



IL PROCESSO DI RISANAMENTO: DIAGNOSI, PROGETTO E REALIZZAZIONE. INDAGINI STRUMENTALI A SUPPORTO

Ing. Alessandro Panzeri

DEFINIZIONE DI DIAGNOSI

Def.1: ispezione sistematica ed analisi degli usi e **consumi di energia** di un sito, un sistema o di una organizzazione finalizzata ad identificare i flussi energetici ed il potenziale **per il miglioramento dell'efficienza energetica** ed a riferire in merito ai risultati – UNI CEI EN 16247-1

Def. 2: procedura sistematica finalizzata a ottenere un'adeguata conoscenza del profilo di **consumo energetico** di un edificio o gruppo di edifici, di un'attività o impianto industriale o commerciale o di servizi pubblici o privati, a individuare e quantificare **le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo costi-benefici** e a riferire in merito ai risultati. DLgs 102 e s.m.i.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI CEI EN 16247-1 e 2, norme quadro diagnosi



UNI TR 11775 (marzo 2020), linee guida di applicazione della norma quadro



UNI CEI EN 16247-5
Competenze auditor energetica



UNI TS 11300

UNI EN ISO 52016

Modello di calcolo previsionale

SOGGETTO CHE REALIZZA LE DIAGNOSI

Il soggetto è «l'auditor energetico» che **realizza** la diagnosi.

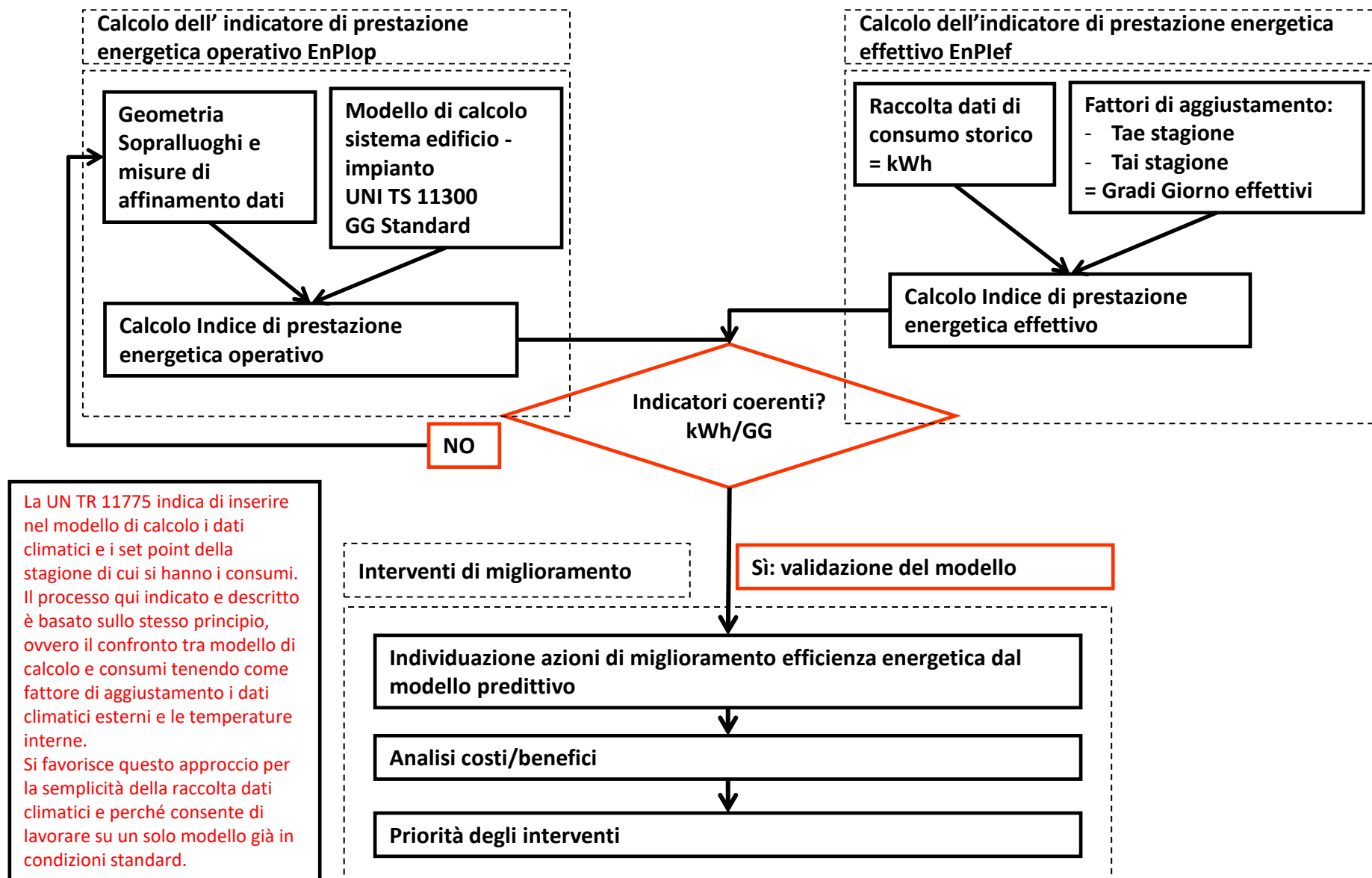
Per le UNI TR 11775 il soggetto è il **ReDE**, referente della diagnosi: professionista (libero o associato, società di servizi (pubbliche o private – anche società di ingegneria) e enti pubblici indipendenti.

Competenze: UNI CEI EN 16247-5



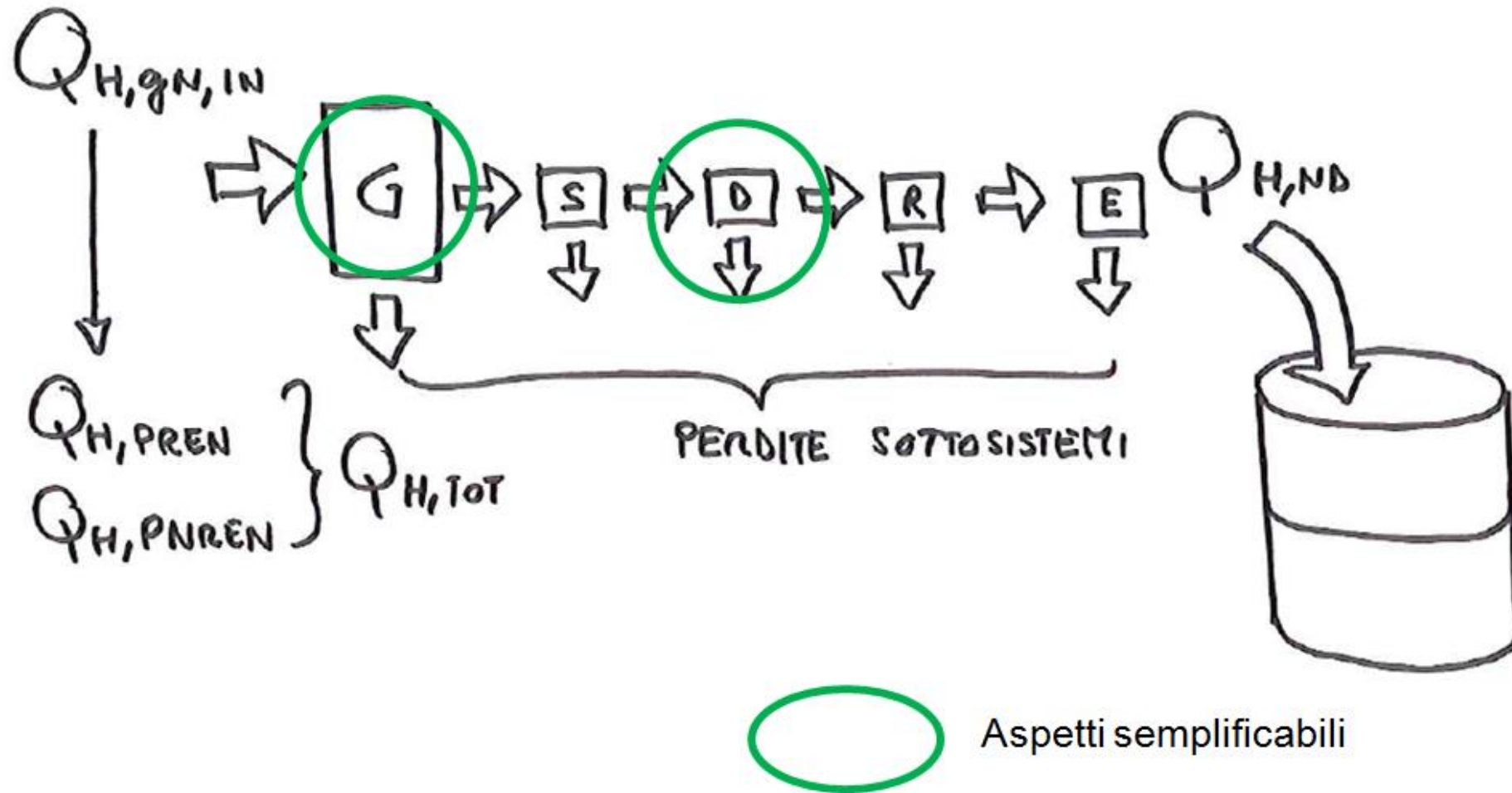
Esistono schemi di certificazione volontaria per la figura di auditor energetico in accordo con UNI CEI EN 16247-5 realizzati da enti di certificazione privati.

L'EGE, esperto in gestione energia, è un «gestore dell'energia» e può essere anche auditor energetico.



**CALCOLO DELL'INDICATORE
DI PRESTAZIONE
ENERGETICA OPERATIVO
 EnPlop [kWh/GG]**

FABBISOGNO ENERGETICO



FABBISOGNO ENERGETICO E INDICI

Importanza di saper distinguere tra:

$Q_{H,gn,out}$ = teleriscaldamento

$Q_{H,gn,in}$ = dato per la diagnosi

$Q_{H,pren}$ = dato utile al rispetto del DLgs 28/2011

$Q_{H,pnren}$ = dato che certifica l'edificio

$Q_{H,tot}$ = dato che contribuisce al rispetto della legge

$Q_{gl,tot}$ = dato per il limite di legge

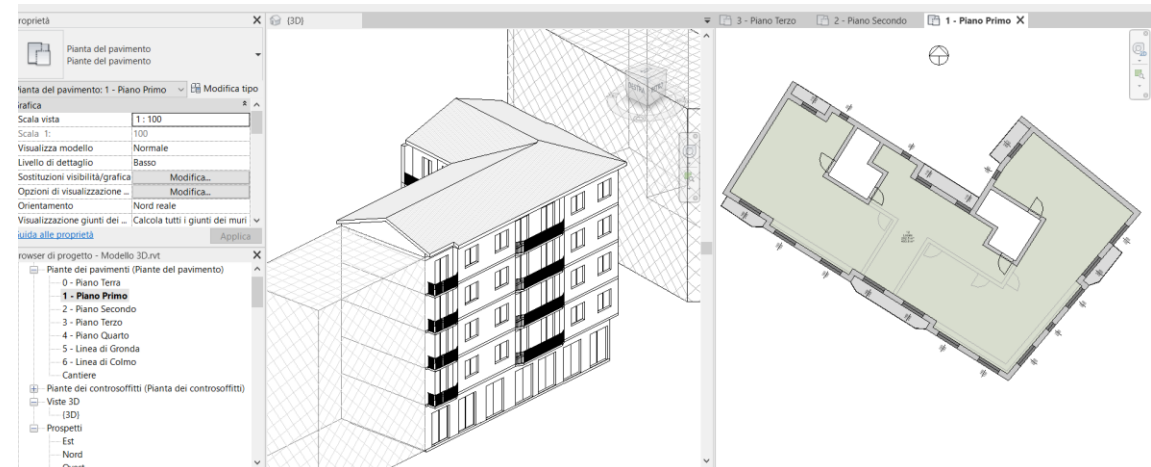
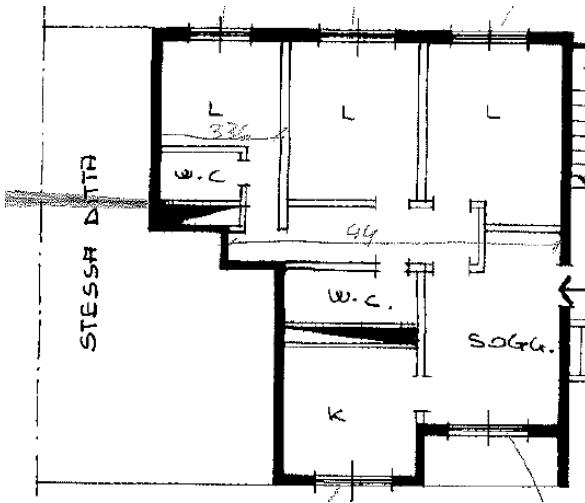
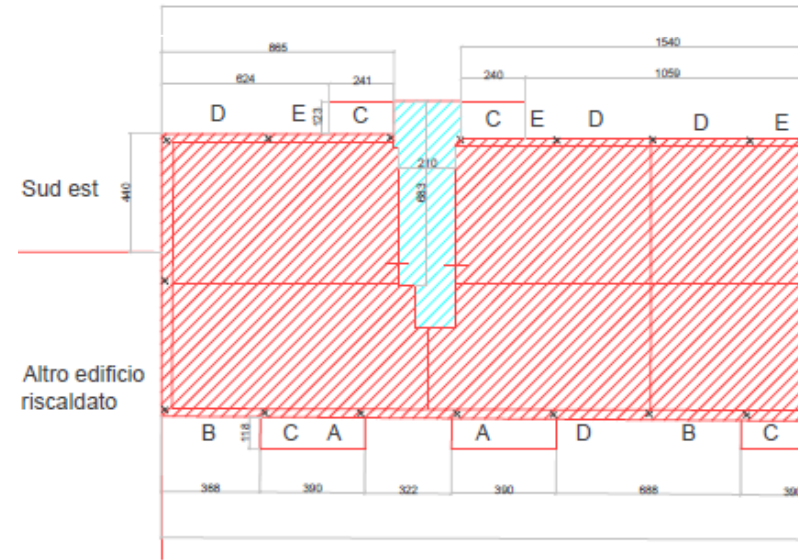
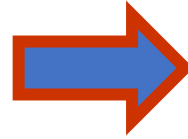
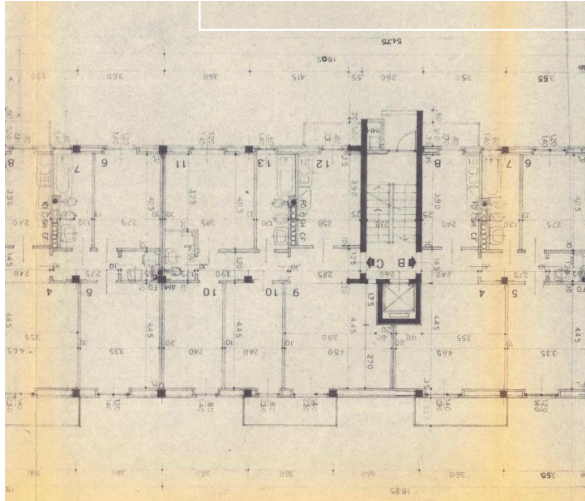
RACCOLTA DOCUMENTAZIONE TECNICA

Planimetrie, abachi serramenti, prospetti, sezioni, ecc.

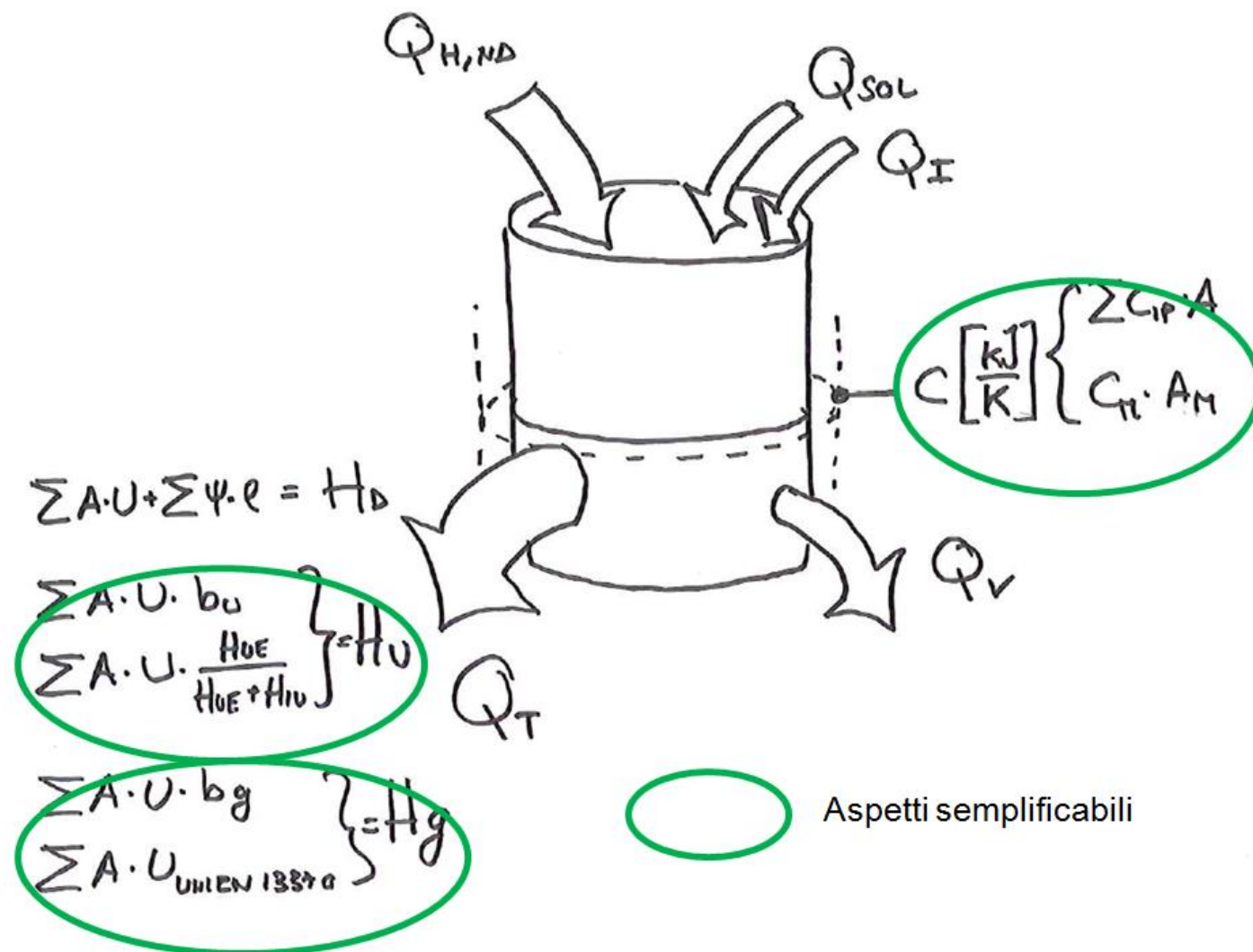
Scopo:

- avere un input rilevante con poca incertezza
- la geometria influenzerà anche la valutazione degli interventi proposti sia come dato energetico, di risparmio e di costo
- la geometria influenza pesantemente i requisiti di accesso all'Eco-bonus e il rispetto della legislazione vigente
 - valutazione U_{media} (ponti termici lineari e superfici disperdenti)
 - valutazione della superficie complessiva disperdente (riqualificazione energetica o ristrutturazione secondo livello?) e 65% o 70%?

LA REALTA'

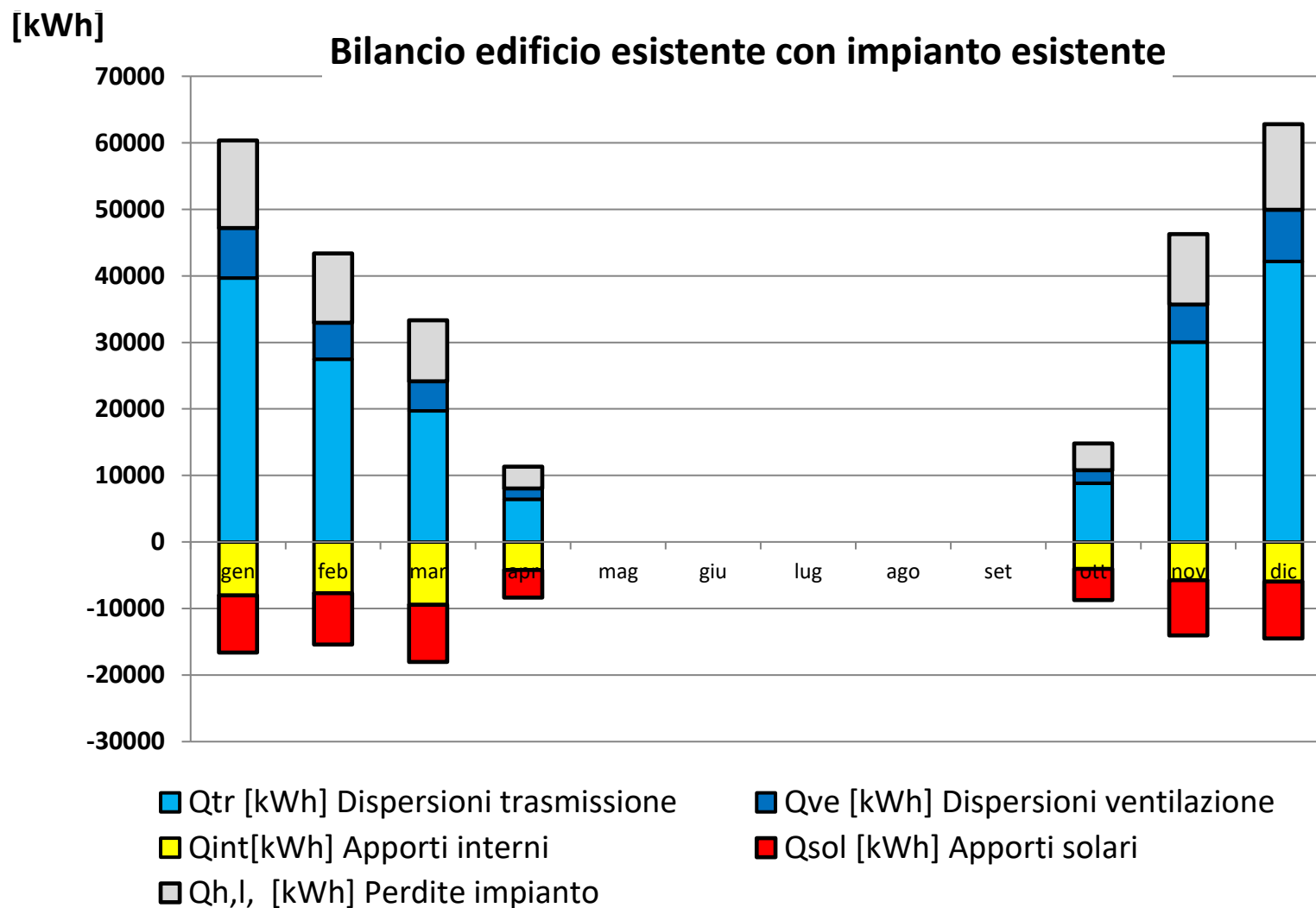


ANALOGIA IDRAULICA

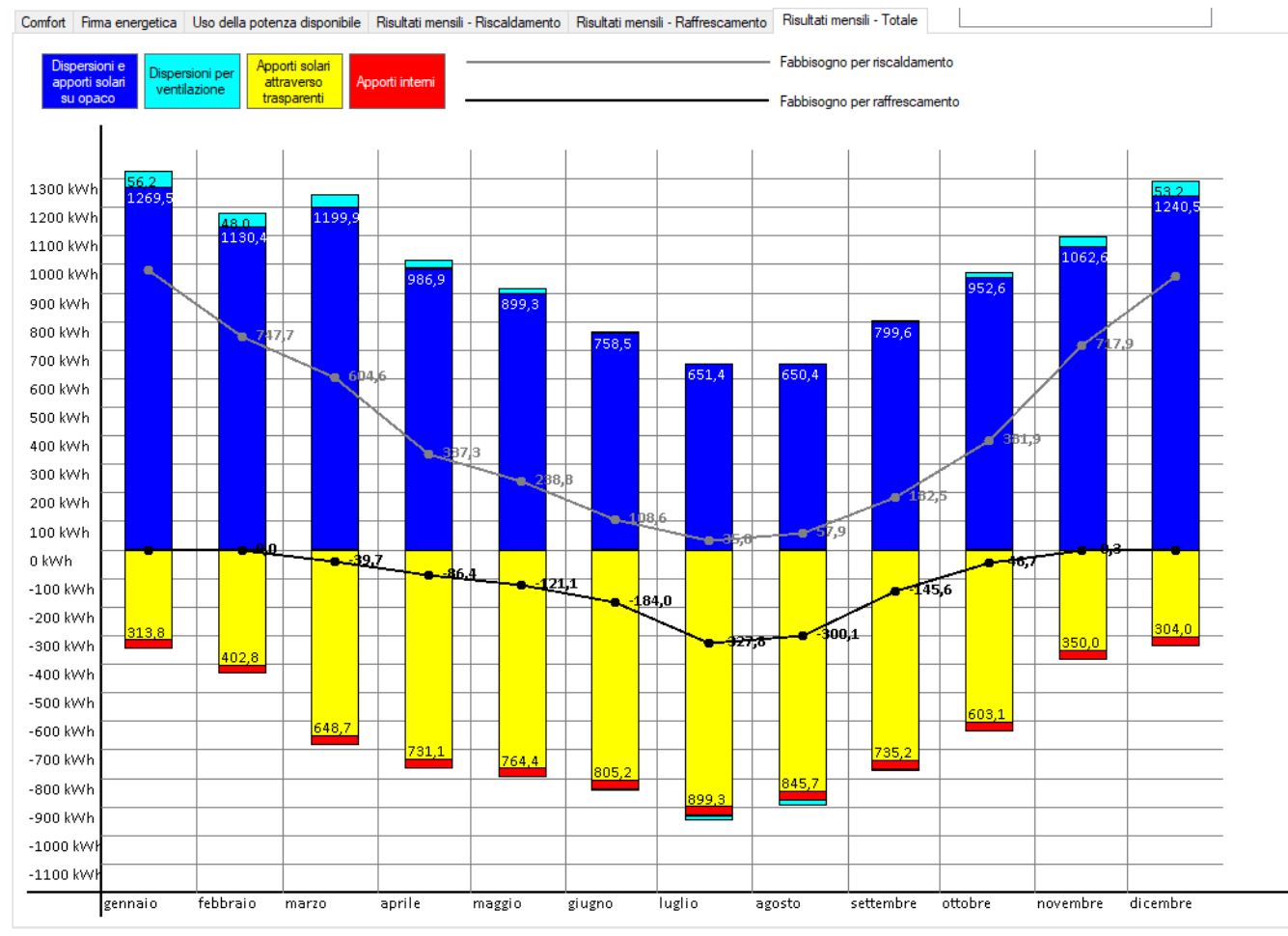


IL PESO DEI CONTRIBUTI

IL PESO DEI CONTRIBUTI – stazionario mensile



IL PESO DEI CONTRIBUTI – dinamico orario



ANIT - Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico e acustico

Icaro 1.0.1.16 Simulazione dinamica oraria degli edifici secondo UNI EN ISO 52016

Sviluppato da TEP srl
Tutti i diritti sono riservati

MODELLAZIONE PARTE INVOLUCRO

Modello di calcolo UNI TS 11300 – dati in ingresso

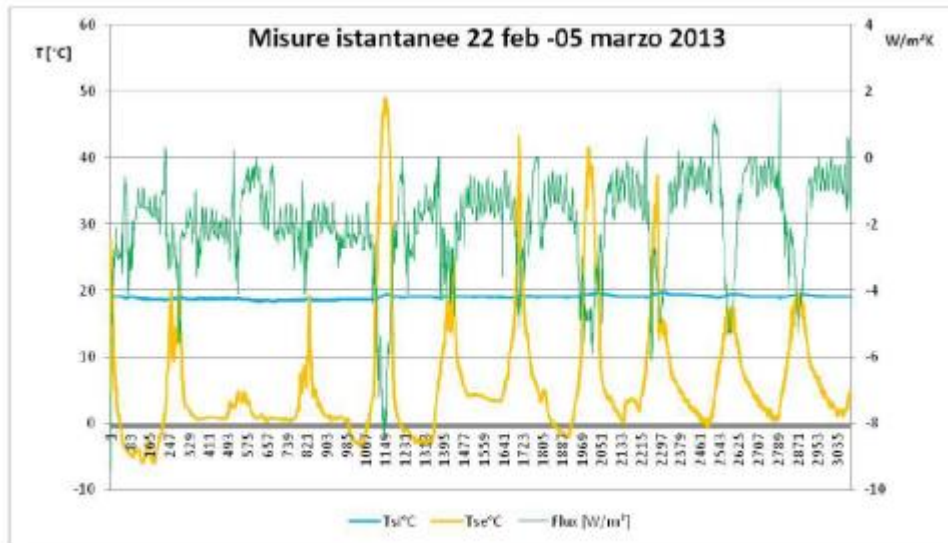
Le UNI TS 11300 possono essere impiegate per “stimare l’effetto di possibili interventi di risparmio energetico su un edificio esistente, calcolando il fabbisogno di energia prima e dopo ciascun intervento”.

Tipo di valutazione		Dati in ingresso		
		Uso	Clima	Edificio
A1	Sul progetto	Standard	Standard	Progetto
A2	Standard	Standard	Standard	Reale
A3	Adattata all’utenza	In funzione dello scopo	In funzione dello scopo	Reale

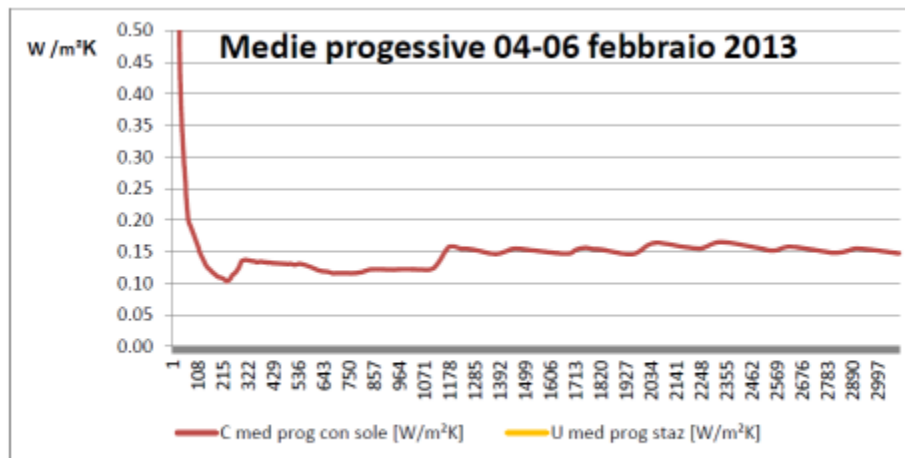
Lo scopo di una diagnosi per condomini nell’attuale contesto è definito dai criteri:

- adeguatezza, completezza, rappresentatività, utilità e verificabilità
- + poter eventualmente indicare la bozza di APE
- + poter eventualmente indicare il rispetto di limiti legislativi

ESEMPIO DI MISURA

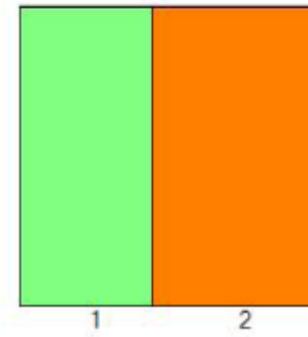


Misure con passo temporale di 10 min per 10 giorni



Misure con passo temporale di 10 min per 4 10 giorni – influenza irraggiamento solare dalla misura 1178.

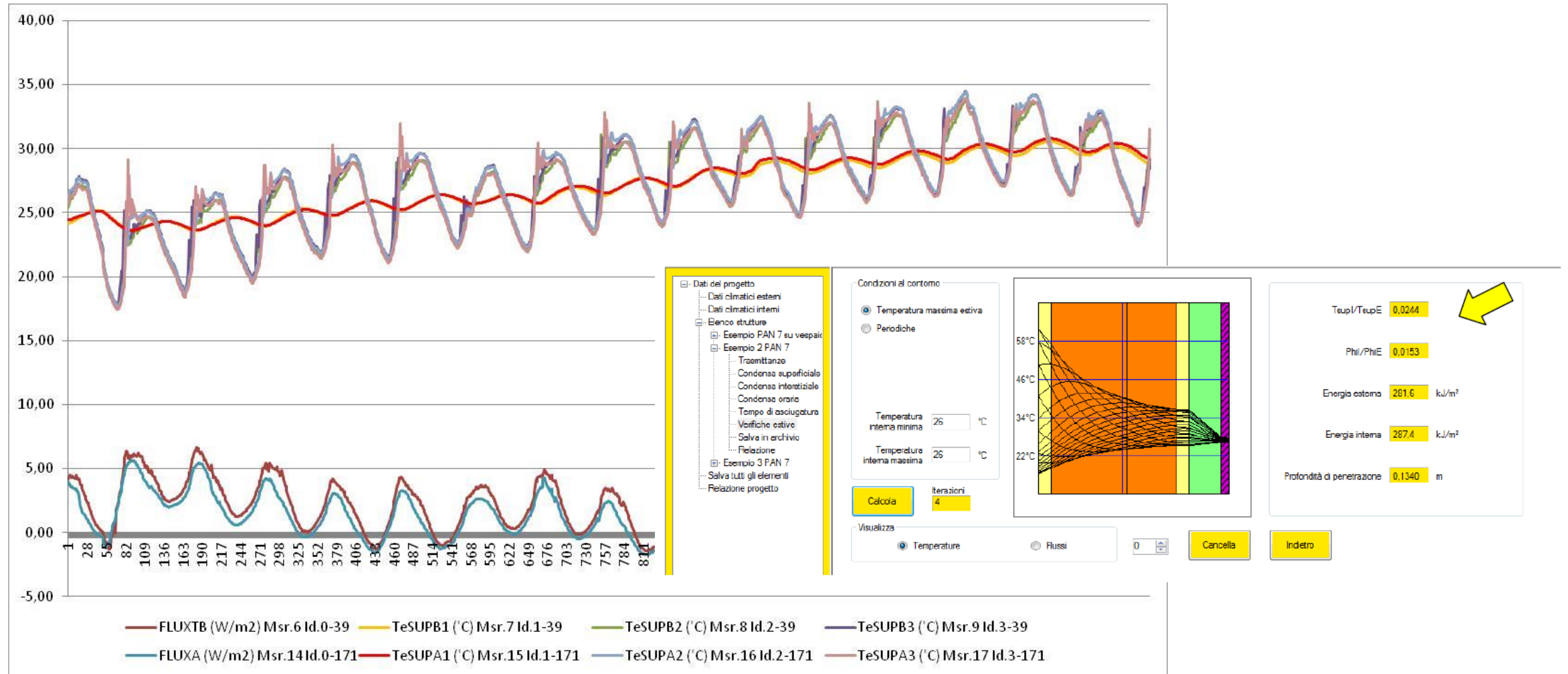
$$U_{\text{calcolo}} = 0.14 \text{ W/m}^2\text{K}$$



$$U_{\text{misurata}} = 0.13 - 0.16 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\phi' = (20 - 0) \cdot 0.145 = 3 \text{ W}$$

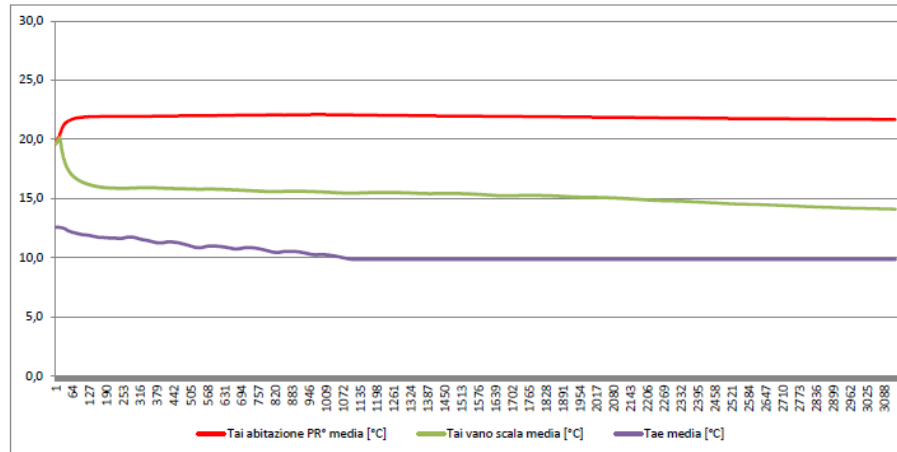
MISURARE IN ESTATE



UN PO' DI MISURE

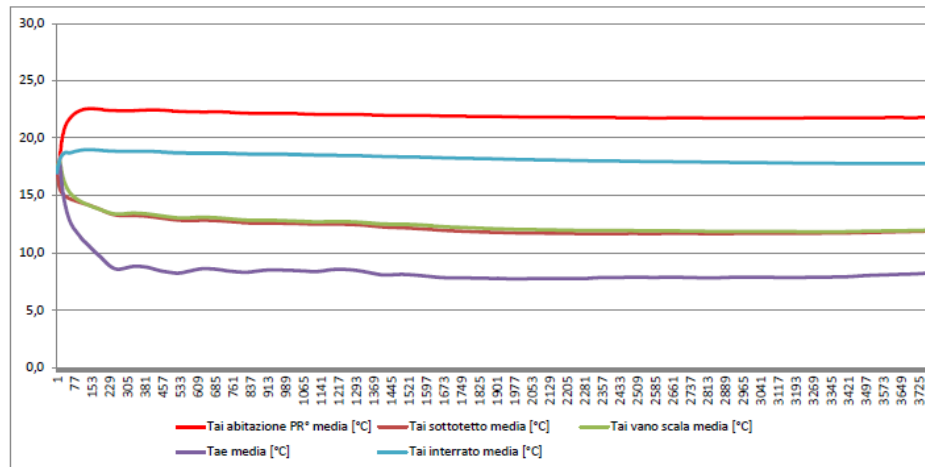
	struttura	Tipologia costruttiva	U [W/m²K]
anni '60	Condominio a Milano	Doppio tavolato con intercapedine d'aria	1.01
anni '70	Condominio a Milano	Doppio tavolato con intercapedine d'aria	0.85
anni '70	Condominio a Milano	Doppio tavolato con intercapedine d'aria	1.00
anni '90	Condominio a Nerviano	Doppio tavolato con intercapedine d'aria e isolante	0.70
anni '90	Condominio a Lacchiarella	Doppio tavolato con intercapedine d'aria	0.98
anni '70	Condominio a Novara	Doppio tavolato con intercapedine d'aria	1.31
anni '70	Condominio a Milano	Doppio tavolato con intercapedine d'aria	0.88
anni '70	Condominio a Novara	Doppio tavolato con intercapedine d'aria	0.88

UN PO' DI MISURE



Valutazione locali non riscaldati			
Temperature misurate			btr,U
Unità abitativa	21,7	°C	
Vano scala	14,1	°C	0,64
Esterno	9,9	°C	

Condominio con impianto centralizzato e valvole termostatiche



Valutazione locali non riscaldati			
Temperature misurate			btr,U
Unità abitativa PR*	21,8	°C	
Vano scala	12,0	°C	0,72
Sottotetto	11,9	°C	0,73
Interrato	17,8	°C	0,29
Esterno	8,2	°C	

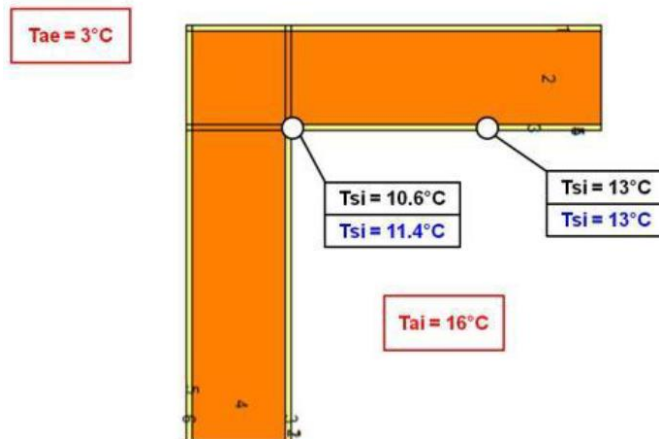
Condominio con impianto centralizzato e valvole termostatiche

NORMA UNI EN 16714:2016

Principi generali per l'applicazione della termografia nelle prove non distruttive.

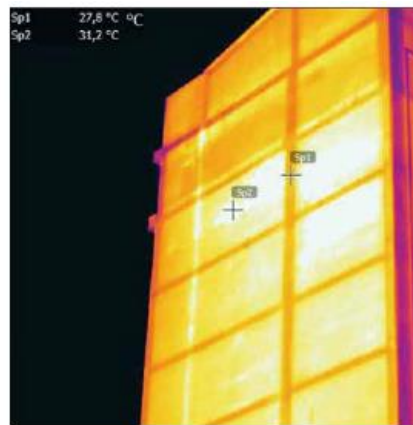
Procedura	Eccitazione	
	Attiva	Passiva
Qualitativa	Esame dei modelli termici (distribuzione delle radiazioni)	
Comparativa	Grandezze differenziali (ΔT)	Grandezze differenziali (ΔT)
Quantitativa	Grandezze assolute (T)	Grandezze assolute (T)

PONTI TERMICI: VALIDAZIONE MODELLO EL. FINITI

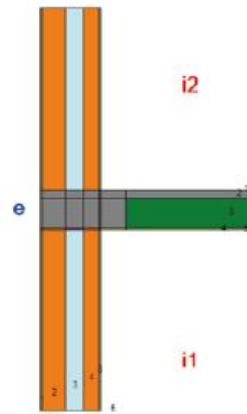


Procedura quantitativa con
eccitazione passiva

EDIFICI ESISTENTI – INDAGINI CON IL SOLE



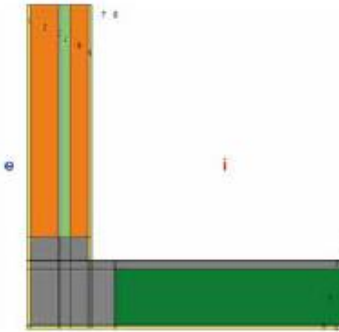
*Facciata di edificio, $\Delta T = 3.4\text{ °C}$
marzo, esposizione sud-ovest, pomeriggio*



*Ponte termico della trave di bordo
con muratura in doppio tavolato e
intercapedine d'aria*



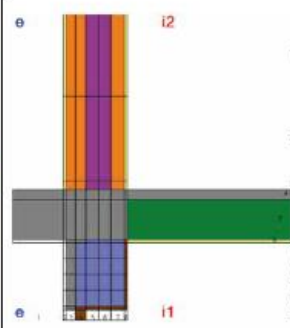
*Facciata di edificio, $\Delta T = 2.3\text{ °C}$
maggio, esposizione nord-ovest, pomeriggio*



*Ponte termico del solaio in aggetto
con doppio tavolato e isolante in
intercapedine*



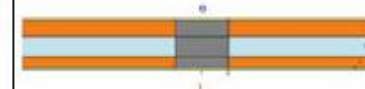
*Facciata di edificio, $\Delta T = 3.3\text{ °C}$
giugno, esposizione sud, ora di pranzo*



*Ponte termico del balcone con
muratura in doppio tavolato
e cassonetto*



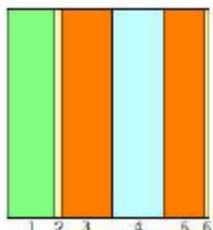
*Facciata di edificio, $\Delta T = 1.6\text{ °C}$
giugno, esposizione nord-est, pranzo*



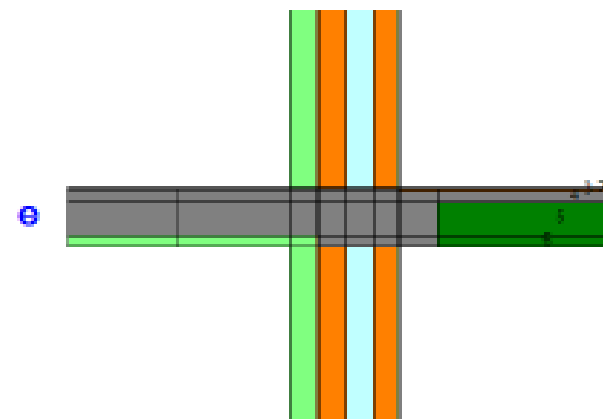
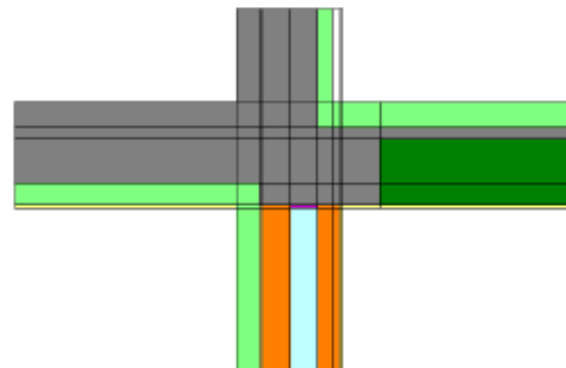
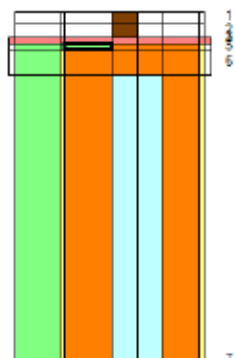
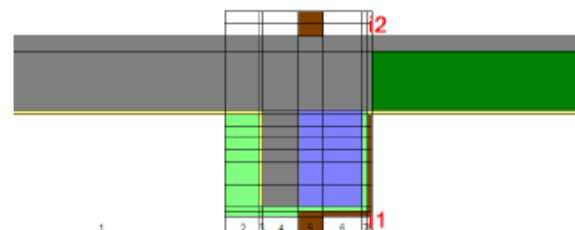
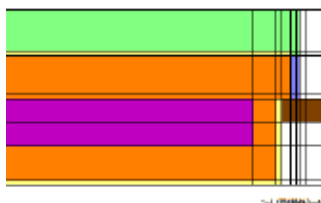
Ponte termico del pilastro in parete

Procedura qualitativa con eccitazione attiva

VALIDATO MODELLO - PROGETTAZIONE



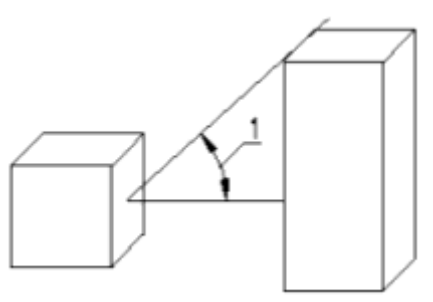
1	ISO	Isolante
2	INT	Cemento, sabbia
3	MUR	Laterizi forati sp. 15 cm.rif.1.1.11
4	INA	Camera non ventilata
5	MUR	Laterizi forati sp. 12 cm.rif.1.1.21
6	INT	Intonaco interno



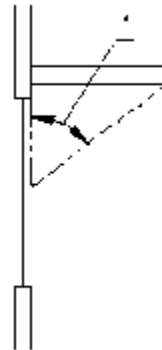
INGRESSO DI ENERGIA SOLARE

$$\Phi_{sol,k} = F_{sh,ob,k} \cdot A_{sol,k} \cdot I_{sol,k}$$

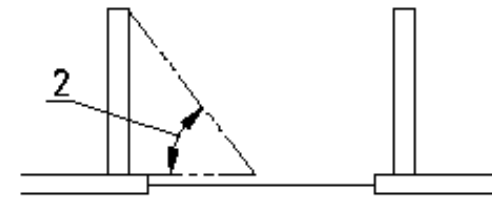
Coefficiente di
ombreggiatura
dovuto ad
ostruzioni esterne



Coefficiente di
ombreggiatura
dovuto ad aggetti
orizzontali

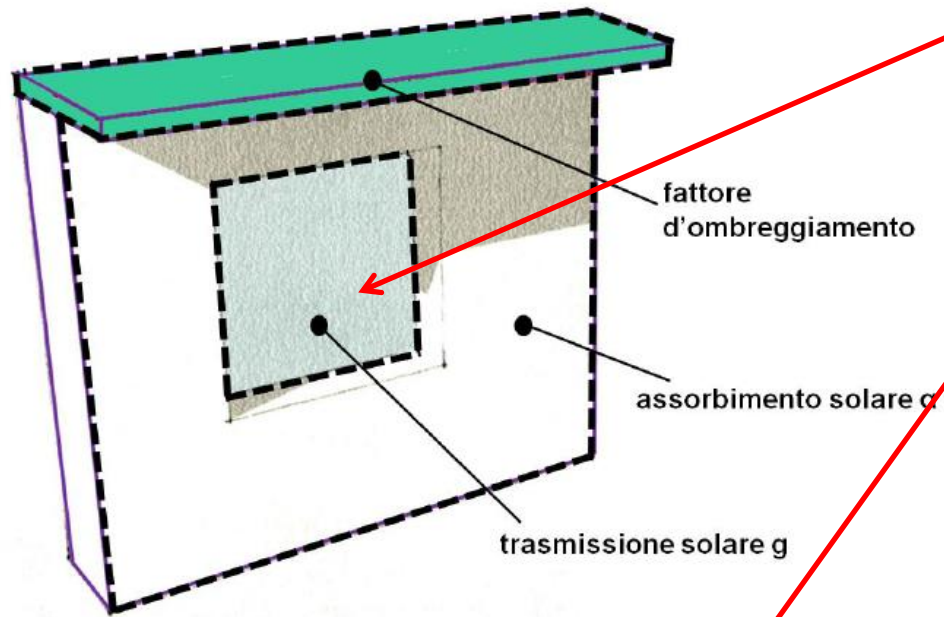


Coefficiente di
ombreggiatura
dovuto ad aggetti
verticali



INGRESSO DI ENERGIA SOLARE

$$\Phi_{sol,w,k} = F_{sh,ob,k} \cdot A_{sol,w,k} \cdot I_{sol,k}$$



Schermature // alla parte vetrata

Trasmittanza energia solare della parte trasparente

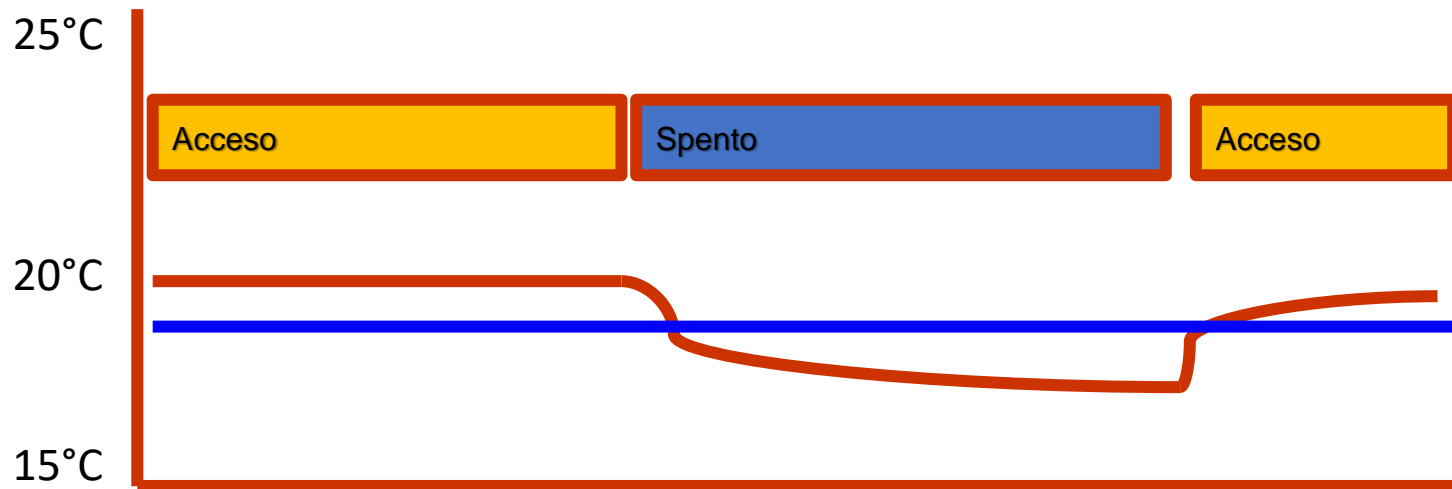
Fattore telai opaco alla radiazione solare

$$A_{sol} = F_{sh,gl} \cdot g_{gl} \cdot (1 - F_F) \cdot A_{w,p}$$

ATTENUAZIONE – mensile stazionario

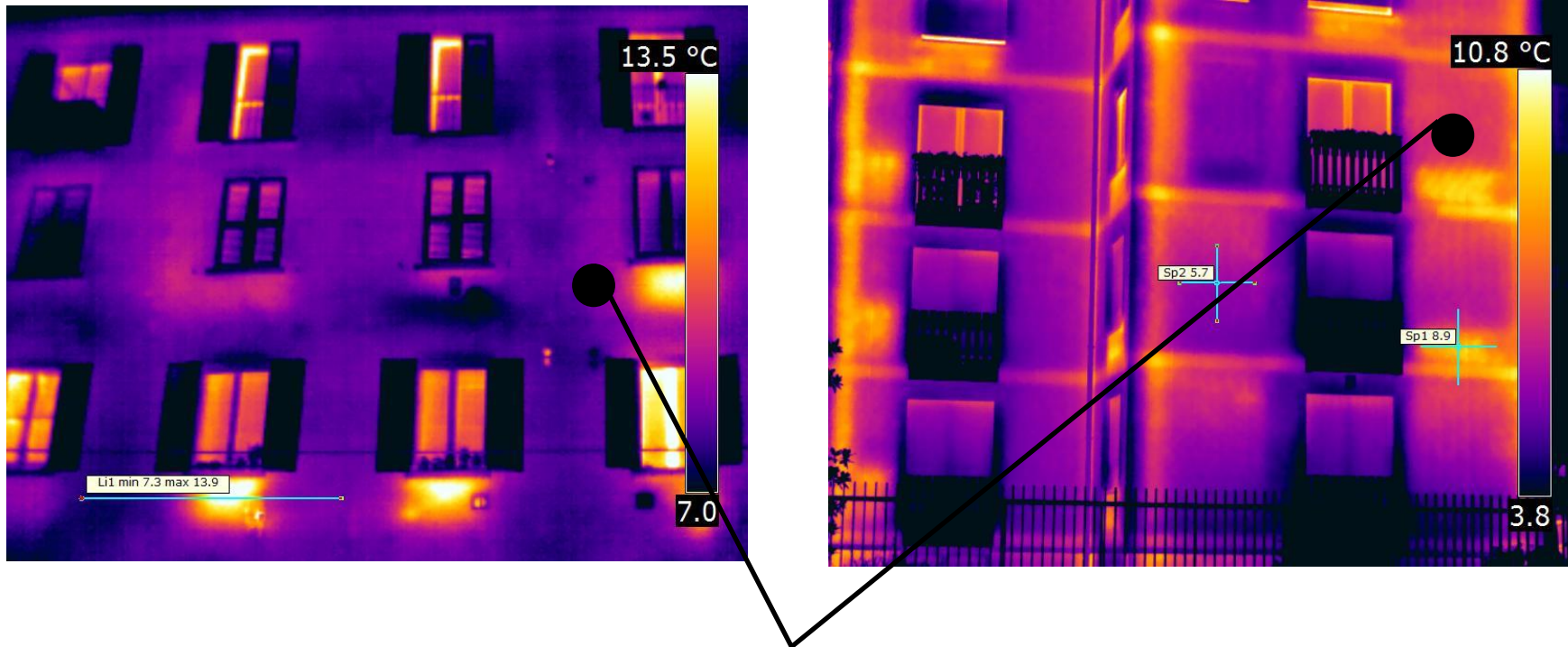
La chiave di lettura di questo fattore di aggiustamento è se in una valutazione medie ciò ha importanza.

L'appendice G della UNI TS 11300-1 descrive il caso con T_{ai} controllata da termostato ambiente a doppia temperatura di regolazione.



Il calcolo viene condotto con set point interno pari alla temperatura media risultante nelle 24h (**linea blu**).

PERDITE DI EMISSIONE - MIGLIORAMENTO



Radiatore ad alta temperatura su parete esterna
non isolata

PERDITE DI DISTRIBUZIONE

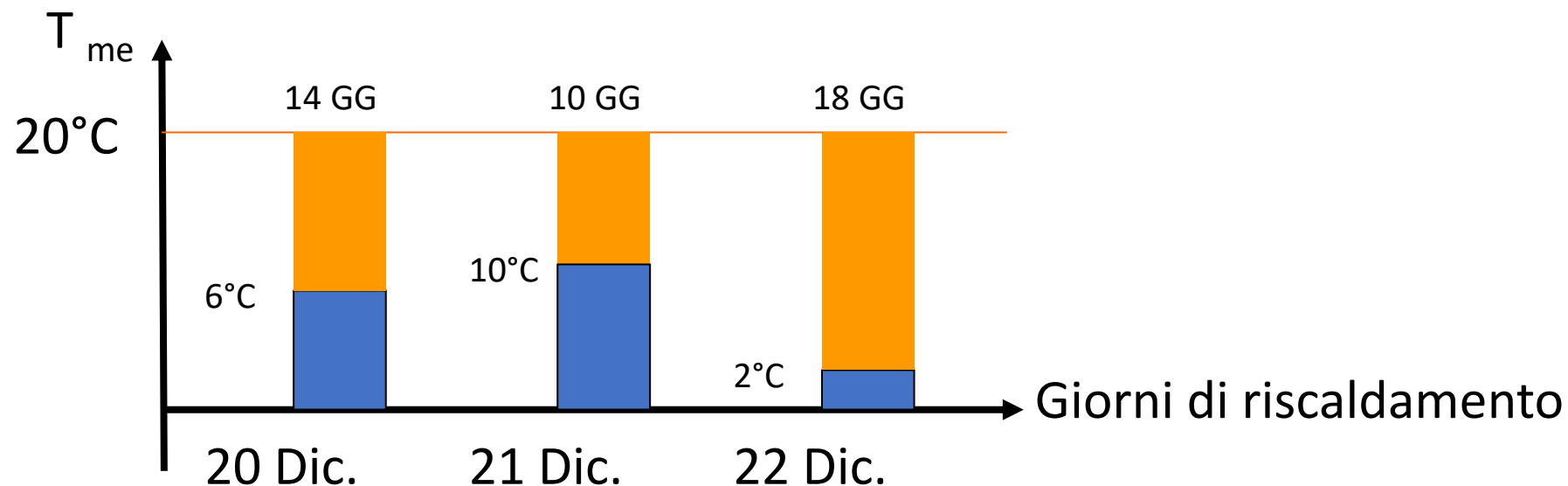


Colonne del fluido termovettore

**CALCOLO DELL'INDICATORE
DI PRESTAZIONE
ENERGETICA EFFETTIVO
 $\text{EnPlef} [\text{kWh/GG}]$**

IL SIGNIFICATO DEI GRADI GIORNO

I gradi giorno rappresentano la sommatoria delle differenze fra temperatura esterna media giornaliera e i 20°C di temperatura di progetto interna, estesa per il periodo di riscaldamento



CALCOLO STANDARD E VALUTAZIONE CONSUMI

Due variabili: temperatura mensile aria esterna e temperatura dell'ambiente interno

Gradi giorno calcolo predittivo				
Con dati climatici di UNI 10349: 2016				

	Tset point [°C]	Tae [°C]	nr. giorni	Gradi Giorno GG
01-giu				
01-lug				
01-ago				
01-set				
01-ott	20	14,1	16	94
01-nov	20	7,5	30	375
01-dic	20	3,5	31	512
01-gen	20	4	31	496
01-feb	20	7,1	28	361
01-mar	20	10,6	31	291
01-apr	20	13,4	16	106
01-mag				
				2.235

Influenza il fabbisogno di calcolo

Gradi giorno consumi				
Con dati climatici Milano - Brera 14/15				

	Tset point [°C]	Tae [°C]	nr. giorni	Gradi Giorno [°C]
giu-14				
lug-14				
ago-14				
set-14				
ott-14	21	16,5	16	72
nov-14	21	12,1	30	267
dic-14	21	7	31	434
gen-15	21	6,7	31	443
feb-15	21	6,7	28	400
mar-15	21	11,3	31	285
apr-15	21	15,3	16	91
mag-15				
				1.993

Influenza il consumo della
stazione 14/15

CONSUMI REALI

ANALISI DEI CONSUMI REALI

La raccolta dati non è semplice:

- dati di kWh ed € associati alla stagione (meglio per 3)
- dati di litri o m³ associati alla stagione (meglio per 3)
- consigliata la raccolta mensile (se disponibile)
- dato di riferimento, media dei due più simili

A supporto:

- estratti dei rendiconti dell'assemblee con indicazione della ripartizione in accordo o meno con UNI 10200.
 - si evidenziano in modo rapido gli impieghi delle diverse destinazioni d'uso con anomalie, ecc...

Variazioni importanti di gestione dei diversi anni possono influenzare i dati di consumo. Non sempre la media è l'indicatore giusto. Per esempio l'introduzione della contabilizzazione può aver cambiato i consumi o l'occupazione delle unità immobiliari.

VALIDAZIONE DEL MODELLO

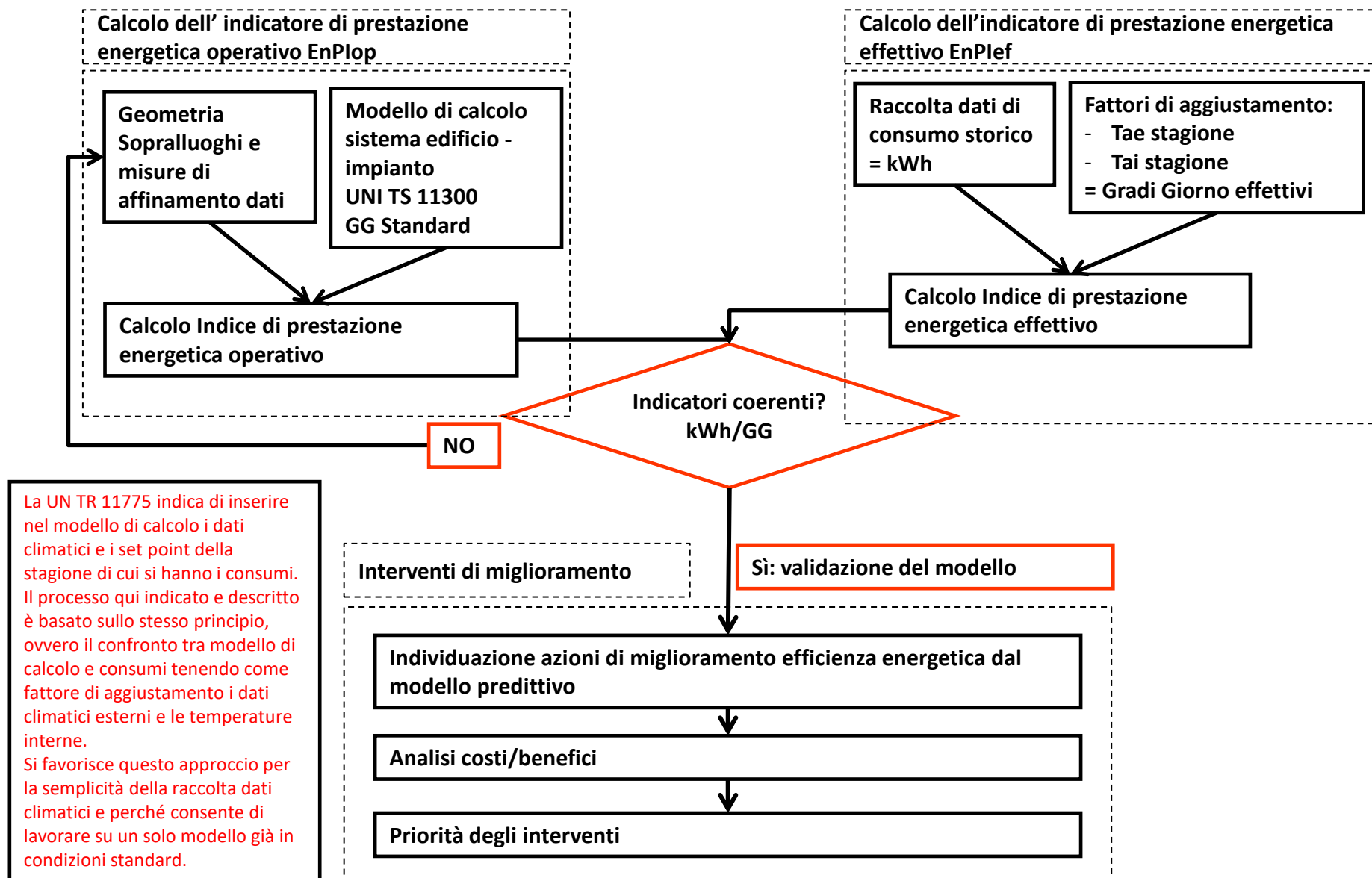
$$-0.05 \leq \frac{C_o - C_e}{C_e} \leq 0.05$$

C_o = consumi operativi in kWh o Indicatori EnPlop

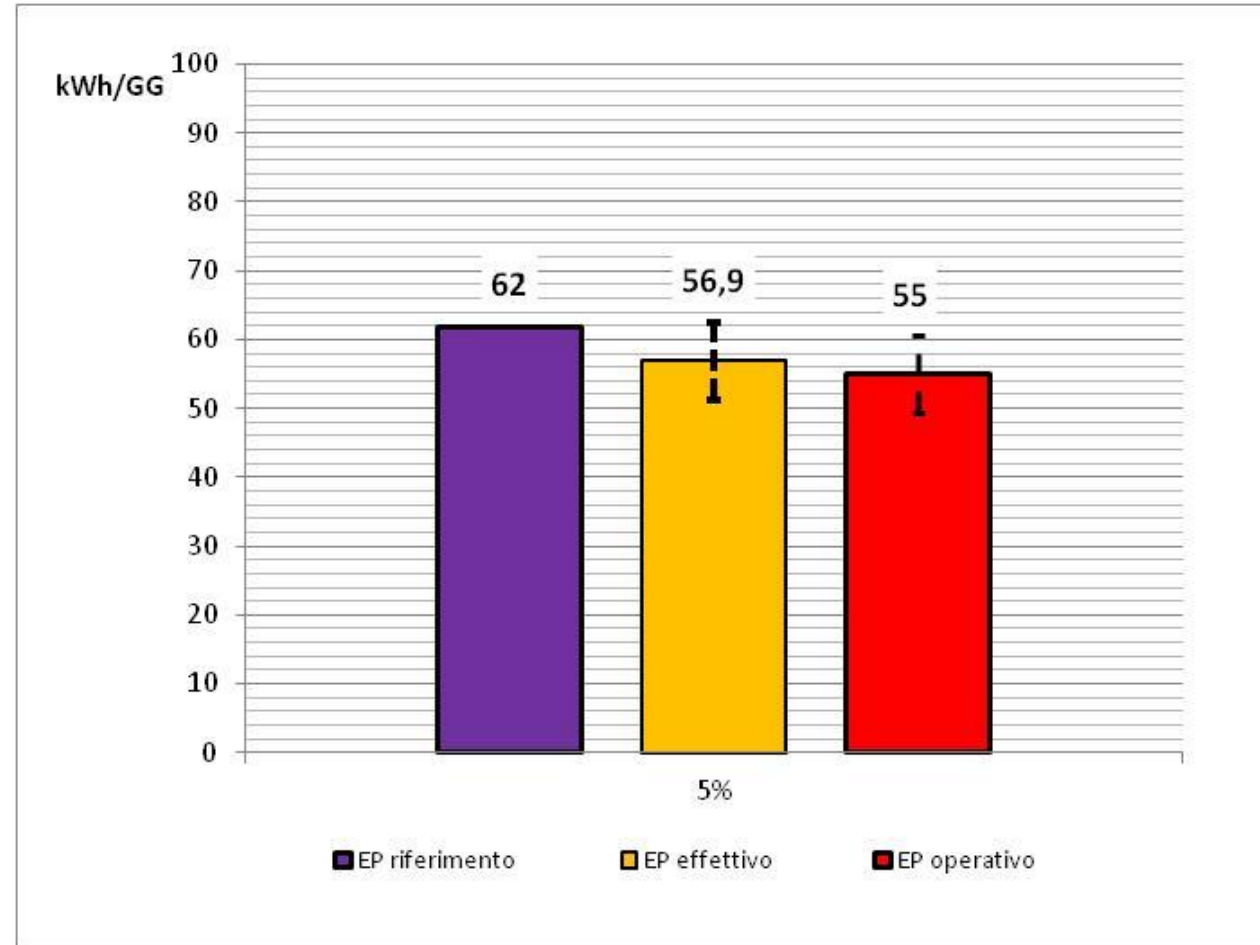
C_e = consumi effettivi in kWh o Indicatori EnPlef

Scostamento che può arrivare al 10% in condizioni in cui la caratterizzazione si basi su dati non certi.

Da ricordare che i software commerciali hanno un incertezza del 5% sui risultati.



CONFRONTO INDICI DI PRESTAZIONE



Validazione del modello – errore < 5-10%

INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO: REQUISITI

- individuazione delle possibilità tecnologiche
- opportunità delle tipologie di intervento: detrazioni fiscali 50, 65, 70...%
- cedibilità credito imposta
- bando Milano
- vincoli legislazione (U_{media} , $H'_T...$)

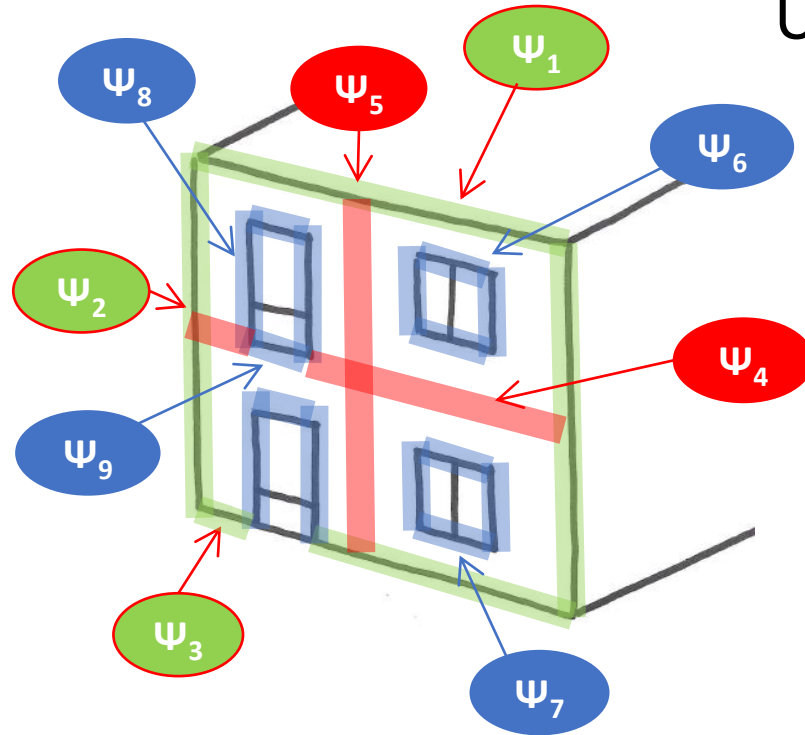


- requisiti minimi (U , $EP_{H,nd}$ superficie interventi...)
- vincoli su edifici e soggetti ammessi
- tempi



VALUTAZIONE PONTI TERMICI PER U MEDIA

$$U_{\text{progetto}} = \frac{\sum_i (A_i \cdot U_i) + \sum_j (\Psi_j \cdot l_j)}{\sum_i A_i} \leq U_{\text{limite}}$$

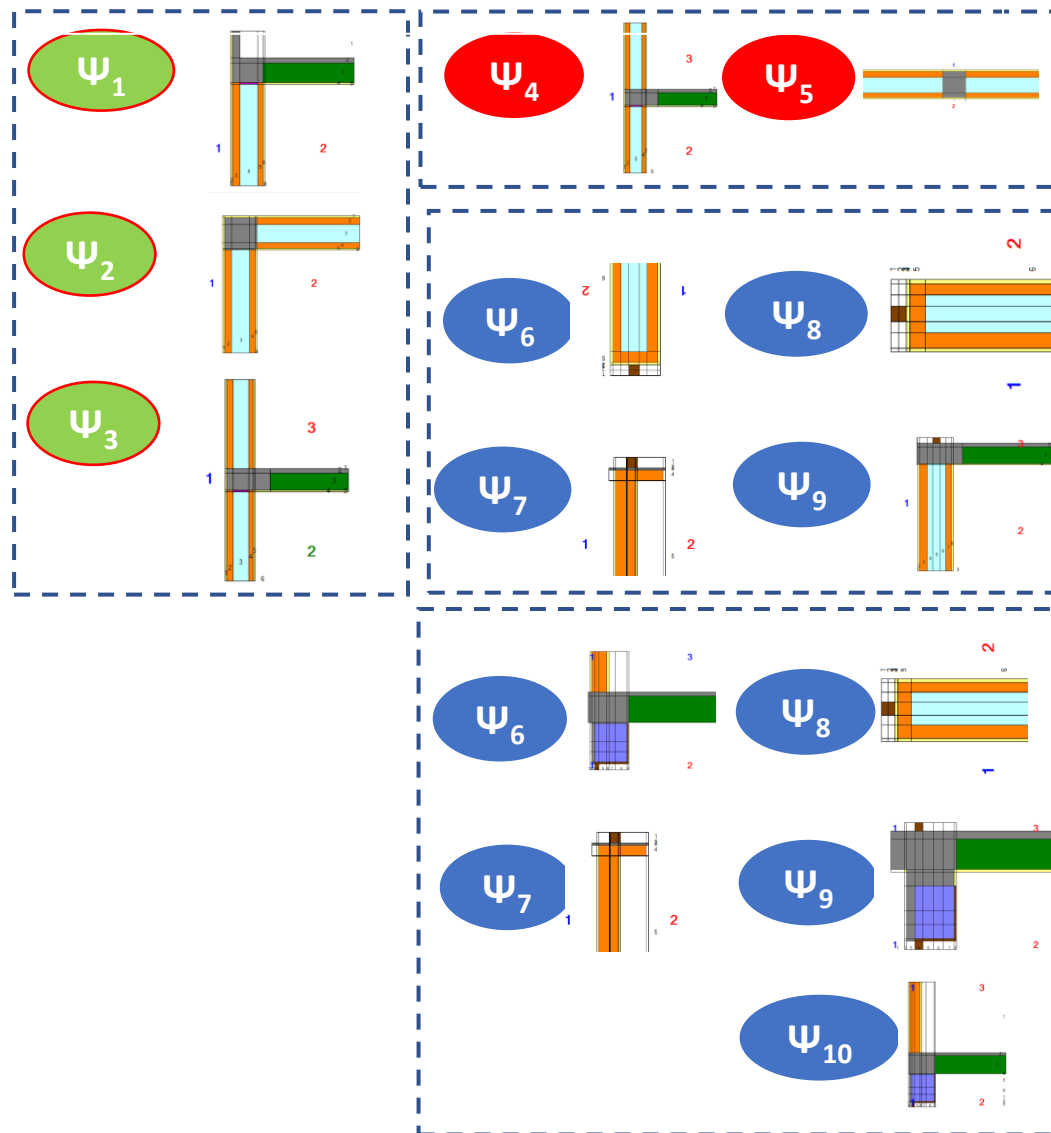
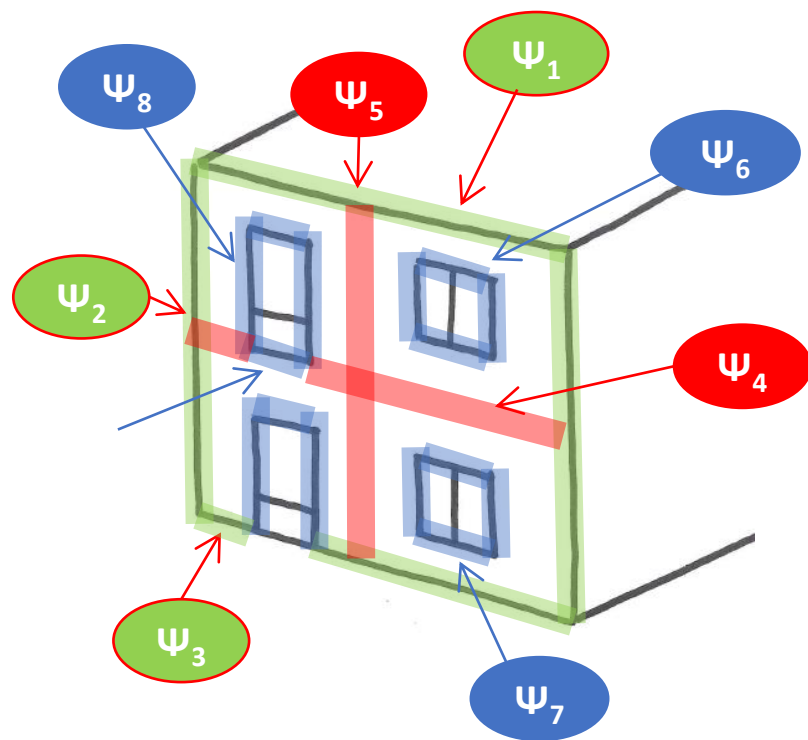


Dove Ψ è da valutare al:

- 100% se all'interno dell'area
- 50% se al perimetro dell'area
- 100% (o 50%?)



VALUTAZIONE PONTI TERMICI PER U MEDIA





Grazie per l'attenzione
www.anit.it