

# Prestazioni energetiche degli edifici, reali ed attese

**prof. Fabrizio Ascione**

DII - Dipartimento di Ingegneria Industriale  
Università degli Studi di Napoli Federico II



**Gruppo di Ricerca**

Fabrizio Ascione

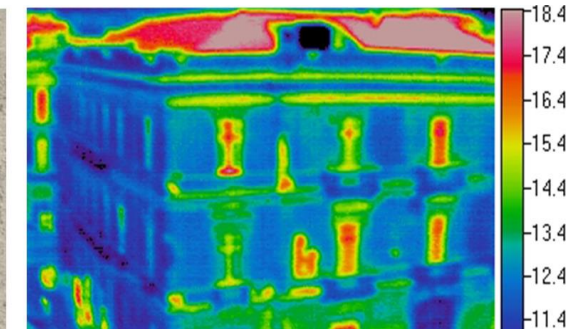
Nicola Bianco

Rosa Francesca De Masi

Filippo de Rossi

Gerardo Maria Mauro

Giuseppe Peter Vanoli



## Il contesto italiano: lo stock edilizio e la nuova legislazione

### EPBD Recast 2010/31/EU

- Reg. 244/2012
- D.L. 63/2013
- L. 90/2013
- DM 26/06/2015
- requisiti minimi

**siamo completamente nell'era dei Nearly Zero-Energy Building. A partire dal D.L. 63/2013, convertito dalla L. 90/2013 e attuato dai decreti DM 26/06/2015, in completo recepimento della Direttiva 2010/31/EC, si stabilisce che:**

- **dal 1 Gennaio 2021 (da poche settimane) tutti gli edifici di nuova costruzione siano edifici a energia quasi zero;**
- **la data è anticipata di due anni per gli edifici pubblici o a uso pubblico.**

**Nella primavera/estate 2018, la Commissione ed il Parlamento Europeo hanno emanato la nuova versione della EPBD: Nuova Direttiva UE 2018/844 sull'efficienza energetica.**

**E' richiesto a tutti gli Stati Membri un conforme adeguamento della propria legislazione nazionale. Questi dovranno quindi adeguare leggi, regolamenti e procedure amministrative. Rispetto ai livelli del 1990, al 2050 il parco edilizio dovrà essere fortemente decarbonizzato (riduzione 80-95% delle emissioni), con step intermedi al 2030 e 2040.**

19.6.2018  IT Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 156/75

DIRETTIVA (UE) 2018/844 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO  
del 30 maggio 2018  
che modifica la direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia e la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica  
(Testo rilevante ai fini del SEE)

GAZZETTA UFFICIALE  
DELLA REPUBBLICA ITALIANA

Atto Completo Avviso di rettifica Errata corrige Lavori Preparatori Direttiva UE recepita

DECRETO LEGISLATIVO 10 giugno 2020, n. 48

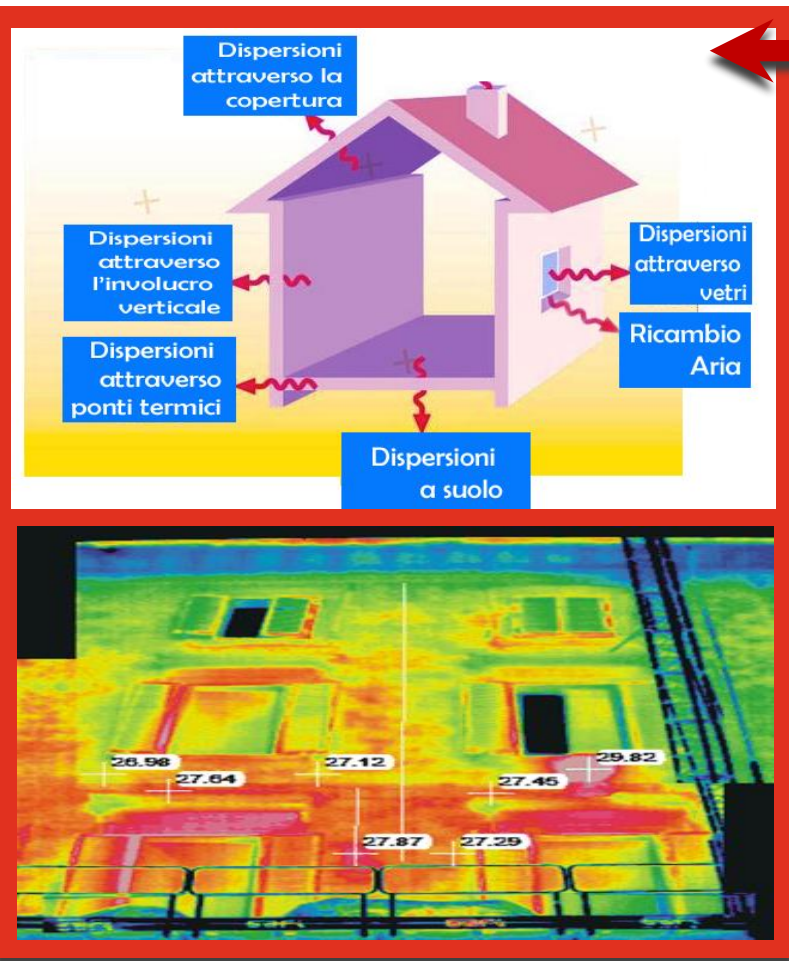
## LE LEVE DELL'EFFICIENZA ENERGETICA

NZEB  
A=B

SISTEMA EDIFICIO

SISTEMA IMPIANTI

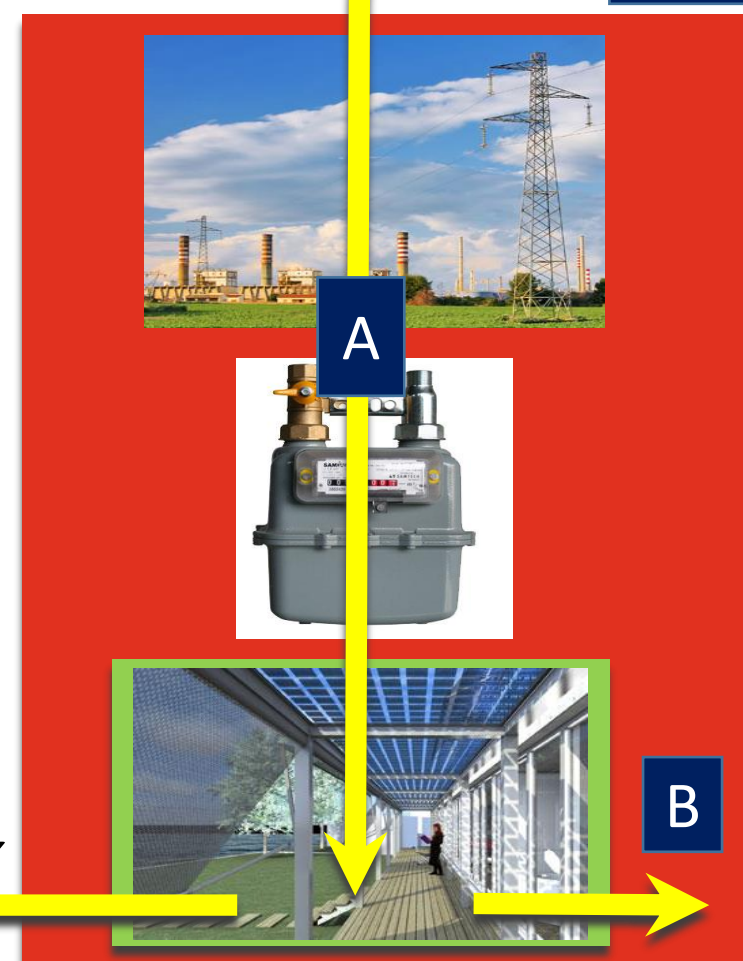
APPROVVIGIONAMENTO



X

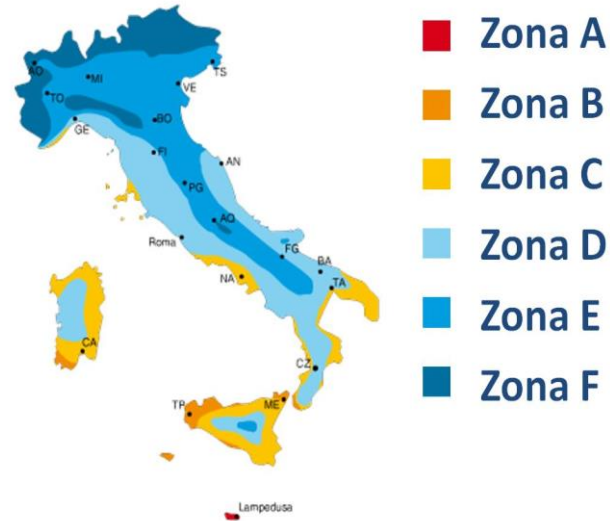


$n \cdot x$





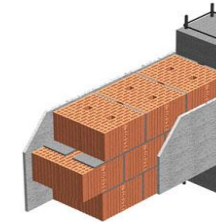
**Evoluzione legislativa:** dalla legge 10/91 al Nearly Zero-Energy Building



Napoli

- Zona Climatica C
- 1034 Gradi Giorno (HDD)
- T esterna di progetto invernale: 2 °C
- T esterna di progetto estiva: 26 °C

	2006	2008	2010	2015	2019/2021
$U_{WALL}$ (W/m <sup>2</sup> K)	0.57	0.46	0.4	0.38	0.34
% DECREASE (%)		19%	30%	33%	40%



	2006	2008	2010	2015	2019/2021
$U_{WINDOWS}$ (W/m <sup>2</sup> K)	3.3	3	2.6	2.4	2.2
% DECREASE (%)		9%	21%	27%	33%

**Evoluzione legislativa:** Tipi di valutazione e condizioni al contorno

CEN – European Committee for Standardization, EN 15603: Energy performance of buildings - Overall energy use and definition of energy ratings, 2008.

Rating Type	Output Data	Project Stage	Input Data		Purpose
			Use	Climate	Building Permit, Certification
DESIGN	Calculated	Designed building	Standard	Standard	Building permission, Certification or Energy qualification of a project
ASSET		Built	Standard	Standard	Energy Label, compliance with building regulations
TAILORED		Built or Designed	Related to use	Actual	Optimization, Energy Diagnosis and planning of energy retrofit
OPERATIONAL	Measured	Built	Related to use	Actual	Energy signature

## UNI/TS 11300-1

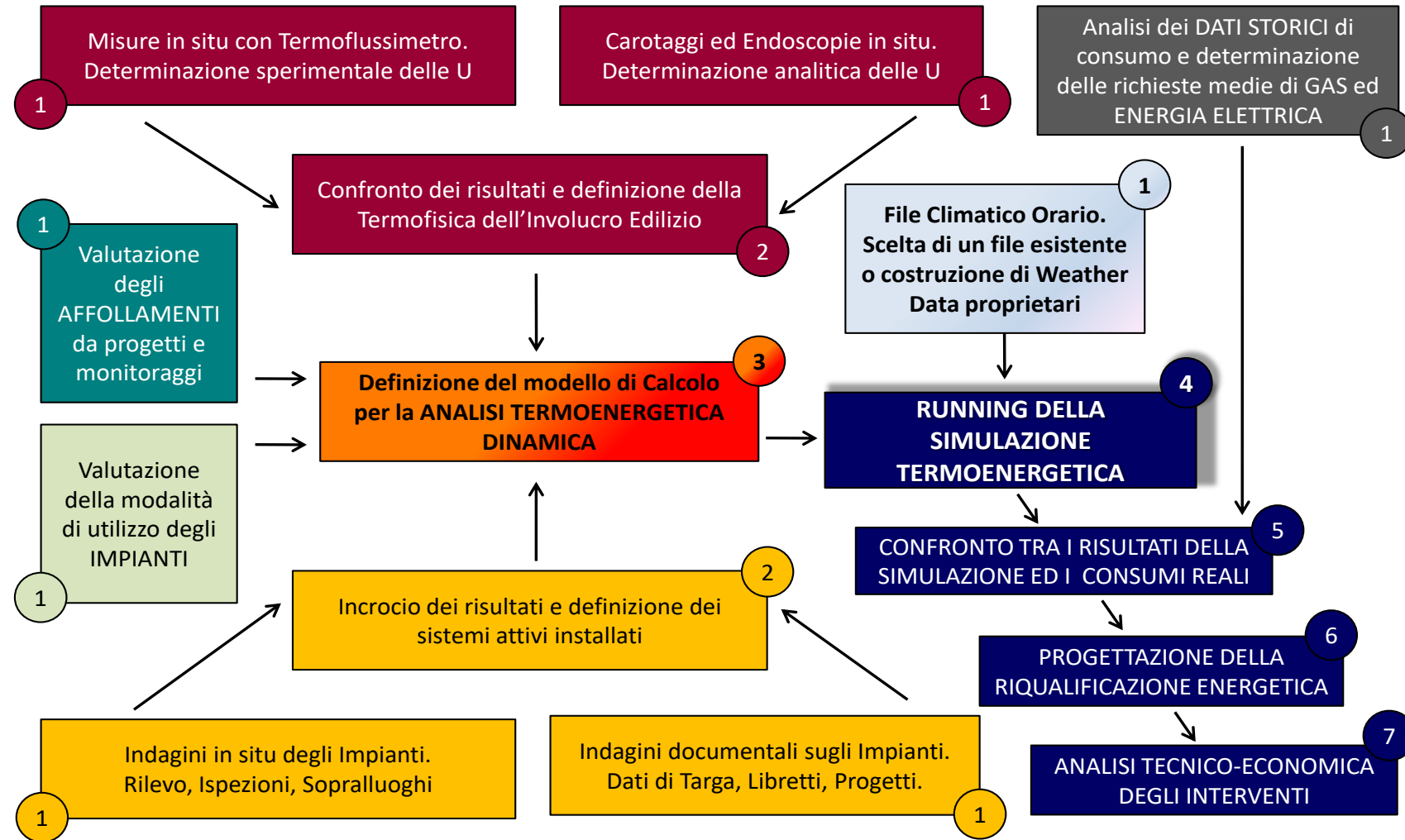
Prestazioni energetiche degli edifici  
**Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale**

Tipo di valutazione	Dati di ingresso			Scopo della valutazione
	Uso	Clima	Edificio	
di Progetto ( <i>Design rating</i> )	Standard	Standard	Progetto	Permesso di costruire Certificazione o Qualificazione energetica del progetto
Standard ( <i>Asset rating</i> )	Standard	Standard	Reale	Certificazione o Qualificazione energetica 
Adattata all'utenza ( <i>Tailored rating</i> )	In funzione dello scopo		Reale	Ottimizzazione, Validazione, Diagnosi e programmazione di interventi di riqualificazione 

## La Diagnosi energetica alla base dei progetti di riqualificazione

Approccio **multi-criterio** alla progettazione della riqualificazione energetica dell'edilizia storica:

- *Analisi delle prestazioni attuali e potenziali attraverso incrocio di **metodi sperimentali e numerici.***
- *Valutazione dell'efficacia tecnica ed economica di interventi in retrofit.*



Periodo di riferimento: 30 anni residenziale, 20 per altri edifici

$$C_g(\tau) = C_I + \sum_j \left[ \sum_{i=1}^{\tau} (C_{a,i}(j) \times R_d(i) + C_{c,i}(j)) - V_{f,\tau}(j) \right]$$

REGOLAMENTO DELEGATO (UE) N. 244/2012 DELLA COMMISSIONE

del 16 gennaio 2012

che integra la direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio sulla prestazione energetica nell'edilizia istituendo un quadro metodologico comparativo per il calcolo dei livelli ottimali in funzione dei costi per i requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici e degli elementi edilizi

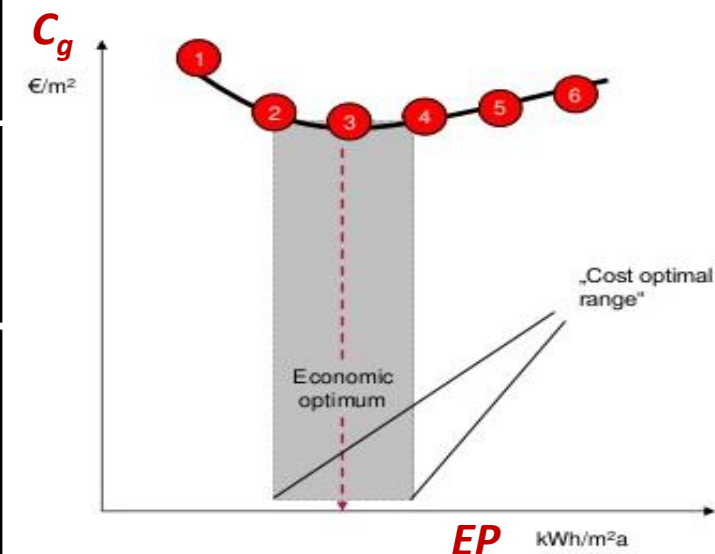
**Costo dell'investimento iniziale:** somma dei costi per la progettazione, l'acquisto degli elementi edilizi, il collegamento delle forniture, l'installazione e i procedimenti di messa in servizio;

**Costo annuale durante l'anno i per la misura o l'insieme di misure j:** Costo annuale ed include spese annuali energetiche, di manutenzione, di funzionamento e sostituzione periodica di elementi edilizi nonché, gli introiti generati dall'energia prodotta.

**Tasso di attualizzazione per l'anno i:** Bisogna attualizzare all'anno iniziale i vari costi, è quindi necessario moltiplicarli per il tasso di sconto  $R_d$ .

**costo delle emissioni.** Il costo delle emissioni di carbonio nell'arco del periodo di calcolo può essere ottenuto moltiplicando la somma delle emissioni annuali di gas a effetto serra per i prezzi previsti per tonnellata di CO<sub>2</sub> equivalente.

**Valore residuo di un edificio.** la somma dei valori residui dell'edificio e degli elementi edilizi al termine del periodo di calcolo; Infatti il tempo di calcolo scelto potrebbe essere più breve o più lungo rispetto alla durata dei singoli componenti o sistemi desunti dalla UNIEN 15459.





## Palazzo dell'Aquila Bosco Lucarelli in Benevento

Gli edifici qui presentati potrebbero essere, secondo la legislazione energetica italiana, esclusi da ogni obbligo di riqualificazione, qualora ciò ne alterasse i requisiti di pregio.

Essendo stati tali edifici oggetto dello studio di possibili interventi di rifunzionalizzazione, in un contesto ambientale considerato a rischio sismico, all'interno di tale possibile ampio lavoro di adeguamento, l'Università del Sannio, intorno al 2010, si è interessata anche allo studio di soluzioni tecniche, compatibili con le caratteristiche di pregio dell'edificio, volte all'incremento del comfort ed al risparmio energetico.

Partendo dalla calibrazione del modello come in precedenza descritta, tenendo conto delle indicazioni rilevate durante i diversi sopralluoghi effettuati, sono stati individuati una serie di possibili interventi sul sistema edificio-impianti, tutti rispettosi dell'integrità estetico-storica della fabbrica:

1. modifica delle temperature operative impostate;
2. riduzione delle infiltrazioni;
3. aumento dell'isolamento termico delle pareti;
4. sostituzione dei generatori tradizionali con sistemi a recupero del calore di condensazione dei fumi;
5. sostituzione dei componenti finestrati, con altri a minore trasmittanza;
6. sostituzione dei sistemi di illuminazione.
7. Installazione di nuovi sistemi per il controllo del microclima e generazione dei fluidi

**D.Lgs. 192/2005 (modifiche L.90/2013)**

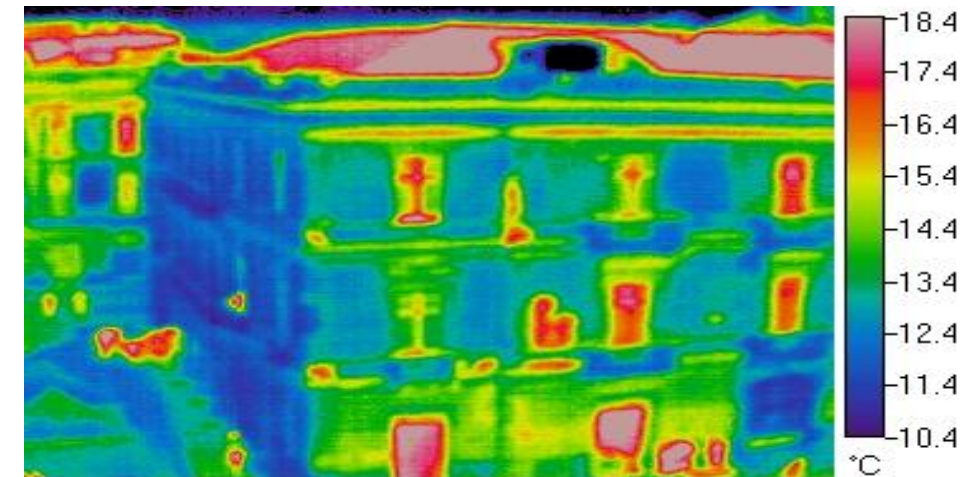
**Art 3. comma 3-bis. 1.**

Gli edifici di cui al comma 3, lettera a), sono esclusi dall'applicazione del presente decreto ai sensi del comma 3-bis, solo nel caso in cui, previo giudizio dell'autorità competente al rilascio dell'autorizzazione ai sensi del codice di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, **il rispetto delle prescrizioni implichi un'alterazione sostanziale del loro carattere o aspetto, con particolare riferimento ai profili storici, artistici e paesaggistici.**

**UNI EN 16883:2017**

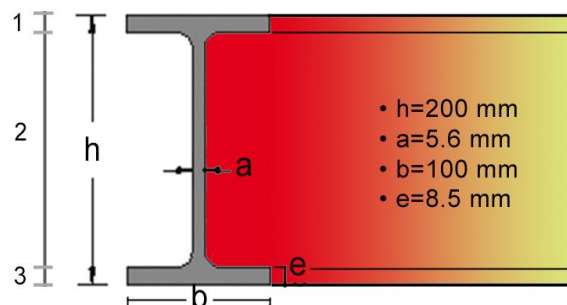
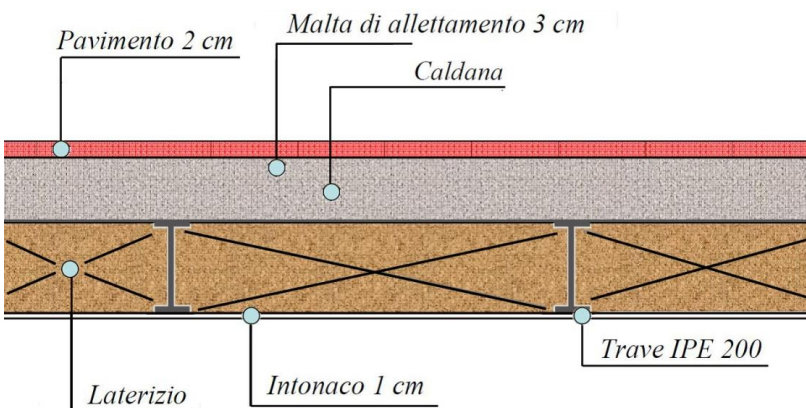
Conservazione dei beni culturali – Linee guida per migliorare la prestazione energetica degli edifici storici



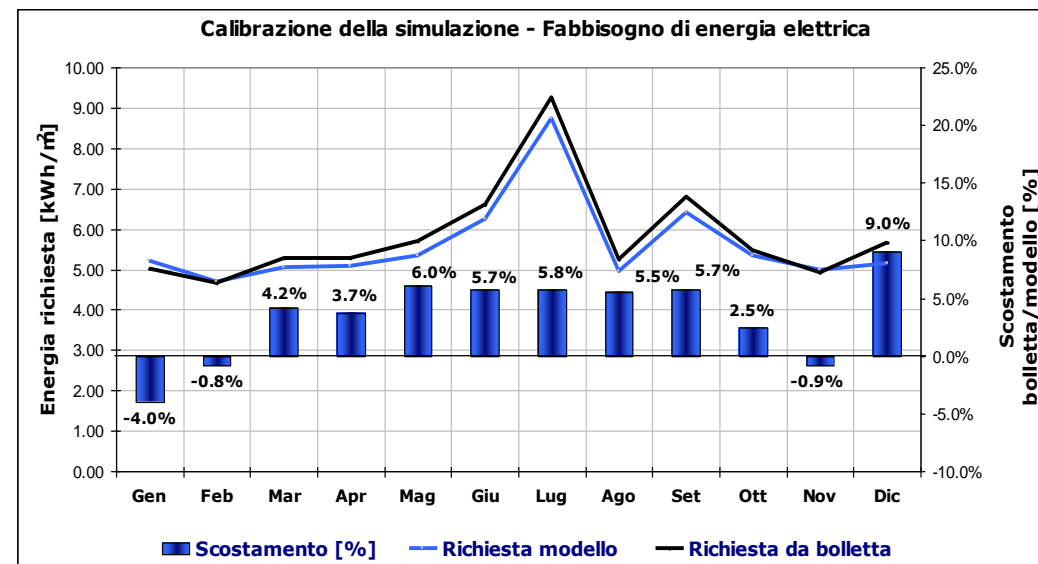
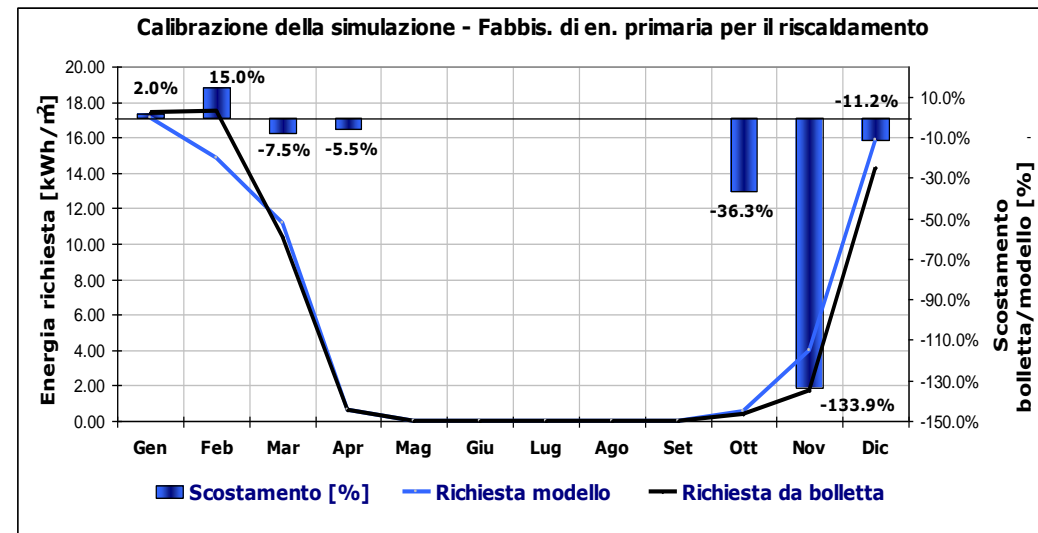


Date : 01/04/2012  
Emissivity : 1.00

*Ragioni di interesse del caso studio constano nel Vincolo storico-artistico, nelle Vaste indagini conoscitive, nella Procedura di calibrazione delle simulazioni energetiche, nel Retrofit energetico ottimizzato su modello realistico*

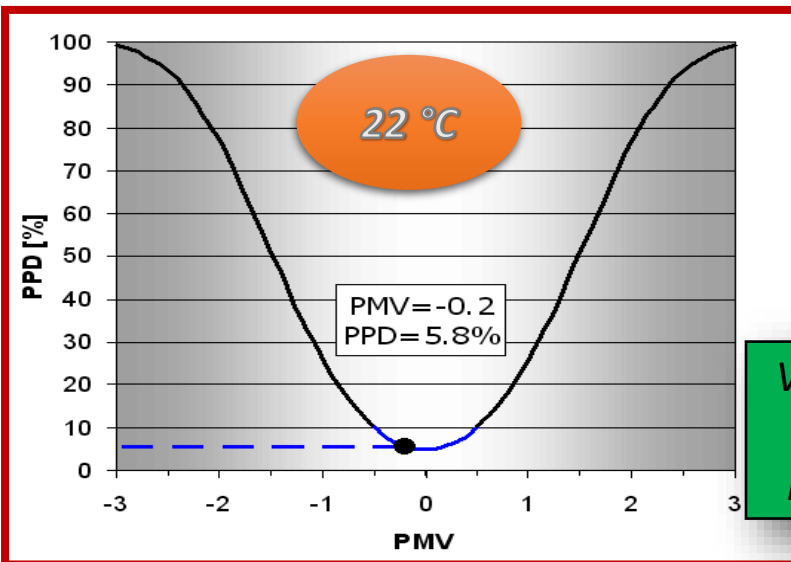


$$R_{TOT} = \frac{1}{h_i} + \frac{s_1}{\lambda_1} + \left\{ l_{i+j} \left[ \frac{(s_i/(l_i \cdot \lambda_i)) \cdot (s_j/(l_j \cdot \lambda_j))}{(s_i/(l_i \cdot \lambda_i)) + (s_j/(l_j \cdot \lambda_j))} \right] \right\} + \frac{s_2}{\lambda_2} + \frac{s_3}{\lambda_3} + \frac{1}{h_e}$$

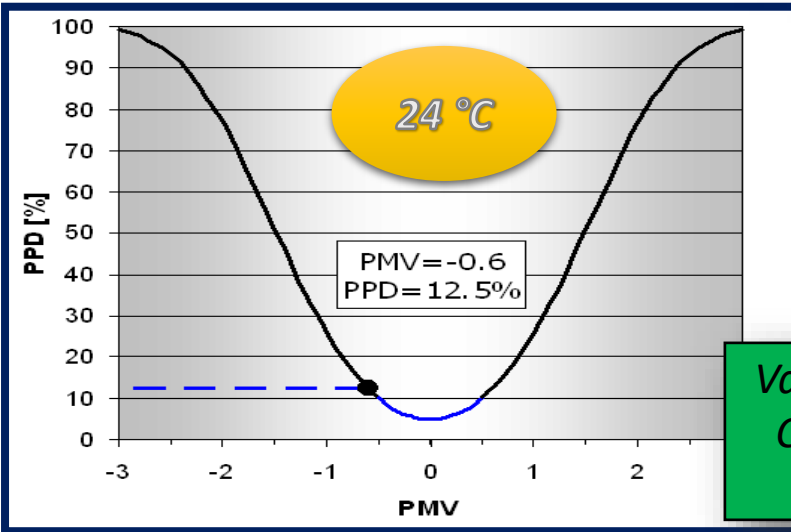
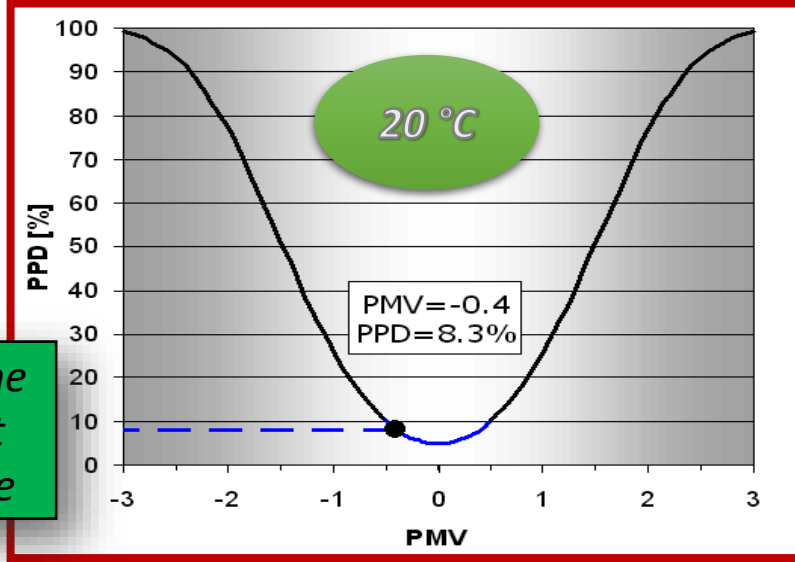




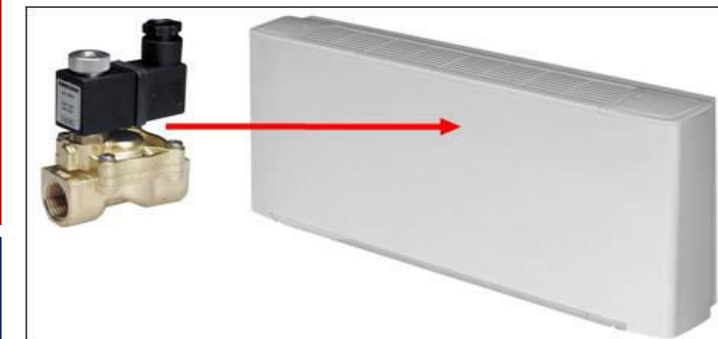
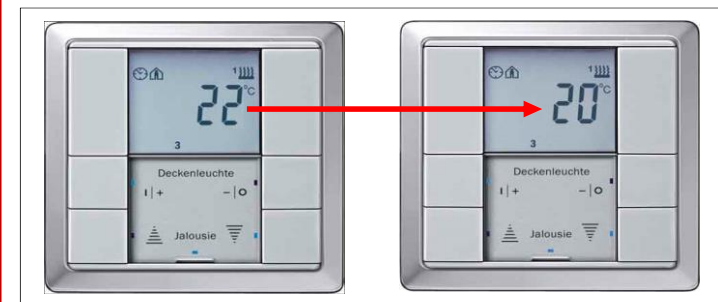
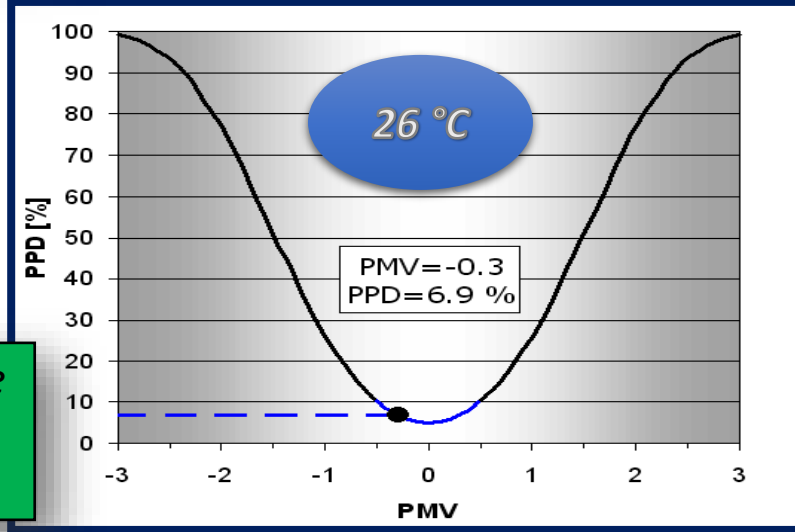
Palazzo dell'Aquila Bosco Lucrelli in Benevento



Variation  
Comfort  
Invernale

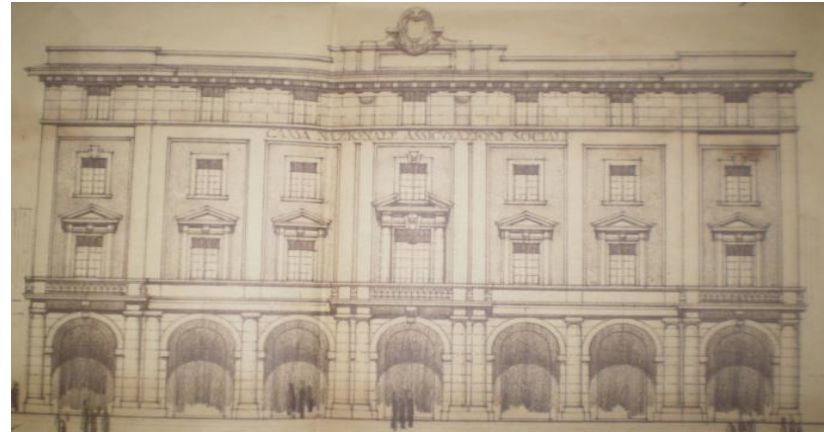


Variation  
Comfort  
estivo



	SPB	Tempo di ritorno con attualizzazioni
Termostato	Circa 9 mesi	
Valvola a tre vie	Circa 4 anni	





### Ragioni di interesse del caso studio:

- Edificio pubblico: Sede del dipartimento di ingegneria
- Edificio situato in un centro storico
- Vaste indagini conoscitive
- Procedura di calibrazione delle simulazioni energetiche
- Retrofit energetico ottimizzato su modello realistico

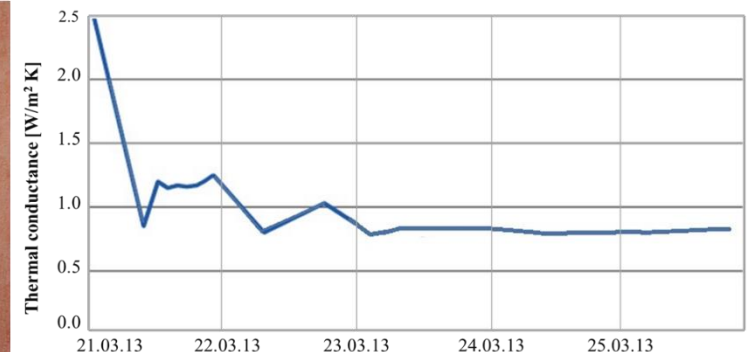
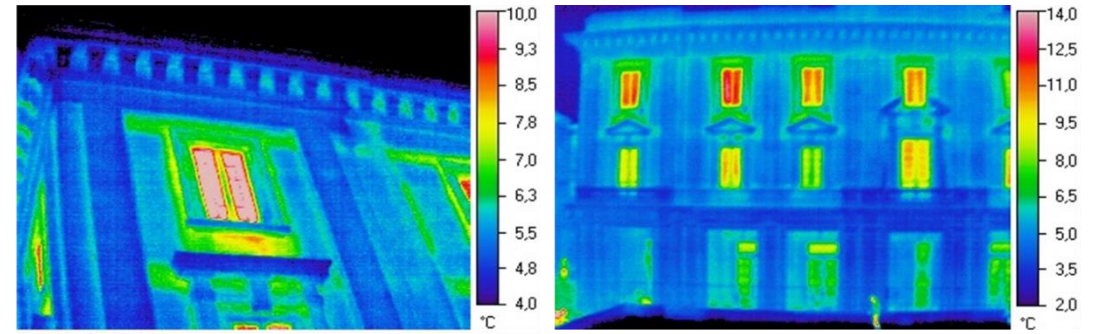
$$q = U \cdot (T_i - T_e)$$

Pareti esterne, U :

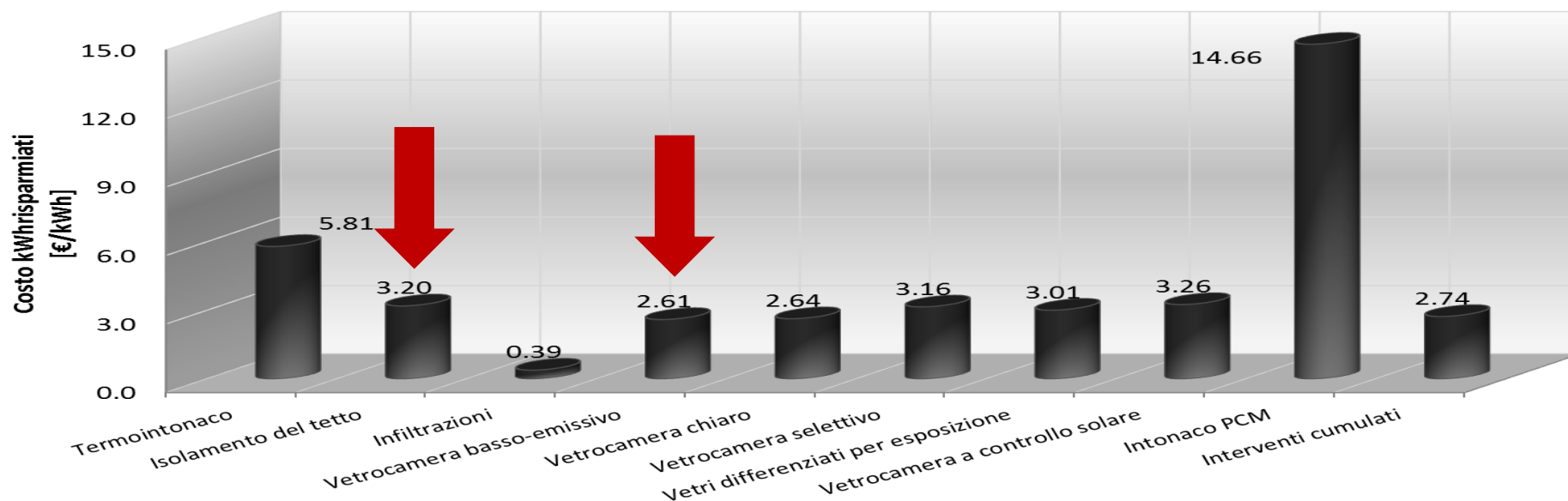
- Misurato : 0.74 W/(m<sup>2</sup> K) ISO 9869;
- Calcolato: 0.76 W/(m<sup>2</sup> K), EN ISO 6946 .

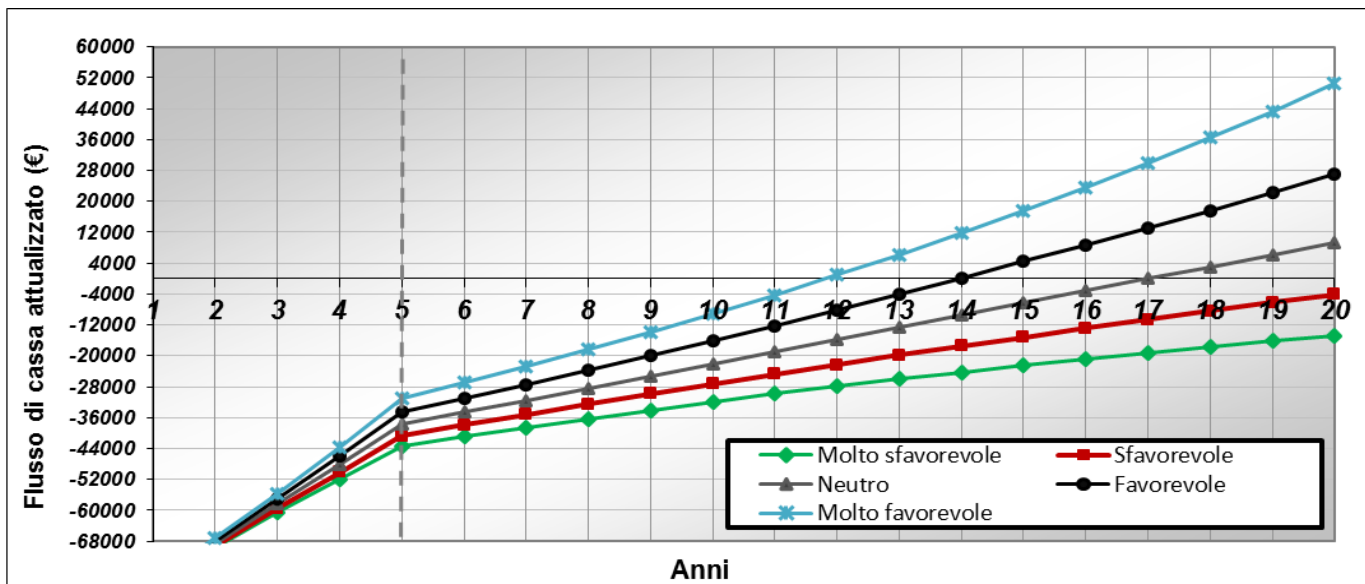


**Differenza 3%.**



Intervento	EP [kWh]	Totali	Inverno	Estate	Scenario Neutro	
					$\Delta E \approx \Delta CO_2$ [%]	DPB [anni]
Termintonaco	93'175	6.0%	10.2%	-11.9%	<20	-22'960 <span style="color:red">✘</span>
Isolamento del tetto	91'951	7.2%	9.5%	-2.6%	19	74 <span style="color:red">✘</span>
Infiltrazioni	78'235	21.1%	24.9%	4.7%	5	32'153 <span style="color:red">✘</span>
Vetrocamera basso-emissivo	73'668	25.7%	28.8%	12.1%	11	9'356 <span style="color:red">✘</span>
Vetrocamera chiaro	75'159	24.2%	27.8%	8.8%	17	8'312 <span style="color:red">✘</span>
Vetrocamera selettivo	78'051	21.2%	21.4%	20.5%	20	767 <span style="color:red">✘</span>
Vetrocamera differenziati per esposizione	77'159	22.1%	23.5%	16.2%	19	2'705 <span style="color:red">✘</span>
Vetrocamera a controllo solare	79'030	20.3%	19.3%	24.2%	<20	-514 <span style="color:red">✘</span>
Intonaco PCM	96'792	2.3%	0.0%	12.3%	<20	-29'393 <span style="color:red">✘</span>

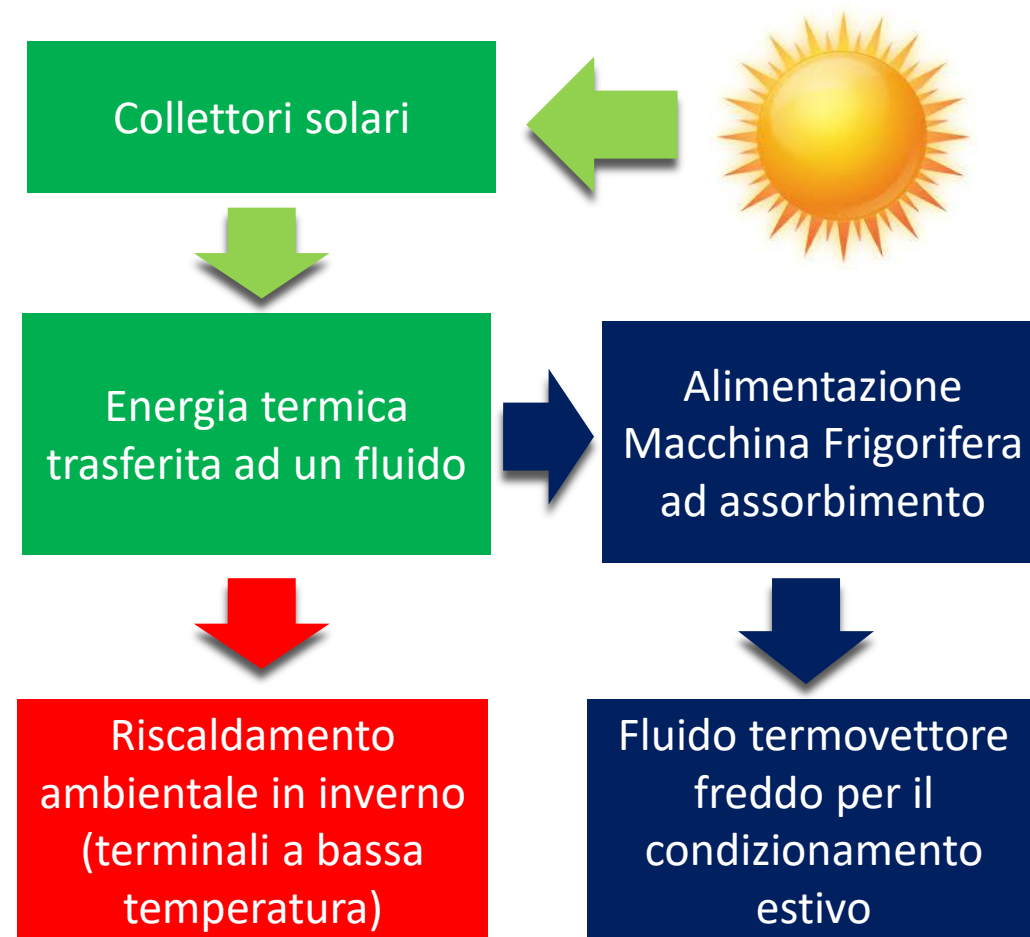




Per il riscaldamento degli ambienti, sono ampie le possibilità di impiego degli impianti solari a bassa temperatura, essendo questi poco invasivi e realizzati secondo tecnologie ampiamente collaudate.

Anche per la climatizzazione estiva, la radiazione solare può essere usata o per alimentare una **macchina frigorifera ad assorbimento** mediante energia termica, o essere convertita in elettricità poi destinata a far **funzionare una macchina frigorifera elettrica**.

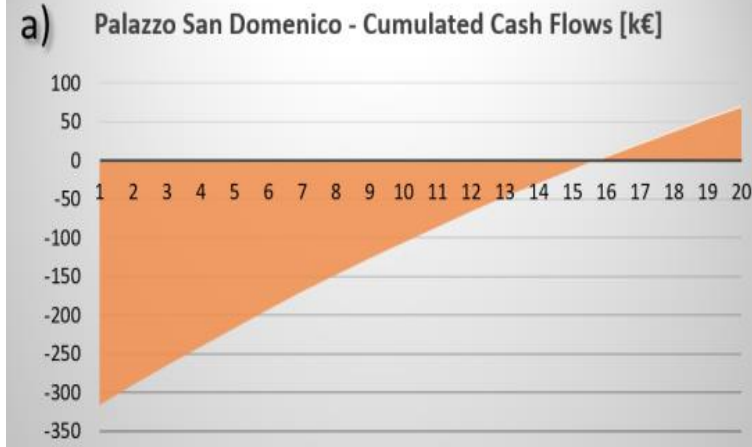
La radiazione solare e, in particolare, l'energia ad essa associata, può essere utilizzata anche in impianti di **Solar Heating and Cooling (SHC)**.



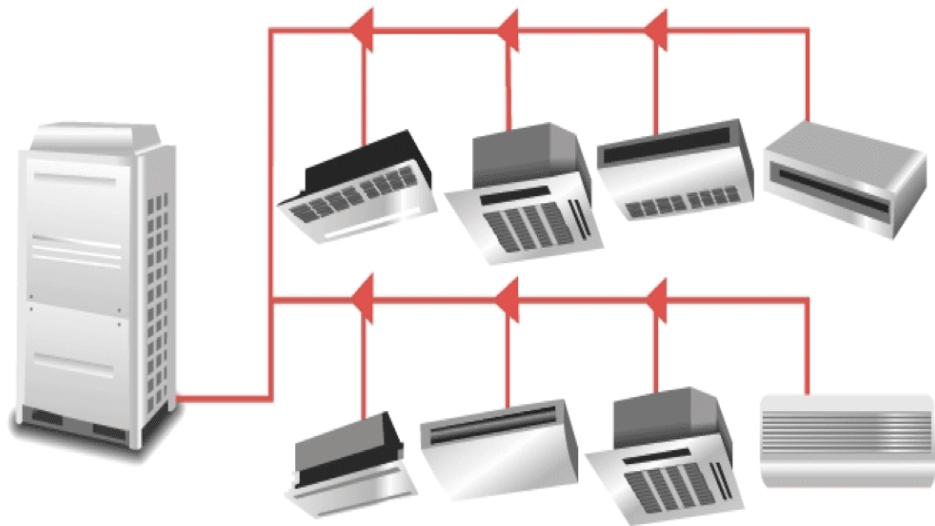
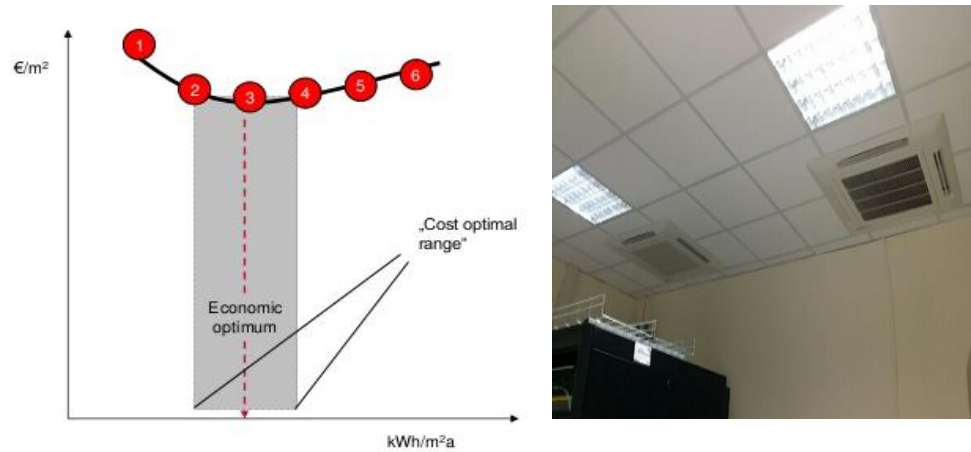




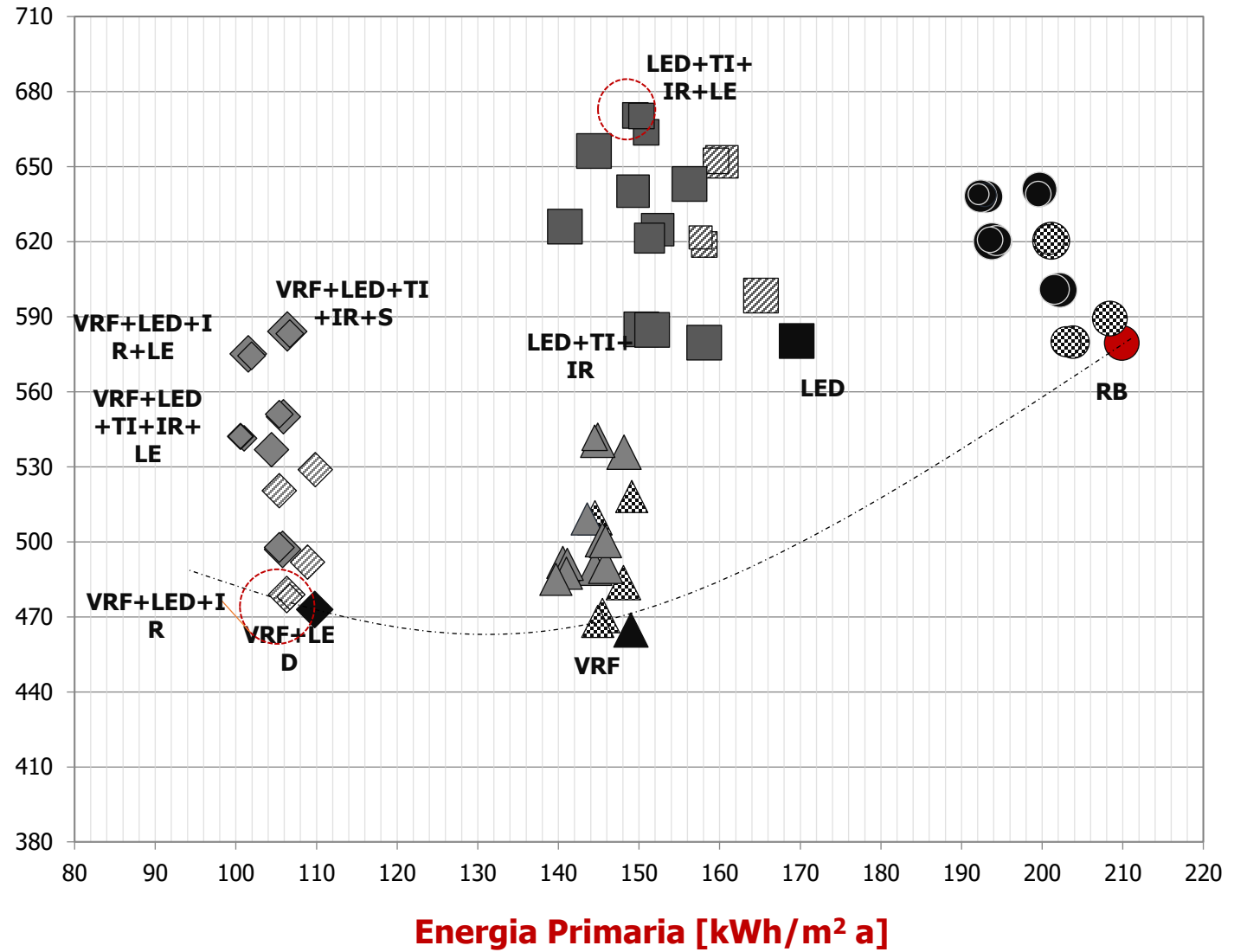








Costo globale [€/m<sup>2</sup>]

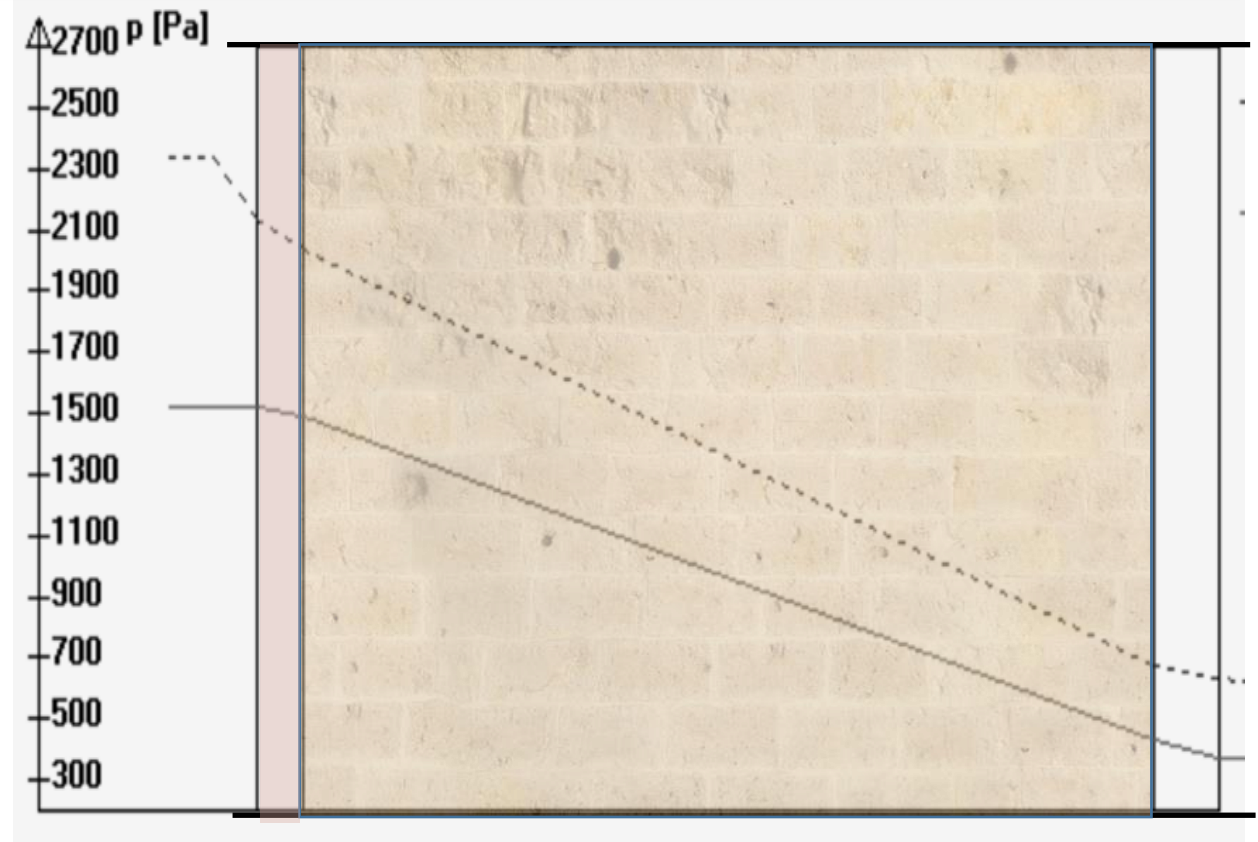




APPROFONDIMENTO TRATTO DA ALTRO CASO DI STUDIO

Ipotesi di parete attuale. verifica a condensa su base stagionale  
 Diagramma di glaser

$U_{\text{value}} 0.58 \text{ W/m}^2\text{K}$

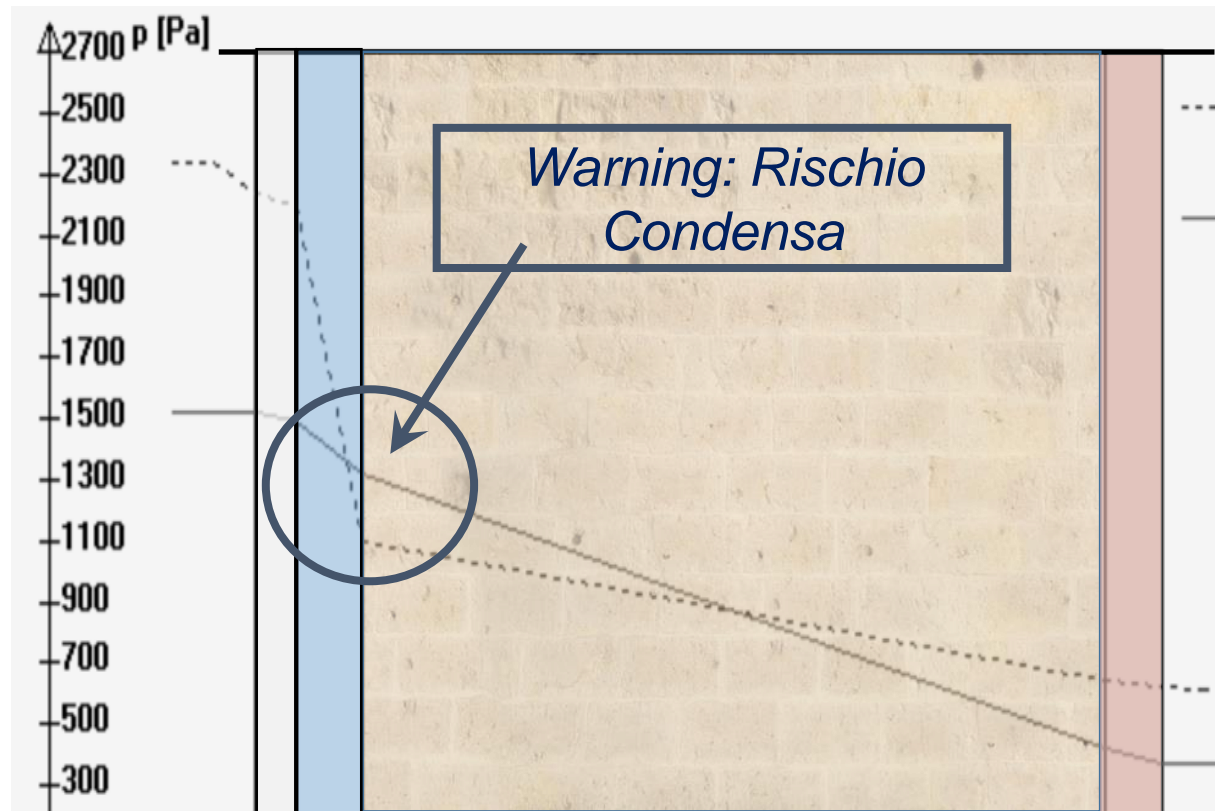
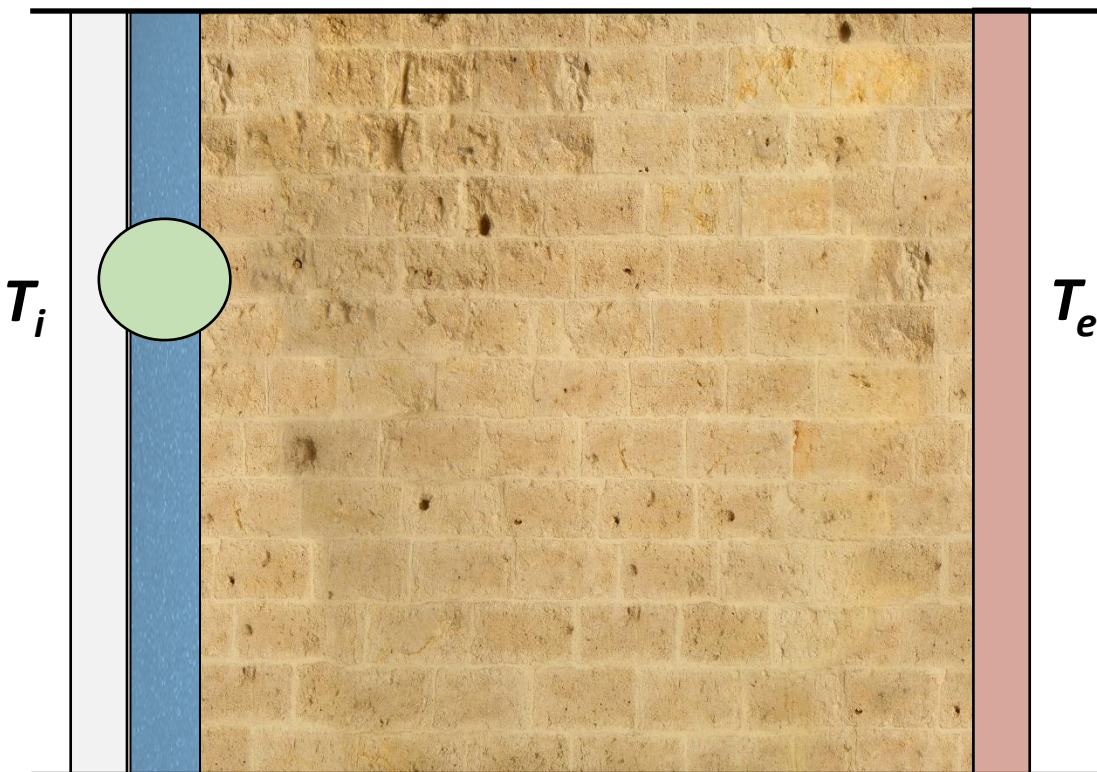


## APPROFONDIMENTO TRATTO DA ALTRO CASO DI STUDIO

ISOLAMENTO DALL'INTERNO IN 8 cm di **POLISTIRENE ESTRUSO IN PANNELLI**

$\lambda = 0.040 \text{ W/mK}$ ,  $\rho = 30 \text{ kg/m}^3$ ,  $c = 1300 \text{ J/kgK}$ ,  $\delta = 45 \cdot 10^{-12} \text{ kg/s m Pa}$

$U_{value} \text{ } 0.57 \text{ W/m}^2\text{K} \rightarrow 0.27 \text{ W/m}^2\text{K}$



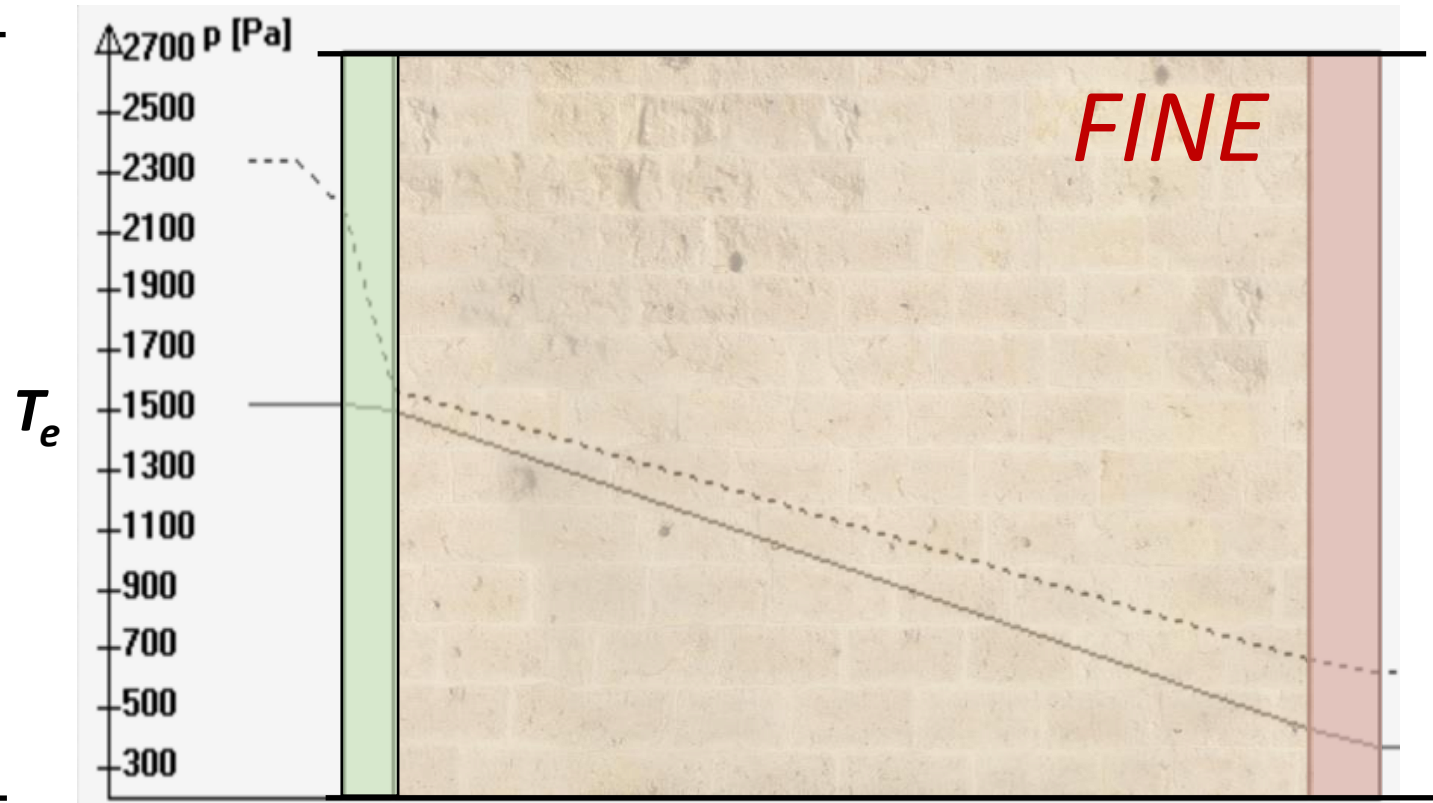
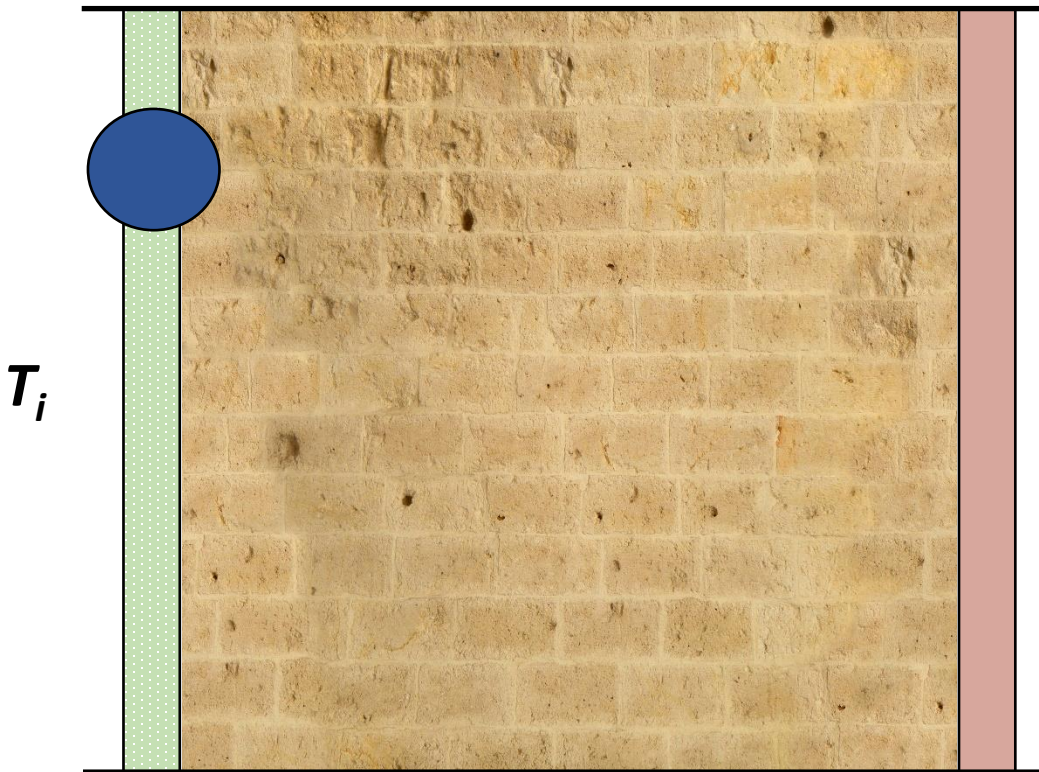


**APPROFONDIMENTO TRATTO DA ALTRO CASO DI STUDIO**

**TERMOINTONACO T1 DALL'INTERNO**

$\lambda = 0.086 \text{ W/mK}$ ,  $\rho = 410 \text{ kg/m}^3$ ,  $c = 1000 \text{ J/kgK}$ ,  $\delta = 2.5 \cdot 10^{-11} \text{ kg/s m Pa}$

$U_{\text{value}} 0.57 \text{ W/m}^2\text{K} \rightarrow 0.44 \text{ W/m}^2\text{K}$



# *Prestazioni energetiche degli edifici, reali ed attese*

**Fabrizio Ascione**

DII - Dipartimento di Ingegneria Industriale  
Università degli Studi di Napoli Federico II



*Grazie per  
l'attenzione*

Gruppo di Ricerca

Fabrizio Ascione

Nicola Bianco

Rosa Francesca De Masi

Filippo de Rossi

Gerardo Maria Mauro

Giuseppe Peter Vanoli

