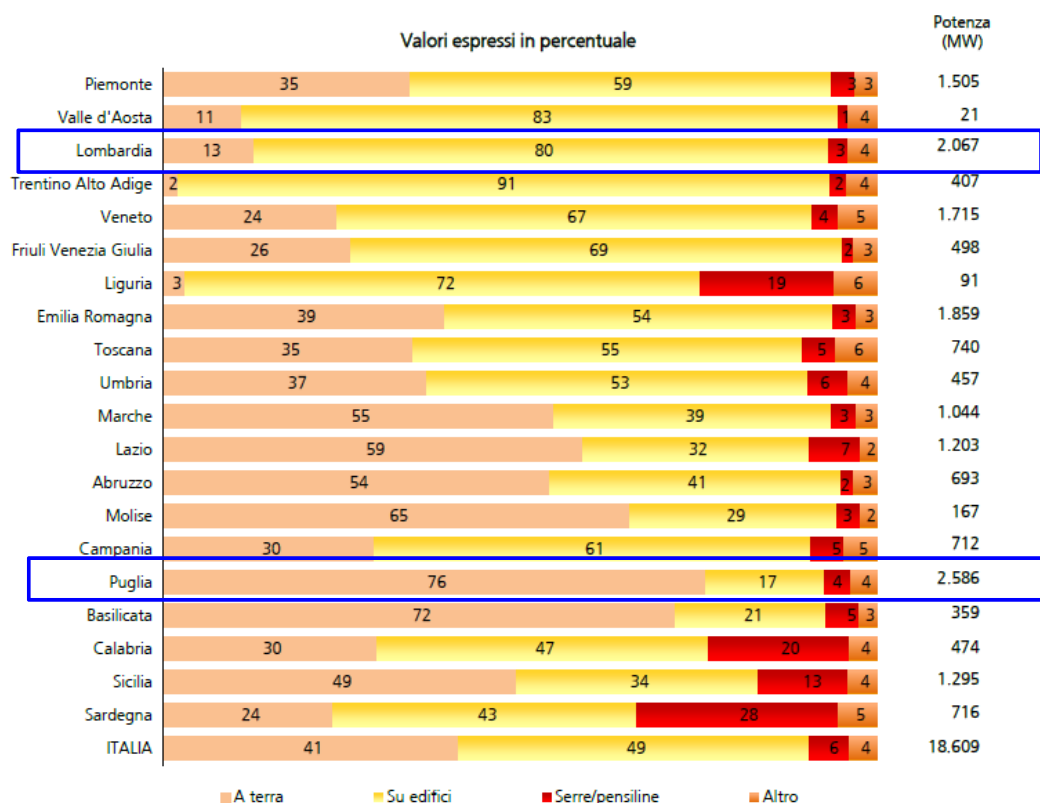
(immettono l'energia prodotta in rete da cui la prelevano nei momenti di mancata produzione)



Distribuzione regionale della numerosità e della potenza a fine 2014



Potenza per tipologia di installazione a fine 2014



IMPIANTI FOTOVOLTAICI INTEGRATI



La superficie dei moduli fotovoltaici garantisce, unitamente con il sistema di montaggio, la tenuta all'acqua e la conseguente impermeabilizzazione della struttura edilizia sottesa

IMPIANTI FOTOVOLTAICI IN FACCIATA



IMPIANTI FOTOVOLTAICI A TERRA



IMPATTO AMBIENTALE



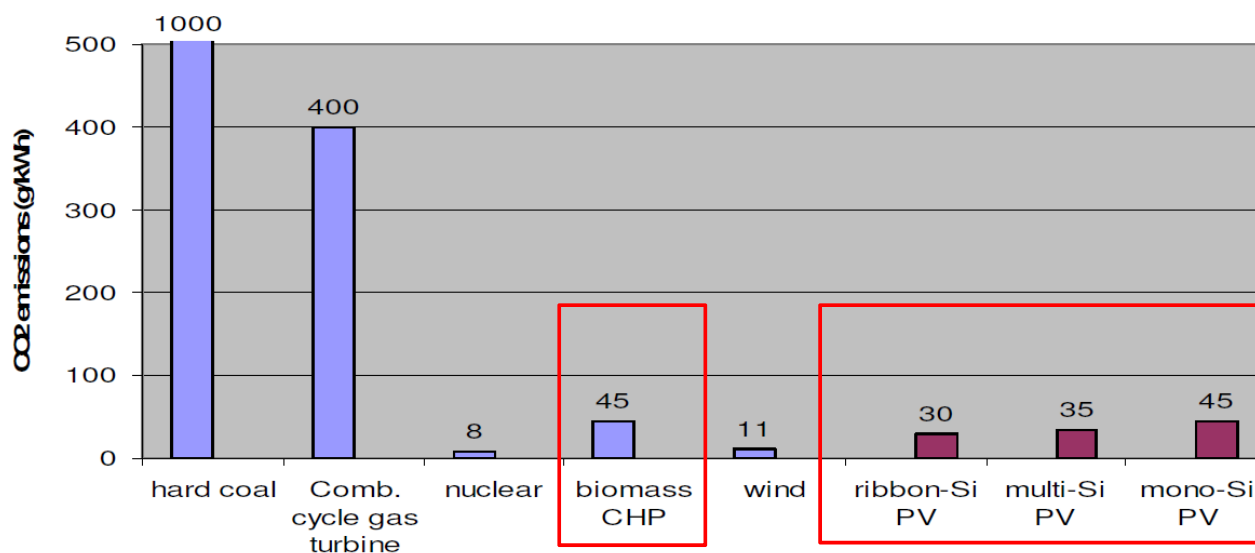
IMPATTO AMBIENTALE

IMPATTO AMBIENTALE

Fotovoltaico = Energia pulita ?

Da non sottovalutare le emissioni prodotte in termini di sostanze nocive e rifiuti solidi nei processi di produzione delle celle FV.

CO₂ immessa nell'ambiente in g/kWh



Conclusioni

Il risparmio energetico è una forma di energia rinnovabile: La più pulita!

E' importante risparmiare energia, perché il consumo energetico ha conseguenze dirette sull'ambiente e perché come dice un vecchio proverbio indiano: ***“Non abbiamo ereditato la terra dai nostri padri, ma l'abbiamo presa in prestito dai nostri figli”***.

La sostituzione delle fonti non rinnovabili con quelle rinnovabili è auspicabile ma va valutato attentamente l'impatto ambientale.

In edilizia, una progettazione corretta dei sistemi passivi di utilizzo dell'energia rinnovabile può assicurare il conseguimento di bassi consumi con alto livello di comfort.

Ai casi studio hanno contribuito gli ingg.:

Amato Giovanna
Augenti Valentina
Convertino Fabiana
Delledera Francesco
Di Felice Pasquale
Di Terlizzi Pasquale Valerio
Di Turi Silvia
Gorgoglione Marco
Ierardi Laura
Mancini Michele
Monopoli Lucia
Nico Maria Anna
Pitrelli Rosanna
Resta Romana

... grazie per l'attenzione