



Workshop

Innovazione tecnologica e metodologica per la
produzione e l'uso sostenibile di energia

da LISEA ai Tecnopoli

15 aprile 2011

Bologna

**L'integrazione di tecnologie involucro-impianto
per riqualificare energeticamente il patrimonio edilizio esistente
Un caso di studio**

Arch. Mena Viscardi

ICIE (Istituto Cooperativo per l'Innovazione)

m.viscardi@bo.icie.it

Evento organizzato nell'ambito del



European Union
Sustainable Energy Week
11-15 April 2011



PIATTAFORMA
ENERGIA
AMBIENTE

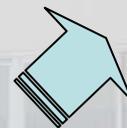




PIATTAFORMA
ENERGIA
AMBIENTE



PIATTAFORMA
COSTRUZIONI

Efficienza Energetica
nell'edilizia esistente



PIATTAFORMA
ENERGIA
AMBIENTE





- **Settore delle costruzioni** (produzione e gestione patrimonio)
 - energivoro (45% consumi)
 - consumatore di materie prime (50% risorse sottratte natura)
 - produttore di emissioni inquinanti (50% aria, 50% rifiuti)
 - poco attento all'uso delle fonti rinnovabili

- **Patrimonio edilizio esistente** più "pesante" rispetto all'edilizia di nuova costruzione
 - per numeri in gioco
 - per prestazioni offerte (basse)

Esempi di efficienza energetica (riscaldamento) (kWh/mq)

Edifici con più di 20 anni	200
Edifici degli ultimi 20 anni	100-150
Edifici a basso consumo energetico	30-50
Edifici passivi	< 15
Edifici a consumo energetico zero	0

12,8 milioni di edifici esistenti

26,5 milioni di abitazioni

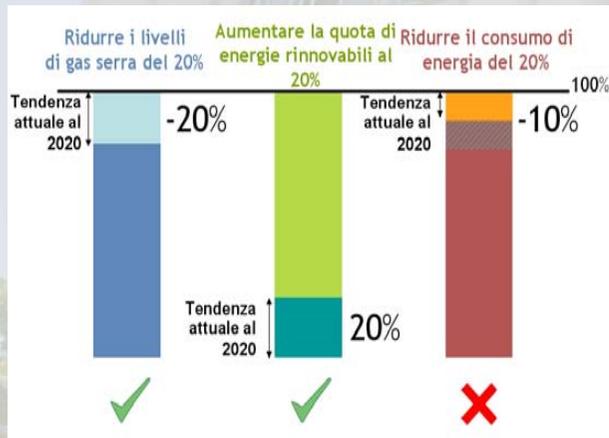
di cui:

66% realizzati ante '76, senza interventi da oltre 20 anni



- **Orientamento PIL costruzioni verso il recupero** (2008, edilizia abitativa: 53% riqualificazione, 47 % nuova costruzione)





• Obiettivi 20-20-20 dell'Unione Europea

Traguardi da raggiungere entro il 2020:

- taglio 20% nelle emissioni di CO2
- miglioramento 20% dell'efficienza energetica
- raggiungimento 20% della produzione energetica da fonti energetiche rinnovabili

• Nuova EPBD sul rendimento energetico in edilizia

Art.7 _EDIFICI ESISTENTI

Adozione di misure necessarie per migliorare le **prestazioni energetiche** degli edifici o di loro parti al seguito di **ristrutturazioni importanti** al fine di soddisfare i requisiti minimi.

Tali requisiti possono essere applicati :

- all'edificio o all'unità immobiliare oggetto di ristrutturazione nel suo complesso
- agli elementi edilizi ristrutturati

Art.2_DEFINIZIONI

- Ristrutturazione importante di un edificio (che interessano più del 25% superficie dell'involucro oppure hanno un costo di realizzazione > 25% del valore dell'edificio).



Sottoprogetto 2

Uso delle fonti rinnovabili e progettazione energetica

Obiettivo Realizzativo 2.4

EFFICIENZA ENERGETICA NELL'EDILIZIA ESISTENTE

Responsabile di OR: Ing. Sandra Dei Svaldi (ICIE)
(s.deisvaldi@bo.icie.it)

Partecipanti:



Obiettivo:

Utilizzo degli strumenti elaborati nella prima fase del PRRIT per realizzare la **diagnosi energetica** ed uno **studio di progetto** per la riqualificazione di un edificio esistente





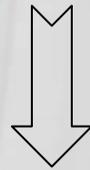
Diagnosi

Reperimento dati ed analisi di:

- contesto territoriale, condizioni climatiche
- involucro e impianti
- consumi reali (bollette)
- profili d'uso

Monitoraggio strumentato (fotografico, diagnostico...)

Simulazione energetica dello stato di fatto



I ipotesi di intervento

Individuazione criticità (punti di debolezza)

Individuazione potenzialità (punti di forza potenziali)

Definizione quadro esigenziale (obiettivi specifici)

Formulazione ipotesi di intervento (involucro, impianti)

Simulazioni energetiche (diversi strumenti, diverse ipotesi)

Analisi dei risultati e risparmi energetici ottenuti

Ipotesi di costo



Selezione ipotesi più efficace

Verifica raggiungimento obiettivi specifici

Confronto efficacia ipotesi di intervento

Confronto analisi costi benefici

Selezione ipotesi di intervento migliore



Diagnosi



- Protocollo per la valutazione energetica degli edifici (da ERG)
- Strumentazione dedicata (termocamera, termoflussimetri, strumenti per il rilievo parametri comfort)
- Software per la simulazione energetica (analisi stazionaria e dinamica)
- Software per la certificazione energetica

I ipotesi di progetto



- Linee guida di intervento (da ERG)
- Repertori Materiali isolanti, Infissi, Sistemi di impianto, Casi di studio esemplari
- Software per la simulazione energetica (stazionaria e dinamica)
- Software per l'analisi solare
- Software di dimensionamento degli impianti FER
- Software per la certificazione energetica

Validazione tecnico-economica

- Procedura di analisi costi-benefici





Oggetto intervento: 2 edifici a torre

Destinazione d'uso: residenziale (spazi per attività collettive a PT)

Indirizzo: Via Vasco de Gama, nn. 25/27 BO
Quartiere: Navile (II Periferia)

Costruzione: Cooperativa di abitazione a proprietà divisa (MURRI)

Dati generali

Anno di costruzione: 1971

Struttura portante: Travi e pilastri (a vista) in c.a.

Tamponamento: Pannelli in cls con argilla espansa

Finitura: Graniglia di marmo, colore chiaro

Presenza di vincoli di tutela architettonica: no

N. piani fuori terra: 10 (1 piano interrato, garage, cantine)

Dati dimensionali per ogni edificio

Superficie riscaldata: 2.800 mq

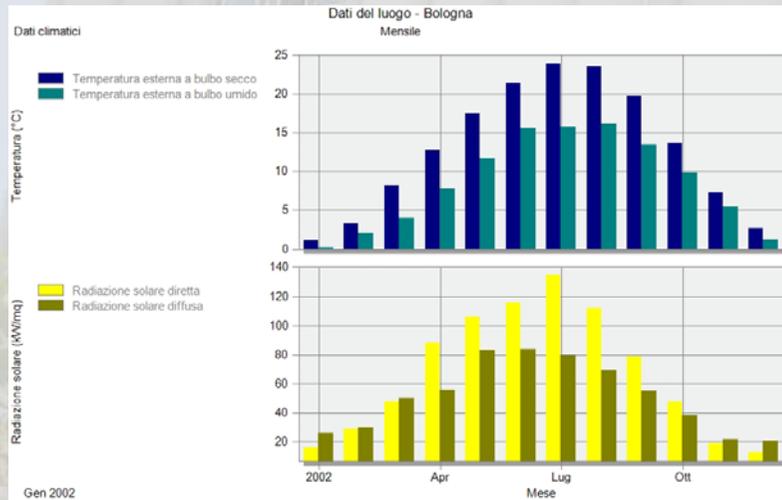
Altezza interpiano: 2,80 m

Volume lordo riscaldato: 10.200 mc

Superficie disperdente: 4.160 mq

Superficie trasparente: 548 mq





Situazione climatica

- Lat. 44,53, Long. 11,30
- Zona climatica: F
- Gradi giorno (GG): 2259
- Temperatura esterna invernale di progetto: -5°C
- Altitudine: 42 m s.l.m.
- Umidità relativa max (%): 84
- Giorni di riscaldamento all'anno (secondo DPR 412/93 e da uso reale): 183

Dati climatici: da database Energy Plus

T max bulbo secco: 28,4°C il 3 agosto

T min bulbo secco: -6,6°C il 19 gennaio

Contesto locale

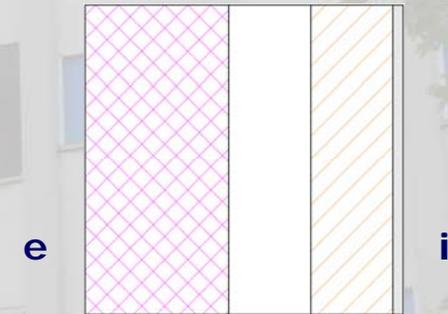
- Ombre portate dalla Torre Est sulla facciata Est della Torre gemella
- Presenza di una fitta vegetazione caducifoglie a Sud





- **Parete esterna**

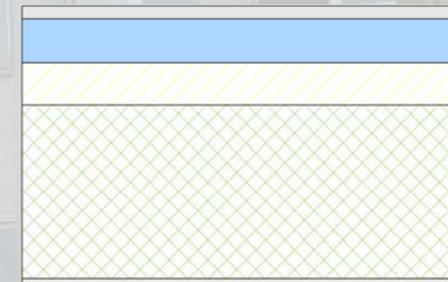
Spessore: 0,31 m
Trasmittanza: 1,22 W/mq*K



- **Parete verso logge**

Spessore: 0,30 m
Trasmittanza: 0,85 W/mq*K

e



- **Solaio copertura**

Spessore: 0,325 m
Trasmittanza: 0,57 W/mq*K



i

- **Pavimento verso locali attività sociali**

Spessore: 0,37 m
Trasmittanza: 0,93 W/mq*K

e



- **Pavimento su portico**

Spessore: 0,40 m
Trasmittanza: 0,52 W/mq*K



i



Tipologie d'infissi presenti

- **Infissi originali**

Telaio: Legno sp.5cm

Vetro : Singolo sp. 2,5mm



- **Doppi infissi**

Telaio: Alluminio senza taglio termico sp.5cm

Vetro : Singolo sp. 3 mm



- **Tipologia d'impianto**

Centralizzato. L'impianto serve quattro edifici a torre

- **Sistema di generazione**

Due caldaie della Baltur con $Q_n=810\text{kW}$ ciascuna alimentate a gas metano

- **Sistema di emissione**

Termoconvettori della Galletti

- **Sistema di regolazione**

Climatica (compensazione con sonda esterna)

- **Sistema di distribuzione**

Orizzontale

- **Sistema di illuminazione**

Vano scala e luoghi comuni: lampade a neon
Alloggio: lampade a incandescenza



1_Monitoraggio per la caratterizzazione dell'involucro

1a_Misura della trasmittanza in opera

Strumentazione utilizzata:

- 1 termoflussimetro (per la valutazione del flusso di calore che attraversa la parete)
- 3 sonde di temperatura (per il rilievo delle temperature superficiali della parete: due sensori posati sulla superficie esterna e uno sulla superficie interna)
- Acquisitore E-Log della LSI e PC con software per l'elaborazione dei dati raccolti

Dato elaborato:

- Conduttanza 1,73 W/mq*K
- da cui si ricava
- Trasmittanza 1,34 W/mq*K



Grafico conduttanza:
raggiungimento asintoto orizzontale



1_Monitoraggio per la caratterizzazione dell'involucro

1b_Indagini termografiche non distruttive

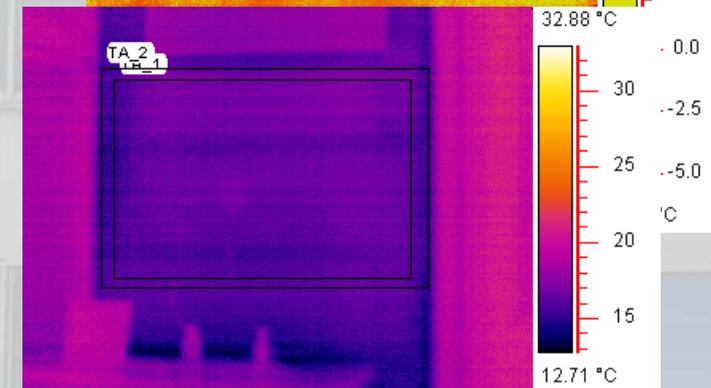
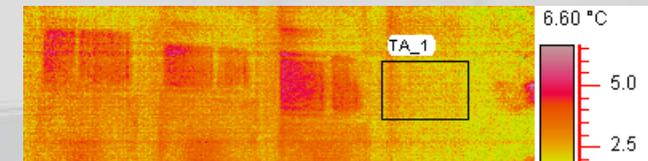
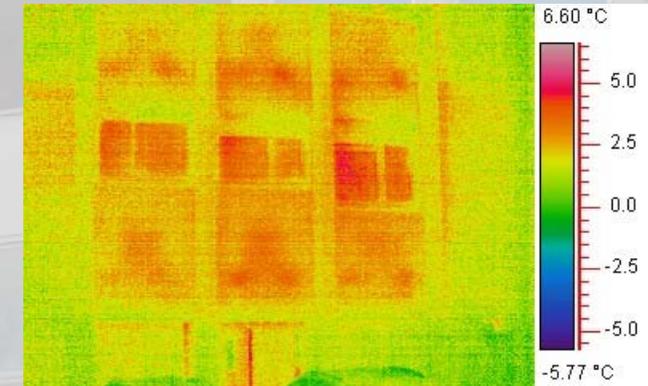
Strumentazione utilizzata:

- Termocamera
- PC con software per l'elaborazione dei dati raccolti

Due scopi:

1- monitorare la performance termica dell'edificio (identificazione e valutazione problemi di natura termica principalmente dispersioni di calore dagli ambienti interni verso quelli esterni nel periodo invernale_ponti termici: solette e pilastri in c.a., cassonetti, vani termosifone, infissi)

2- stimare la trasmittanza delle pareti dell'edificio attraverso l'uso di immagini termografiche interne ed esterne della stessa parete dell'immobile_n° 2 Test Area con $U=0,93/0,94 \text{ W/mq} \cdot \text{K}$



2_Monitoraggio per la valutazione del comfort indoor e della salubrità ambientale

2a_Valutazione confort termico

Strumentazione utilizzata:

- Acquisitore
- Sonde microclima

Grandezze rilevate:

- Temperatura dell'aria secca (°C)
- Temperatura dell'aria umida (°C)
- Temperatura radiante (°C)
- Velocità dell'aria (m/s)
- Turbolenza (%)
- Umidità relativa (%)

Indici elaborati:

- **PMV** (Voto Medio Previsto): esprime il parere medio sulle sensazioni termiche di un campione di soggetti alloggiati nel medesimo ambiente
- **PPD** (Percentuale di insoddisfatti): quantifica percentualmente i soggetti comunque "insoddisfatti" in rapporto a determinate condizioni microclimatiche

PMV	PPD%	VALUTAZIONE AMBIENTE TERMICO
+3	100	Molto caldo
+2	75,7	Caldo
+1	26,4	Leggermente caldo
-0,5<pmv<+0,5	<10	Accettabilità termica
-1	26,8	Fresco
-2	75,4	Freddo
-3	100	Molto freddo

Stato di comfort secondo Norma UNI EN ISO 7730/2006

	PMV	PPD	
APPARTAMENTO PIANO PRIMO			
Soggiorno-pranzo	-0,28	6,68	Comfort termico raggiunto
Esposizione infisso a Nord			
Camera da letto singola	-0,55	11,25	Comfort termico non raggiunto
Esposizione infisso a Nord			
APPARTAMENTO OTTAVO PIANO			
Soggiorno-pranzo	-0,42	8,74	Comfort termico raggiunto
Esposizione infisso a Sud			
APPARTAMENTO NONO PIANO			
Camera da letto matrimoniale	-0,82	19,12	Comfort termico non raggiunto
Esposizione infisso ad Ovest			

Dati ricavati in quattro ambienti differenti per esposizione, collocazione di piano e attività svolte



2_Monitoraggio per la valutazione del comfort indoor e della salubrità ambientale

2b_Valutazione confort luminoso

Strumentazione utilizzata:

- Acquisitore
- Sonde luxmetriche

Grandezze rilevate:

- Illuminamento in ambienti interni (E_i),
- Illuminamento in ambiente esterne (E_e),

Indice elaborato:

-Fattore medio di luce diurna $\eta_m = E_{im}/E_{em}$
 "il rapporto tra l'illuminamento medio dell'ambiente chiuso e l'illuminamento che si avrebbe, nelle identiche condizioni di tempo e luogo, su una superficie orizzontale esposta all'aperto in modo da ricevere luce dall'intera volta celeste senza irraggiamento diretto del Sole"

Sia le normative nazionali che regionali, prescrivono che il fattore medio di luce diurna η_m , espresso in %, deve risultare maggiore o uguale al 2% negli spazi chiusi dell'alloggio ad eccezione dello spazio di servizio ripostiglio-bagno ridotto:

$$\eta_m \geq 2\%$$

	E_i	E_e	η_m	
APPARTAMENTO PIANO PRIMO				
Soggiorno-pranzo_Esposizione infisso a Nord				
Valori complessivi	95	4889	1,95	Comfort visivo non raggiunto
P ₁	77	4730	1,63	Comfort visivo non raggiunto
P ₂	211	4750	4,44	Comfort visivo raggiunto
P ₃	75	4850	1,55	Comfort visivo non raggiunto
APPARTAMENTO OTTAVO PIANO				
Soggiorno-pranzo_Esposizione infisso a Sud				
Valori complessivi	69	2599	2,67	Comfort visivo raggiunto
P ₁	281	3340	8,41	Comfort visivo raggiunto
P ₂	178	3280	5,43	Comfort visivo raggiunto
P ₃	83	3240	2,56	Comfort visivo raggiunto

Dati ricavati in tre punti diversi di due ambienti

Le condizioni di comfort termico sono raggiunte in tutti i punti dell'ambiente esposto a sud, mentre l'ambiente esposto a nord presenta dei punti in cui le condizioni visive non raggiungono gli standard indicati dalle normative



2_Monitoraggio per la valutazione del comfort indoor e della salubrità ambientale

2c_Valutazione confort acustico

Strumentazione utilizzata:

-Fonometro

Grandezze rilevate:

- Livello sonoro continuo equivalente L_{Aeq} (dB decibel)

Indice elaborato:

-valore di immissione sonora assoluto:
fissato come "livello sonoro continuo equivalente"
(L_{Aeq}) espresso in dB (decibel) riferito all'intero
periodo di riferimento (diurno_periodo di misura
rappresentativo delle condizioni più gravose)

Dall'analisi della documentazione inerente la Classificazione acustica della città di Bologna si è riscontrato che la zona in cui insiste l'edificio appartiene alla **Classe Acustica III** definita "Aree di tipo misto" ed è inoltre soggetta anche alla zonizzazione acustica aeroportuale_Zona A.

Classificazione del territorio		Valori limite di immissione sonora	
		Periodo diurno	Periodo notturno
I classe	Aree particolarmente protette	50 dB(A)	40 dB(A)
II classe	Aree prevalentemente residenziali	55 dB(A)	45 dB(A)
III classe	Aree di tipo misto	60 dB(A)	50 dB(A)
IV classe	Aree di intensa attività umana	65 dB(A)	55 dB(A)
V classe	Aree prevalentemente industriali	70 dB(A)	60 dB(A)

Valori limite di immissione sonora

Per ciascuna classe acustica in cui è suddiviso il territorio comunale sono definiti i **valori limite di emissione sonora**, i **valori di attenzione** ed i **valori di qualità**, distinti per i periodi diurno (6:00÷22:00) e notturno (22:00÷6:00).

APPARTAMENTO OTTAVO PIANO	L_{Aeq} (dB)	Valore limite immissione sonora (dB) Periodo diurno III classe	
Soggiorno-pranzo	49,3	60	Comfort acustico raggiunto
Letto matrimoniale	55,3	60	Comfort acustico non raggiunto

Dati ricavati in due ambienti dello stesso appartamento (periodo diurno rappresentativo delle condizioni più gravose)



Esiti Simulazioni Statiche e Dinamiche_Confronto tra Software

Per ottenere una reale confrontabilità dei risultati dei diversi software, è stata portata a termine una Valutazione di Tipo Standard (UNI/TS 11300-1), fissando, quindi, i «Dati di Ingresso» coerentemente con un calcolo di questo tipo. Le analisi sono state condotte, quindi, sull'edificio Reale applicando le condizioni d'utilizzo e i dati climatici Standard:

Dati di input		Simulazione in regime quasi stazionario	Simulazione in regime dinamico
Dati relativi all'edificio	Caratteristiche geometriche	Congruenti nei due casi	
	Prestazioni d'involucro	Congruenti nei due casi	
	Suddivisione in zone termiche	Congruente nei due casi	
Dati climatici		Dati medi mensili [UNI, 10349]	Profili orari anno tipo [WEC, database Energy Plus]
Dati relativi alle modalità di occupazione e di uso dell'edificio	Temperature interne adottate	Congruenti nei due casi : Temperatura di setpoint (T min di riferimento al di sotto della quale si avvia il riscaldamento) : 20°C	
	Apporti interni	Congruenti nei due casi : si considerano apporti medi globali di 4,1 W/mq, valore che tiene in conto come sorgenti di energia termica gli occupanti e le apparecchiature elettriche, di illuminazione e di cottura	
	Infiltrazioni+ventilazione naturale	Tasso di infiltrazione costante congruente nei due casi e pari a 0,3 vol/ora	

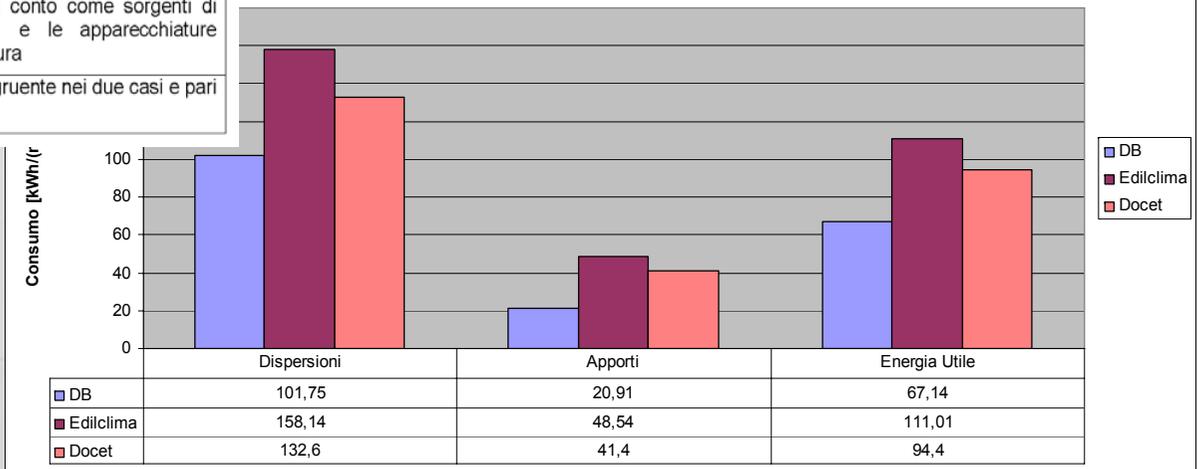
Confronto Energia Netta

Assunzioni fatte:

- Tutti i terrazzi chiusi con infissi in alluminio con vetro singolo (no taglio termico)
- Tutti gli infissi esterni sono dotati di doppio infisso

Risultati ottenuti:

Confronto fra i risultati ottenuti con i due diversi metodi



I consumi netti (Involucro) si attestano in media intorno ai **90,85 kWh/mq*a.**

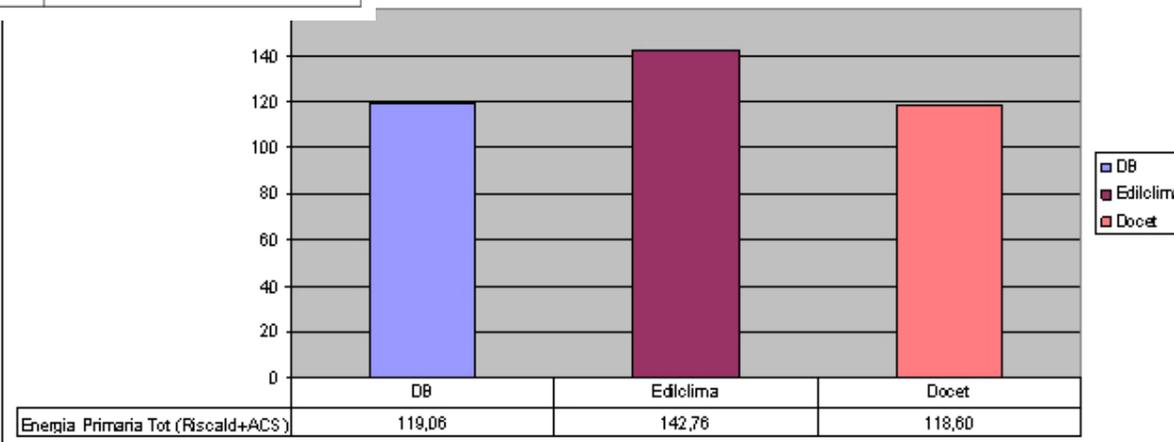


Esiti Simulazioni Statiche e Dinamiche_Confronto tra Software

Dati di input		Simulazione in regime quasi stazionario	Simulazione in regime dinamico
Dati relativi all'impianto	Tipo di generatore	Caldaia a gas naturale	Combustibile: gas naturale
	Rendimento complessivo	Congruenti nei due casi: è stato inserito in DB come rendimento globale medio stagionale il valore ricavato dai software in regime quasi stazionario pari a 0,74.	
	ACS	Congruente nei due casi: caldaia riscaldamento con produzione di ACS	
	Fabbisogno giornaliero specifico di ACS	Congruente nei due casi: pari a 1.63 l/Gmq (valore ricavato dal Prospetto 12 della UNI/TS 11300-2)	
	Terminali	Termoconvettori	Tipo di riscaldamento: convettivo
	Funzionamento	Spegnimento dell'impianto per un periodo di 6-18 ore (giorno+notte)	Funzionamento di 14 ore al giorno (0 ore di spegnimento durante il periodo diurno e per contro 10 ore di spegnimento durante quello notturno)

Confronto Energia Primaria

Confronto di energia primaria per la climatizzazione invernale e l'ACS (Ep,tot) ottenuti con i due diversi metodi (Caso 1)

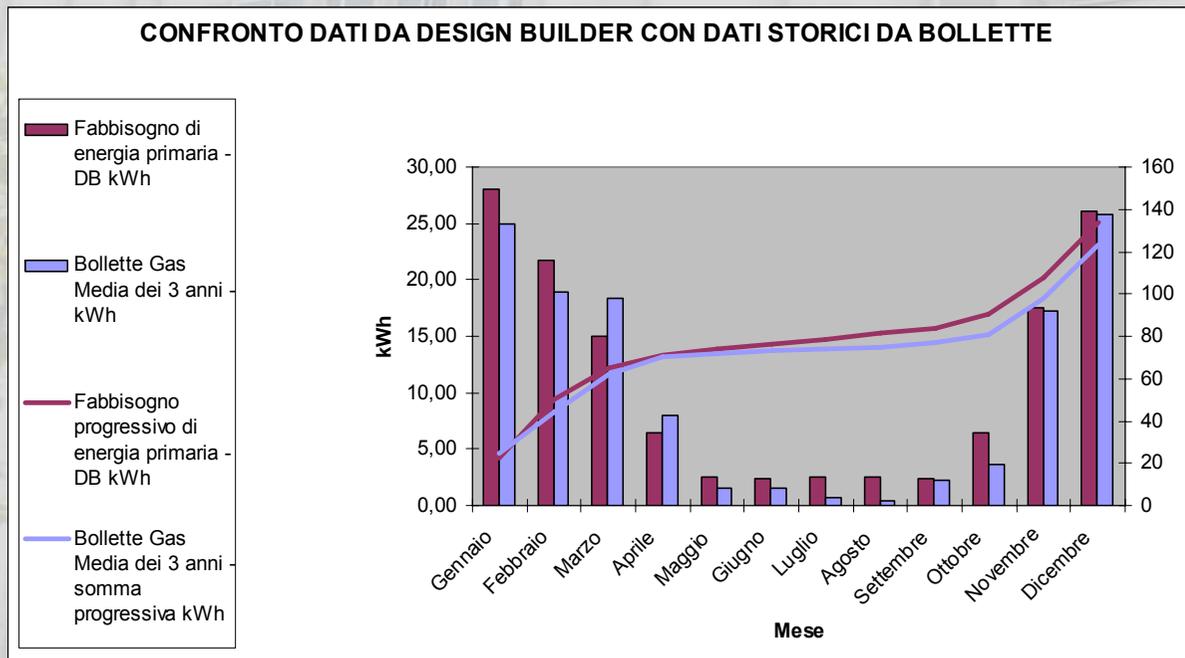


I consumi totali (Riscaldamento+ACS) si attestano in media intorno ai **126,80 kWh/mq*a** (Classe D secondo DAL 156 RER $130 < E_{Ptot} < 170$).



Esiti Simulazioni Dinamiche_Confronto con i Consumi Reali

Il modello di DB è stato validato grazie al confronto con i consumi reali desunti dall'analisi delle bollette:



Assunzioni fatte:

- Reale chiusura dei Terrazzi
- Reale caratterizzazione degli infissi
- Ricambio d'aria + infiltrazioni dagli infissi pari a:

- **0,5 vol/h negli alloggi**

(raccomandato dall'appendice B della UNI EN 15251)

- **0,7 vol/h nelle zone non riscaldate**

I consumi da bolletta si attestano sui **123,46 kWh/mq*a**, mentre i consumi da DB sui **133,91 kWh/mq*a**.

Essendo lo scarto accettabile, i risultati ottenuti con DB si possono ritenere validati.



Individuazione criticità (punti di debolezza)



Dal confronto tra le prestazioni energetiche dell'involucro e gli standard di legge (DAL 156 RER e DGR 1362/2010) si è riscontrato che le criticità dell'organismo edilizio risiedono nella **carenza delle prestazioni energetiche di tutti i suoi componenti opachi e trasparenti.**

Individuazione potenzialità (punti di forza potenziali)



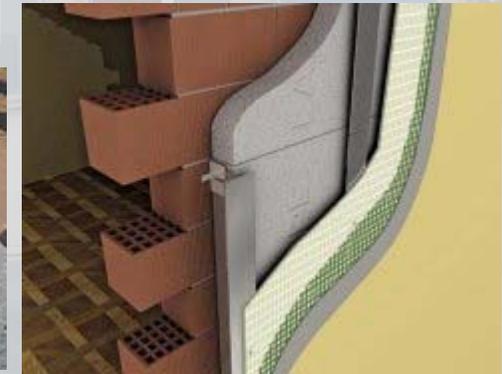
Copertura torrino vano scala:
supporto per impianto fotovoltaico

Tromba delle scale:
Attivazione effetto camino



Interventi a breve termine

- Involucro, parte trasparente
- Involucro, parte opaca
- Strategie passive
- Impianti (Illuminazione degli spazi comuni)
- FER (fotovoltaico)



Interventi a medio-lungo termine

- Impianti (generatore)

Generatori di calori installati nel 2001
Non interesse allo loro sostituzione nel breve periodo



Questa tecnica permette di :

- eseguire l'isolamento in continuità contribuendo alla partecipazione completa della componente massiva (strutturale e non) all'inerzia termica dell'edificio con il conseguente aumento della capacità di accumulo termico
- permette la correzione dei ponti termici e cioè delle discontinuità geometriche (spigoli), strutturali (pilastri aggettanti e travi) e dovute alla discontinuità di stratificazione in corrispondenza dei cassonetti e dei vani dei termoconvettori
- permette la conservazione della superficie utile dell'edificio

Pareti

Sistema con isolante in polistirene espanso sintetizzato (EPS) con grafite elasticizzato per l'isolamento termo-acustico di facciata

Conduktività termica λ_D dichiarata: 0,031 W/(m*K)

Capacità termica specifica: 1450 J/(kg*K)

Spessori ipotizzati: 10 cm per le pareti esterne e per le pareti verso logge,
5 centimetri per i pilastri

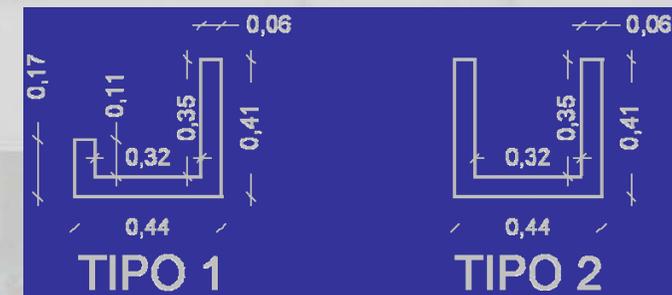
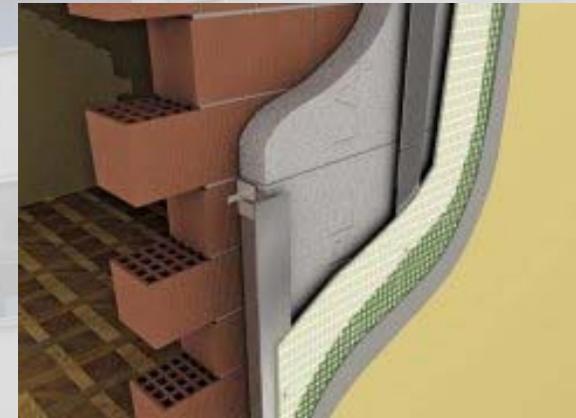
Pilastri

Elementi preformati in stabilimento in polistirene espanso rivestiti con resina cementizia fibrorinforzata

Conduktività termica λ_D dichiarata: 0,031 W/(m*K)

Spessore utilizzato: 5 cm

Profili utilizzati: 2 tipologie



Copertura

Pannello isolante per coperture calpestabile, costituito da un pannello in polistirene espanso estruso XPS e da una parte superiore in calcestruzzo drenante

Conduttività termica λ_D dichiarata per $sp=10\text{cm}$: $0,037 \text{ W}/(\text{m}^*\text{K})$

Densità: $33 \text{ kg}/\text{mc}$

Spessore ipotizzato: 10 cm



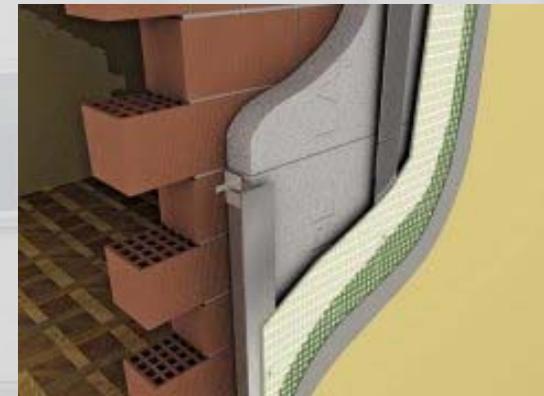
Solaio su portico

Sistema con isolante in polistirene espanso sintetizzato (EPS) con grafite

Conduttività termica λ_D dichiarata: $0,031 \text{ W}/(\text{m}^*\text{K})$

Capacità termica specifica: $1450 \text{ J}/(\text{kg}^*\text{K})$

Spessore ipotizzato: 10 cm



Infissi in legno lamellare a doppio vetro bassoemissivo

Telaio in legno lamellare

Isolamento acustico $RW=40$ dB

Vetro Doppio Stratificato bassoemissivo con alte prestazioni acustiche

Trasmittanza $UW=1,60$ W/mq*K (indicativo medio)

Cassonetti isolati in legno

Tapparelle isolate



Infissi in legno lamellare a triplo vetro bassoemissivo

Telaio in legno lamellare

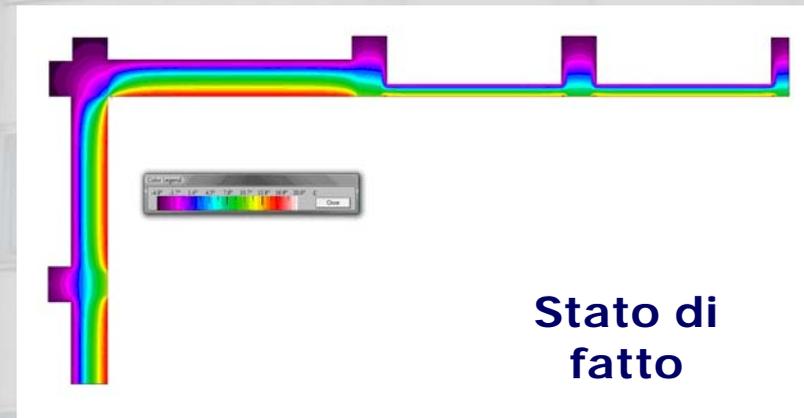
Trasmittanza $Uw=0,87$ W/mq*K (indicativo medio)

Vetro Triplo Stratificato bassoemissivo :



Applicazione del software Therm alla verifica dell'efficacia dell'intervento di posa di cappotto termico per la correzione del ponte termico pilastro

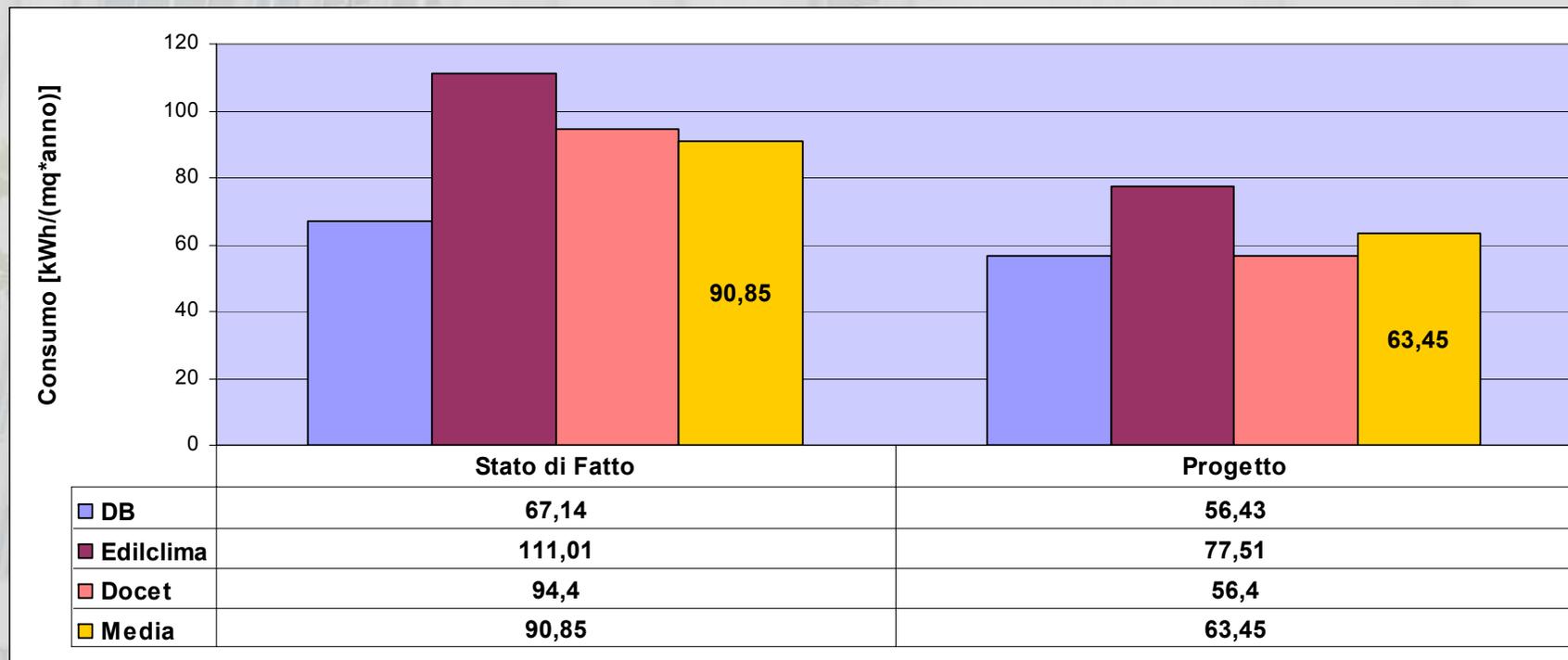
- Simulazione di diverse configurazioni di coibentazione su colonne portanti di cemento aggettanti l'edificio
 - Stato attuale
 - Isolamento uniforme 50 mm
 - Isolamento differenziato 50 mm + 100 mm
- Risultati:
 - -8.1% di trasmittanza
 - -8.7 % di trasmittanza



1° Ipotesi d'intervento_Solo sostituzione dei serramenti esistenti

CHIUSURE VERTICALI TRASPARENTI:

Sostituzione dei serramenti esistenti con infissi in legno lamellare a doppio vetro bassoemissivo
Trasmittanza $UW=1,60 \text{ W/mq}^*K$ (media)



I consumi netti si attestano in media intorno ai **63,45 kWh/mq*a**,
con un risparmio di **27,4 kWh/mq*a**
(**-30,16 %**)



2° Ipotesi d'intervento_Solo isolamento componenti opachi

- **CHIUSURE VERTICALI OPACHE VERSO L'ESTERNO/VERSO LE LOGGE:**
applicazione cappotto in polistirene espanso sintetizzato (EPS) con grafite (sp= 10 cm)
- **CHIUSURE ORIZZONTALI OPACHE SU PORTICO:**
applicazione cappotto in polistirene espanso sintetizzato (EPS) con grafite (sp= 10 cm)
- **CHIUSURE ORIZZONTALI OPACHE DI COPERTURA:**
applicazione isolante in polistirene espanso estruso (XPS) (sp= 10 cm)



2° Ipotesi d'intervento_Solo isolamento componenti opachi

• Parete esterna

Spessore: 0,31 m + 10 cm EPS con grafite
 Trasmittanza: **0,25 W/mq*K** < 0,34 W/mq*K
 (valore limite DAL 156 RER_confermato dalla DGR n°1362/2010)

• Parete verso logge

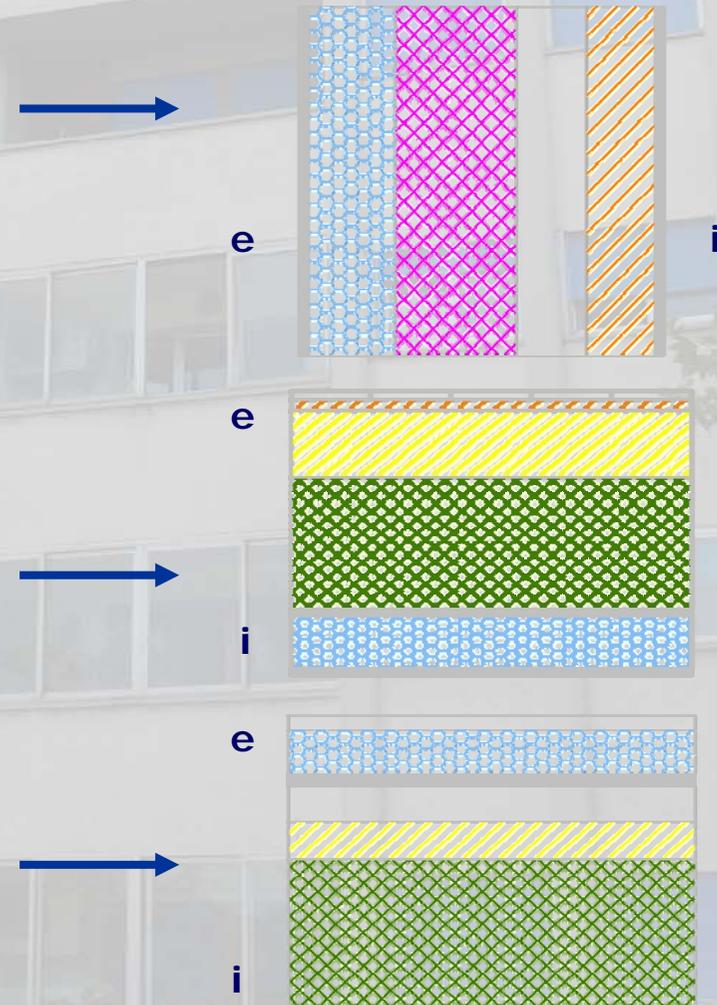
Spessore: 0,30 m + 10 cm EPS con grafite
 Trasmittanza: **0,23 W/mq*K** < 0,34 W/mq*K
 (valore limite DAL 156 RER RER_confermato dalla DGR n°1362/2010)

• Solaio copertura

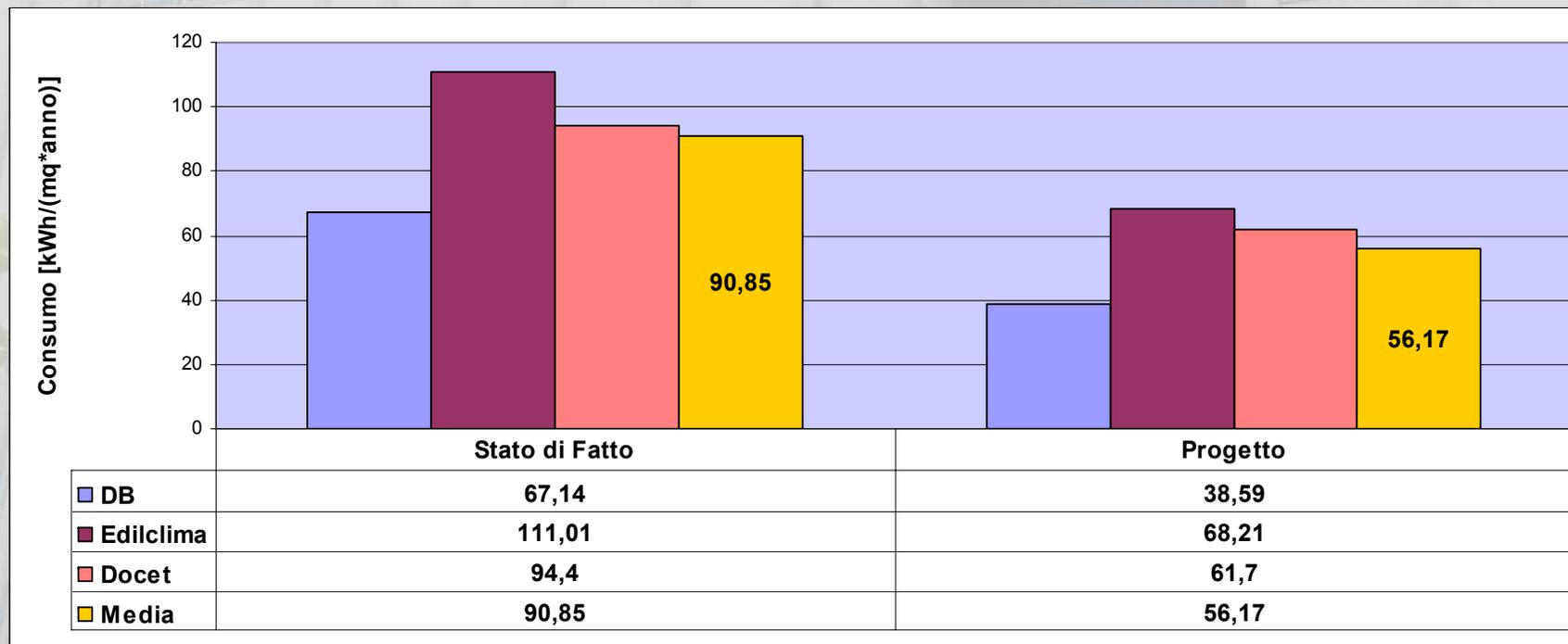
Spessore: 0,325 m + 10 cm XPS con grafite
 Trasmittanza: **0,22 W/mq*K** < 0,30 W/mq*K
 (valore limite DAL 156 RER RER_confermato dalla DGR n°1362/2010)

• Pavimento su portico

Spessore: 0,43 m (sostituzione isolante esistente con 10 cm di EPS con grafite)
 Trasmittanza: **0,27 W/mq*K** < 0,33 W/mq*K
 (valore limite DAL 156 RER RER_confermato dalla DGR n°1362/2010)



2° Ipotesi d'intervento_Solo isolamento componenti opachi



I consumi netti si attestano in media intorno ai 56,17 kWh/mq*a,
 con un risparmio di 34,68 kWh/mq*a
 (-38,17 %)



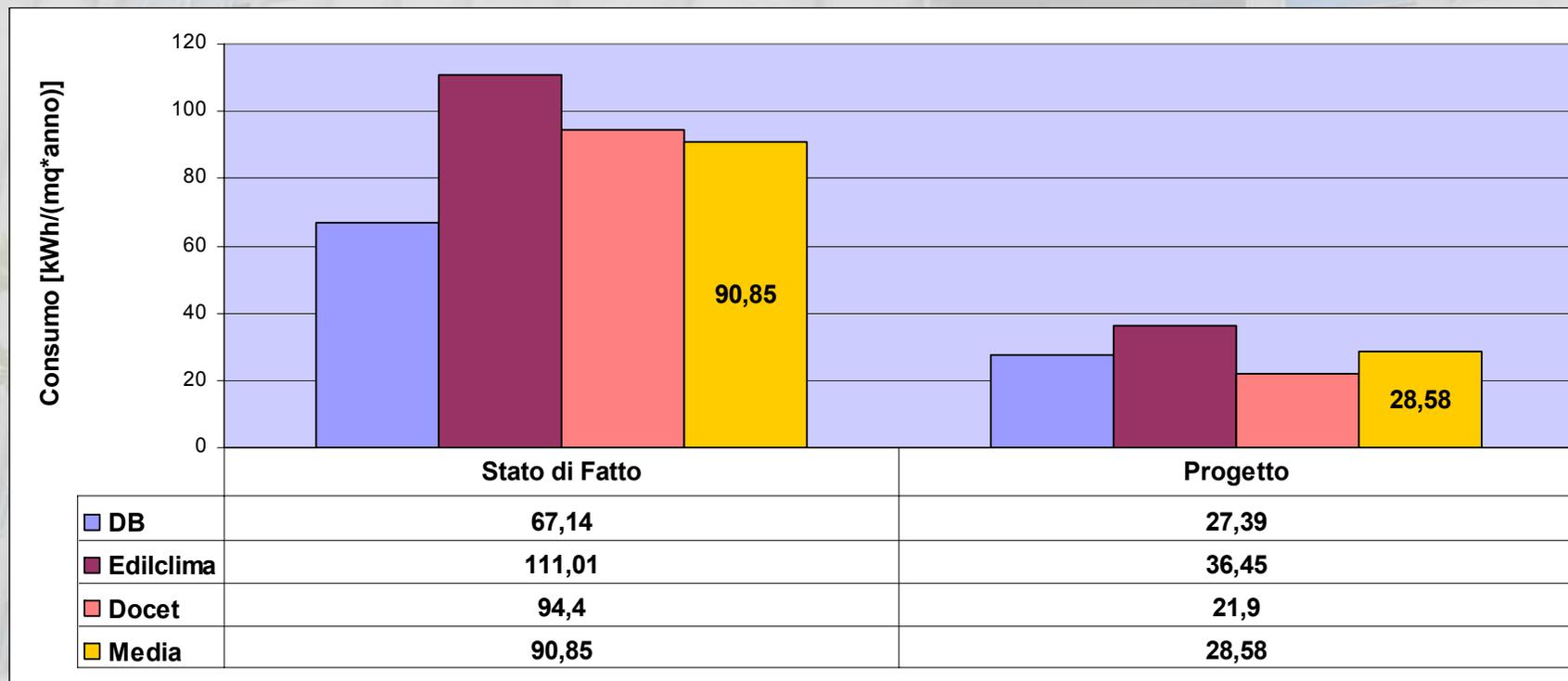
3° Ipotesi d'intervento_Sostituzione infissi + isolamento componenti opachi

Combinazione degli interventi della 1° e 2° ipotesi d'intervento

- **CHIUSURE VERTICALI TRASPARENTI:**
sostituzione dei serramenti esistenti con infissi in legno lamellare a doppio vetro bassoemissivo
- **CHIUSURE VERTICALI OPACHE VERSO L'ESTERNO/VERSO LE LOGGE:**
applicazione cappotto in polistirene espanso sintetizzato (EPS) con grafite (sp= 10 cm)
- **CHIUSURE ORIZZONTALI OPACHE SU PORTICO:**
applicazione a cappotto in polistirene espanso sintetizzato (EPS) con grafite (sp= 10 cm)
- **CHIUSURE ORIZZONTALI OPACHE DI COPERTURA:**
applicazione isolante in polistirene espanso estruso (XPS) (sp= 10 cm)



3° Ipotesi d'intervento_Sostituzione infissi + isolamento componenti opachi



I consumi netti si attestano in media intorno ai 28,58 kWh/mq*a,
 con un risparmio di 62,27 kWh/mq*a
 (-68,54%)

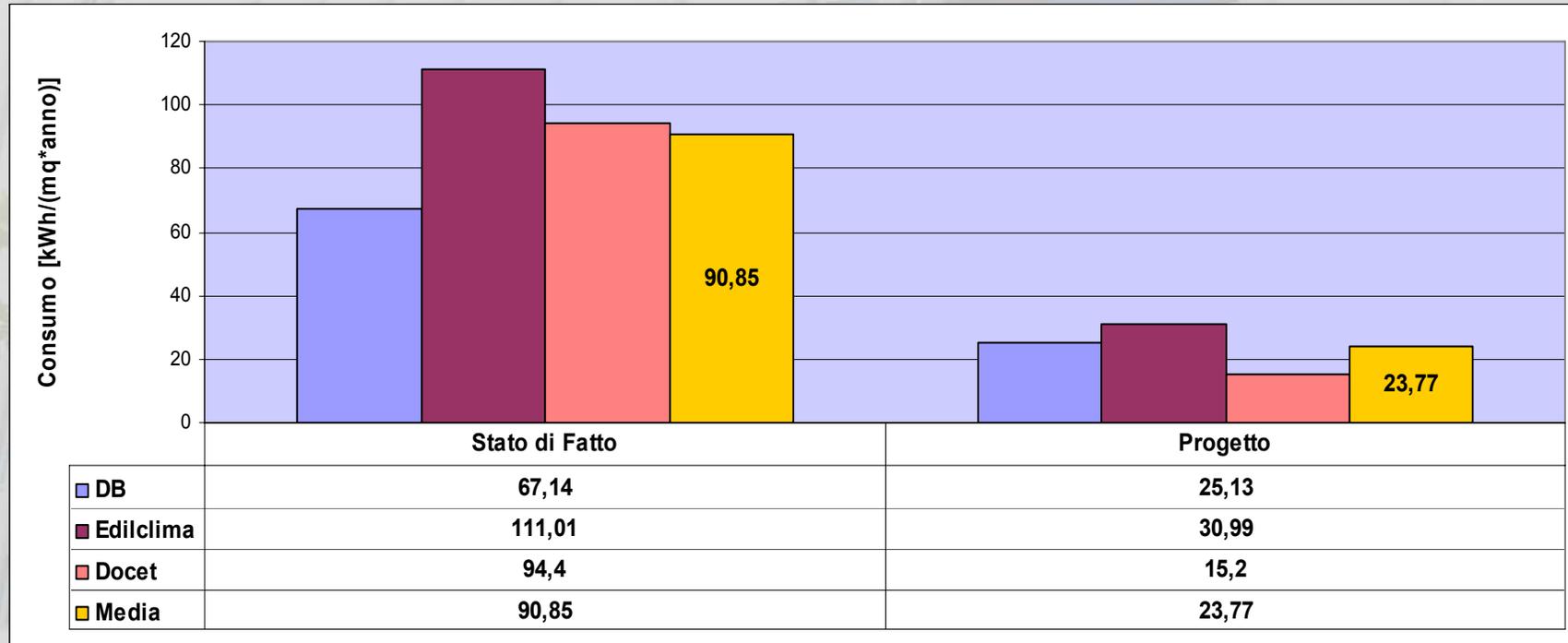


4° Ipotesi d'intervento_Sostituzione infissi (tripli vetri) + isolamento componenti opachi

- **CHIUSURE VERTICALI TRASPARENTI:** sostituzione dei serramenti esistenti con gli infissi in legno lamellare a triplo vetro bassoemissivi
- **CHIUSURE VERTICALI OPACHE VERSO L'ESTERNO/VERSO LE LOGGE:** applicazione cappotto in polistirene espanso sintetizzato (EPS) con grafite (sp= 10 cm)
- **CHIUSURE ORIZZONTALI OPACHE SU PORTICO:** applicazione a cappotto in polistirene espanso sintetizzato (EPS) con grafite (sp= 10 cm)
- **CHIUSURE ORIZZONTALI OPACHE DI COPERTURA:** applicazione isolante in polistirene espanso estruso (XPS) (sp= 10 cm)



4° Ipotesi d'intervento_Sostituzione infissi (tripli vetri) + isolamento componenti opachi

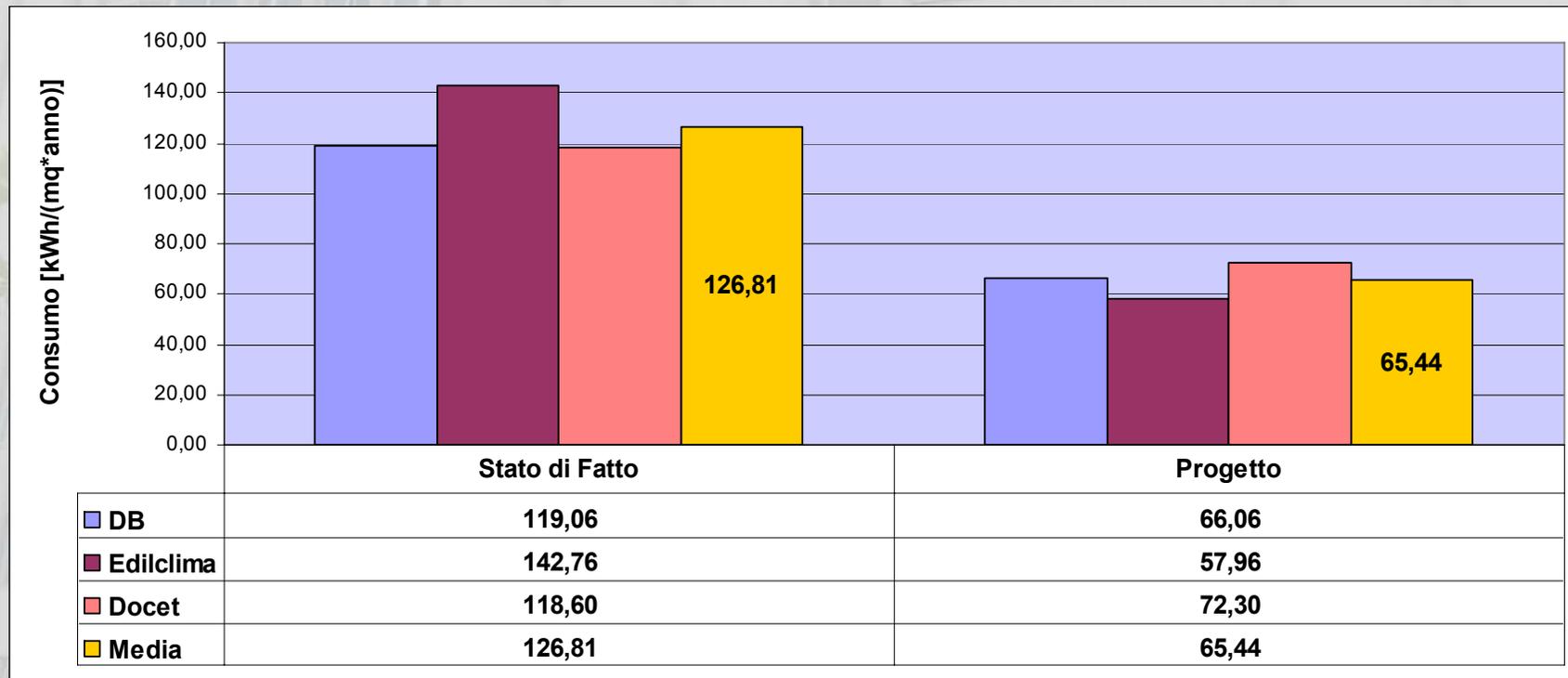


I consumi netti si attestano in media intorno ai 23,77 kWh/mq*a,
 con un risparmio di 67,08 kWh/mq*a
 (-73,83 %)



3° Ipotesi d'intervento_ Sostituzione infissi + isolamento componenti opachi

Confronto Energia Primaria



I consumi totali (Riscaldamento+ACS) si attestano in media intorno ai 65,44 kWh/mq*a.
 con un risparmio di 61,37 kWh/mq*a
 (-48,40 %)



3° Ipotesi d'intervento_ Sostituzione infissi + isolamento componenti opachi

Confronto Energia Primaria

CLASSE DI CONSUMO		Stato di fatto	Progetto
A+	<25 kWh/m2 a		
A	<40 kWh/m2 a		
B	<60 kWh/m2 a		
C	<90 kWh/m2 a		65,44
D	<130 kWh/m2a	126,81	
E	<170 kWh/m2 a		
F	<210 kWh/m2 a		
G	≥ 210 kWh/m2 a		

Classe C secondo DAL 156 RER, $90 < EP_{tot} < 130$
 SALTO DI UNA SOLA CLASSE

RISPARMIO -50 %

Simulazione termofluidodinamica al calcolatore della ventilazione naturale presente nel vano scala in condizioni di forte irraggiamento estivo

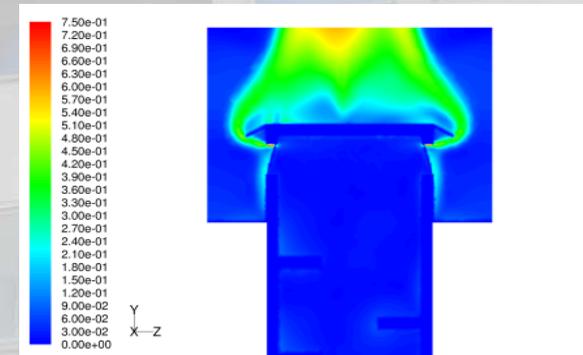


- Simulazione mediante software FLUENT
- Apertura finestre: varie geometrie e gradi di apertura
 - Tutto aperto
 - 15° verso interno
 - 30° verso interno
 - 15° verso esterno
 - 30° verso esterno

Obiettivo:

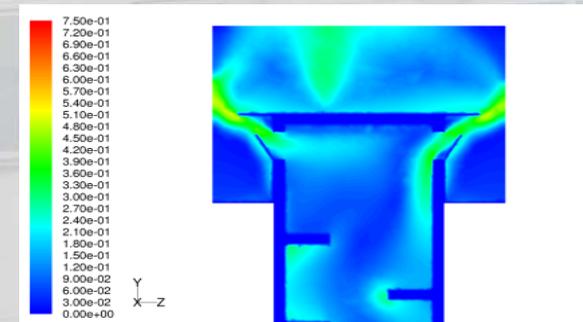
Quantificare la portata d'aria nel vano scala per convezione naturale

SdiF



- Apertura 15° gradi verso l'interno
- Parapioggia a 45°

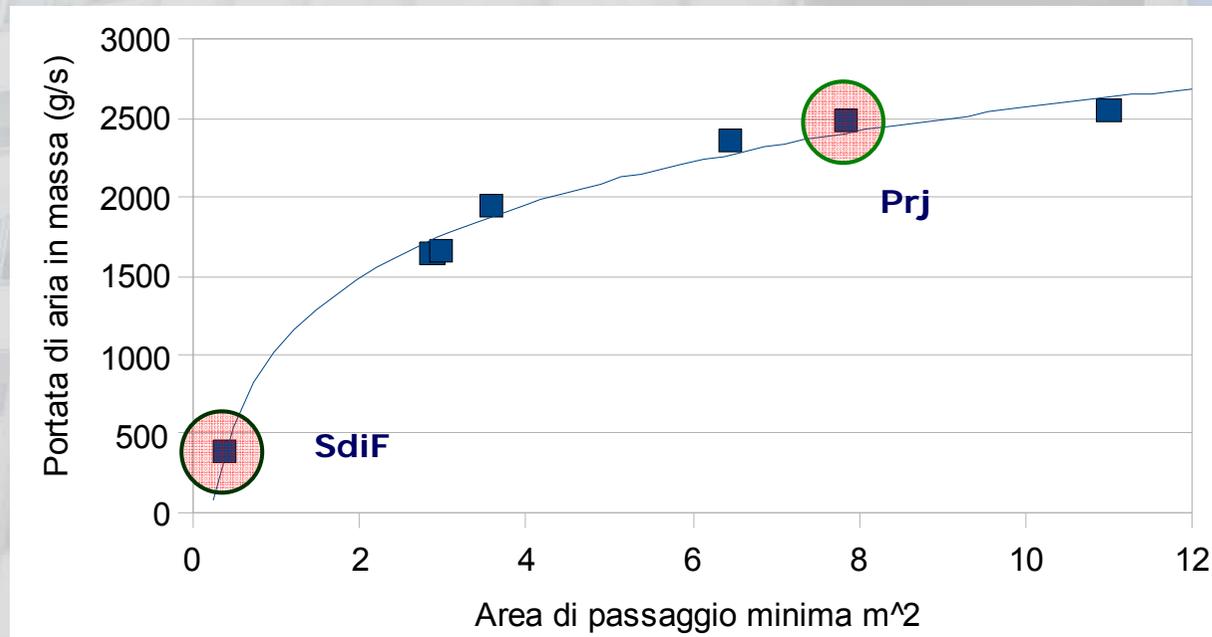
Prj



- Apertura 30° gradi verso l'esterno
- Ampliamento solaio di copertura torretta



Simulazione termofluidodinamica al calcolatore della ventilazione naturale presente nel vano scala in condizioni di forte irraggiamento estivo



Significativo aumento della portata d'aria immessa attraverso le porte situate al piano terra (da 400g/s a 2500g/s)

Dal momento che la portata d'aria che fluisce attraverso la tromba del vano scala è un indice della capacità di raffreddamento che l'effetto camino può fornire agli appartamenti che su di esso si affacciano, si può ritenere confermata l'efficacia delle strategie passive per il miglioramento del comfort estivo





Posizionamento:

copertura dei corpi scala opportunamente ampliati di 1m lungo tutto il perimetro

Uso energia elettrica:

illuminazione spazi comuni

Superficie disponibile: 97 mq (1 impianto)

Esigenze progettuali:

- ottimizzazione dello spazio disponibile
- maggiore integrazione possibile
- riduzione dei fabbisogni di energia elettrica da fonte fossile

Tecnologia ottimale: FILM SOTTILE

Prodotto impiegato:

THIN FILM-Silicio Amorfo -SCHOTT Solar ASI

Efficienza moduli: 6,5%.

Potenza dell'impianto: 5,7 kWp

Produzione energia elettrica: 6.017 kWh/anno



Sostituzione delle lampade nei corpi scala con corpi illuminanti a led

Illuminamento necessario: 150 lux

Lampade attualmente installate:

Lampade fluorescenti circolari (3 per piano)

Flusso luminoso: 2400 lumen ciascuno

Potenza: 32 W

Numero: 54 (per 1 edificio 27)

Prodotto indagato:

INLUX

Corpi illuminanti da 27 led

Flusso luminoso: 2700 lumen ciascuno

Potenza: 35 W

Numero necessario: 54 (per 1 edificio 27)

Costo: 370 €/pezzo

Costo complessivo : 19.980 € (per 1 edificio 9.990 €)

Uso prevalentemente residenziale, o per allestimenti

Payback Time > 20 anni



Sostituzione delle lampade nei corpi scala con corpi illuminanti a led

IMPIANTO D'ILLUMINAMENTO A LED				
CARATTERISTICHE CORPI ILLUMINANTI	STATO DI FATTO		PROGETTO	
Tecnologia	lampada fluorescente circolare		corpo illuminante da 27 led	
Potenza singolo corpo illuminante	32	W	45	W
Flusso luminoso singolo corpo	2400	lumen	2600	lumen
Numero corpi illuminanti	27	n.	27	n.
Potenza complessiva	864	W	1215	W
Flusso luminoso complessivo	64800	lumen	70200	lumen
Ore di funzionamento/anno	730	h/anno	730	h/anno
Vita utile	3'000	ore	50'000	ore
	4,1	anni	68,5	anni
Energia assorbita/anno	630,72	kWh/ a	886,95	kWh/ a
Energia assorbita/vita utile	2585,95	kWh/a	60756,07	kWh/a
Energia assorbita per vita utile corpo ill. di prog. (68,5 anni)	43204,32	kWh		
Costo al pezzo	10	€	370	€
Costo in 68,5 anni	4511	€	9990	€
Payback Time			> 20anni	

Uso non conveniente



- **CHIUSURE VERTICALI TRASPARENTI:**
sostituzione dei serramenti esistenti con infissi in legno lamellare a doppio vetro bassoemissivo
- **CHIUSURE VERTICALI OPACHE VERSO L'ESTERNO/VERSO LE LOGGE:**
applicazione cappotto in polistirene espanso sintetizzato (EPS) con grafite (sp= 10 cm)
- **CHIUSURE ORIZZONTALI OPACHE SU PORTICO:**
applicazione a cappotto in polistirene espanso sintetizzato (EPS) con grafite (sp= 10 cm)
- **CHIUSURE ORIZZONTALI OPACHE DI COPERTURA:**
applicazione isolante in polistirene espanso estruso (XPS) (sp= 10 cm)

COSTI DI GESTIONE: - 44,51%

RITORNO SUGLI INVESTIMENTI

PAYBACK	> 13 ANNI
TIR	6,9%
VAN	144698 €
VAN/I	0,18

IMPATTI AMBIENTALI

TEP evitate/anno	58
EMISSIONI CO2 EVITATE (tCO ₂)	66
LAVORO ALBERI EQUIVALENTI	329
LITRI DI PETROLIO EVITATI	67960





Grazie!

Architetto Mena Viscardi



**PIATTAFORMA
ENERGIA
AMBIENTE**

