

Requisiti minimi e FEM

I requisiti minimi di legge 10 per interventi di isolamento sugli edifici esistenti.

Importanza dei ponti termici bidimensionali in regime stazionario in accordo con UNI EN 14683 e le valutazioni in regime dinamico con sorgente interna



Ing. Rossella Esposti



EFFICIENZA ENERGETICA- DM 26 GIUGNO 2015

ANIT
Associazione
Nazionale
per l'isolamento
Termico e acustico

**mini
GUIDA**

Efficienza energetica e acustica

- Efficienza energetica**
Dalla Direttiva europea 2002 alla Direttiva 2010/31/UE con
- Certificazione energetica**
Linee Guida Nazionali per la energetica aggiornate con il
- Requisiti acustici passivi**
Sintesi del DPCM 5/12/1997
- Classificazione acustica**
Sintesi della norma UNI 1136
- Guida alle detrazioni**
Detrazioni per la riqualificazione: regole e limiti da rispettare
- Contabilizzazione e ter**
Obblighi legati all'applicazione aggiornato dal DLgs 141/16

miniGUIDA ANIT – Efficienza energetica e acustica degli edifici

CLASSIFICAZIONE DEGLI EDIFICI (DPR 412/93)

E1	Edifici adibiti a residenza e assimilabili: E.1(1) continuative, E.1(2) saltuarie, E.1(3) alberghi.
E2	Edifici adibiti a ufficio e assimilabili pubblici o privati
E3	Edifici adibiti a ospedali, cliniche o case di cure e assimilabili
E4	Edifici adibiti ad attività ricreative, associative o di culto e assimilabili
E5	Edifici adibiti ad attività commerciali e assimilabili
E6	Edifici adibiti ad attività sportive
E7	Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili
E8	Edifici adibiti ad attività industriali e artigianali e assimilabili

SCHEMA DELLE VERIFICHE

Incrociando il tipo d'intervento (colonne) con la classificazione dell'edificio (righe) si ottiene l'elenco completo delle prescrizioni da rispettare.

E1(1)						
E1(2)						
E1(3)	A,B,D,F,G, H,J,K,L*,M, P,Q,R,S, T,W,X,Y			A,B,D,E,F,G, H,J,K,L*,M, P,Q,R,S, T,W,X,Y	B,C,E,F,I, K,L*	C,E,F,I, K,Q
E2				B,F,H, K,Q,S, T,W,Y		
E3					A,B,D,E,F, H,J,K,L*,M, P,Q,R,S, T,W,X,Y	
E4						E, M,N, Q,R,S, U,V, W,X,Y
E5						M,O, Q,R,S, W,X
E6	A,B,D,F, H,J,K,L*,M, P,Q,R,S, T,W,X,Y					
E7						
E8	A,B,F, H,J,K,L*,M, P,Q,R,S, T,W,X,Y			A,B,E,F, H,J,K,L*,M, P,Q,R,S, T,W,X,Y	B,C,E,F, K,L*	C,E,F, K,Q

- Per avere il quadro delle verifiche da rispettare (e di eventuali esclusioni) è necessario riferirsi ai contenuti di ogni singola lettera riportati nelle pagine che seguono.

- Per tutti i casi non espressozi citati è necessario valutare se si rientra in uno o più dei tipi di intervento riportati nel decreto.

- Quando un edificio sia costituito da parti individuali come appartamenti a classi di utenza differenti (ad esempio un palazzo con negozi al piano terra e appartamenti residenziali ai piani superiori) le stesse devono essere valutate separatamente ciascuna nella categoria che le compete.

(*) Questo requisito secondo le FAQ pubblicate nel 2016 e nel 2018 dal MISE si applica solo se l'intervento ricade anche negli ambiti di applicazione del DLgs 28/11 ovvero nel caso di edifici di nuova costruzione o di edifici esistenti soggetti a ristrutturazione rilevante (ovvero edificio con sup. util. >1000m² e soggetto a ristrutturazione integrale degli elementi edili costituenti l'insieme oppure edificio soggetto a demolizione e ricostruzione in manutenzione straordinaria). Non è compreso il caso dell'ampliamento (FAQ 3.7 Dicembre 2018).



EFFICIENZA E CERTIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

Regole nazionali

GUIDA ANIT DI APPROFONDIMENTO TECNICO

Gennaio 2019

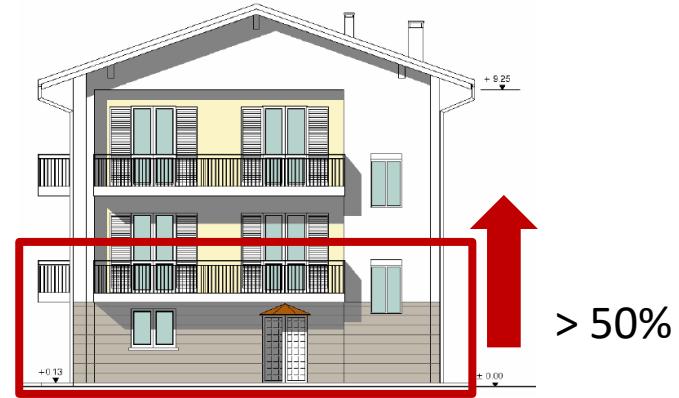
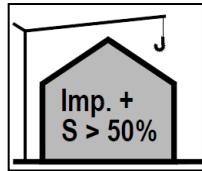


Tutti i diritti sono riservati.
Nessuna parte di questo documento può essere riprodotta o divulgata senza l'autorizzazione scritta di ANIT.

COME INDIVIDUARE LE REGOLE EDIFICI ESISTENTI

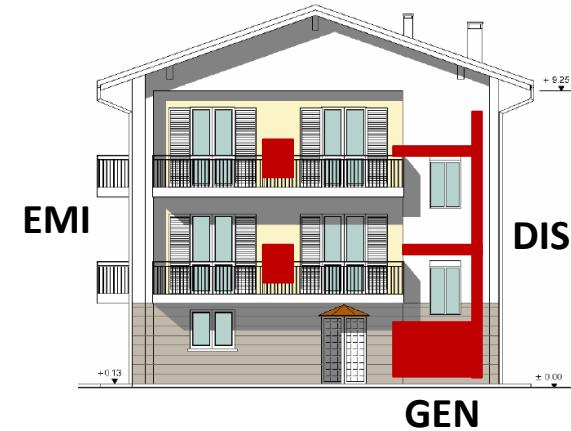


A	Verificare che $EP_{H,nd}$, $EP_{C,nd}$ e $EP_{gl,tot}$ siano inferiori ai valori limite (All. 1 Art. 3.3 comma 2b.iii e comma 3, App.A)
B	Verificare che H'_T sia inferiore al valore limite (All.1 Art. 3.3 comma 2b.i e Art. 4.2 comma 1b, App.A)
C	Verificare che la trasmittanza delle strutture opache e chiusure tecniche rispetti i valori limite (All.1 Art. 5.2, comma 1a,b,c, Art. 4.2, comma 1a, Art. 1.4.3 comma 2, App. B)
D	Verificare che la trasmittanza dei divisori sia inferiore o uguale a $0.8 \text{ W/m}^2\text{K}$ (All.1 Art.3.3 comma 5)
E	Le altezze minime dei locali di abitazione [...] possono essere derogate fino a 10 cm. (All.1 Art.2.3 comma 4)
F	Verificare l'assenza di rischio di formazione di muffe e di condensazioni interstiziali. (All. 1 Art. 2.3 comma 2)
G	Verificare nelle località in cui $I_{m,s} \geq 290 \text{ W/m}^2$, che le pareti opache verticali, orizzontali e inclinate rispettino i limiti di trasmittanza periodica (Y_{IE}) e massa superficiale (M_s) (All.1 Art. 3.3 comma 4b,c)
H	Verificare che il rapporto $A_{sol,est}/A_{sup \text{ utile}}$ rispetti i limiti previsti (All.1 Art. 3.3 comma 2b.ii,App.A)
I	Verificare che per le chiusure tecniche trasparenti $g_{gl+sh} \leq 0,35$ (All.1 Art. 5.2 comma 1d e Art. 4.2 comma 1a)
J	Valutare l'efficacia dei sistemi schermanti delle superfici vetrate (All.1 Art.3.3 comma 4a)
K	Verificare l'efficacia, per le strutture di copertura, dell'utilizzo di materiali a elevata riflettanza solare e di tecnologie di climatizzazione passiva (All.1 Art 2.3 comma 3)
L	Rispettare gli obblighi di integrazione delle fonti rinnovabili termiche ed elettriche secondo quanto previsto dal DLgs 28/11 e s.m. (All.1 Art. 3.3 comma 6, All.3 DLgs28/11)
M	Verificare che i rendimenti η_H , η_W e η_C siano maggiori dei rispettivi valori limite (All.1 Art. 3.3 comma 2b.iv, Art. 5.3.1 comma 1a, Art.5.3.2 comma 1a, Art. 5.3.3 comma 1, App.A)



RISTRUTTURAZIONI IMPORTANTI DI 1° LIVELLO

EDIFICI ESISTENTI



I requisiti si applicano **ALL' INTERO EDIFICO**

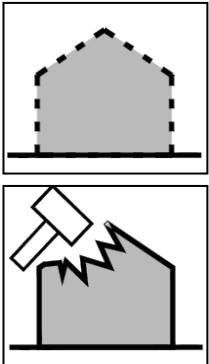
STESSI REQUISITI DEI NUOVI EDIFICI (a parte le FER)



NUOVA COSTRUZIONE

NUOVA COSTRUZIONE + DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE

I requisiti si applicano
all'intero edificio :



A- $EP_{H,nd}$ $EP_{C,nd}$, $EP_{gl,tot}$ ← **Calcolo PT**

B- $H't$ ← **Calcolo PT**

H- $A_{sol,est}/A_{sup\ utile}$

D- U limite per divisorì < 0,8 (W/m²K)

G- Ψ_{ie}

F- verifiche termoigrometriche

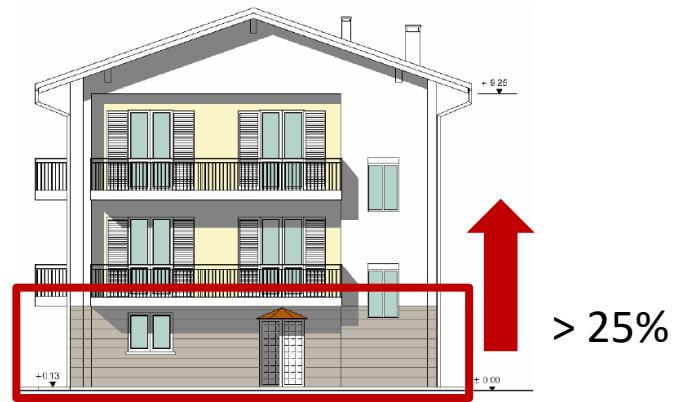
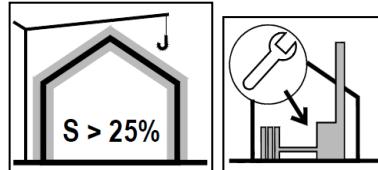
M- η_H η_W η_C : rendimenti limite

Q,R- valvole e termoregolazione

L- FER

+ Altri requisiti specifici





RISTRUTTURAZIONI IMPORTANTI DI II° LIVELLO

EDIFICI ESISTENTI

I requisiti si applicano
alla superficie oggetto
di intervento e riguardano:

C- Ulim ← Calcolo PT

B- H't ← Calcolo PT

I- $g_{gl+sh} < 0.35$

F- verifiche termoigrometriche

M- $\eta_H \eta_w \eta_c$: rendimenti limite

Q,R- Installazione valvole e
termoregolazione

+ Altri requisiti specifici

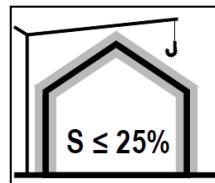


EDIFICI ESISTENTI

RIQUALIFICAZIONI ENERGETICHE – INVOLUCRO/ IMPIANTO

I requisiti si applicano **alla superficie o sistema oggetto di intervento** e riguardano:

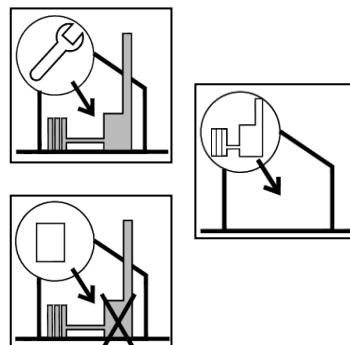
C- Ulim ← Calcolo PT



I- $g_{gl+sh} < 0.35$

F- verifiche termoigrometriche

M- $\eta_H \eta_W \eta_C$: rendimenti limite



Q,R- Installazione valvole e termoregolazione

+ Altri requisiti specifici



Trasmittanze limite di legge

Zona climatica	U (W/m ² K)	
	2015 ⁽¹⁾	2021 ⁽²⁾
A e B	0,45	0,40
C	0,40	0,36
D	0,36	0,32
E	0,30	0,28
F	0,28	0,26

Trasmittanza limite **compressive di ponte termico**

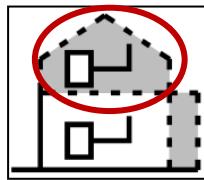
Isolamento dall'interno e in intercapedine **TRASMITTANZA LIMITE + 30% (solo per riqualificazioni energetiche)**

Nel caso di installazione di impianti termici dotati di pannelli radianti a pavimento o a soffitto e nel caso di intervento di isolamento dall'interno **DEROGA fino a un massimo di 10 centimetri.**



EDIFICI ESISTENTI

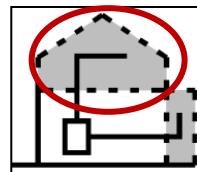
**RECUPERO DI VOLUME PRECEDENTEMENTE NON RISCALDATO
SUPERIORI AL 15% o 500 m³ CON NUOVO IMPIANTO**



I requisiti si applicano **AL NUOVO VOLUME**

STESSI REQUISITI DEI NUOVI EDIFICI
(a parte le FER)

**RECUPERO DI VOLUME PRECEDENTEMENTE NON RISCALDATO
SUPERIORI AL 15% o 500 m³ CON ESTENSIONE DI IMPIANTO**



I requisiti si applicano **AL
NUOVO VOLUME**

B- H't

H- Asol,est/Asup utile

F- verifiche termoigrometriche

Q,R- valvole e termoregolazione



EDIFICI ESISTENTI

INTERVENTI SULL'IMPIANTO

NB La sola sostituzione dei corpi scaldanti (senza sostituire il generatore) non prevede il rispetto di requisiti specifici.

Si rientra negli ambiti di applicazione del DM 26 giugno 2015
soltanto se il generatore viene sostituito

ANALISI DEI PONTI TERMICI

Norme di riferimento per il calcolo:

UNI EN ISO 14683

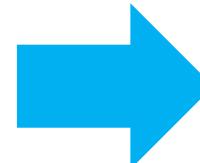
Ponti termici in edilizia – Coefficienti di trasmissione lineica – Metodi semplificati e valori di riferimento



- Elenco dei metodi
- Abaco precalcolato

UNI TS 11300-1

Modalità di considerare i PT nel calcolo del fabbisogno



- Uso del coef. Ψ
- Divieto per l'uso dell'Abaco precalcolato

ANALISI DEI PONTI TERMICI

Norme di riferimento per il calcolo:

UNI EN ISO 10211

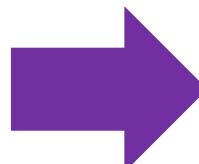
Ponti termici in edilizia – Flussi termici e temperature superficiali
– Calcoli dettagliati



- Costruzione nodo**

UNI EN ISO 13788

Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia - Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e la condensazione interstiziale - Metodi di calcolo

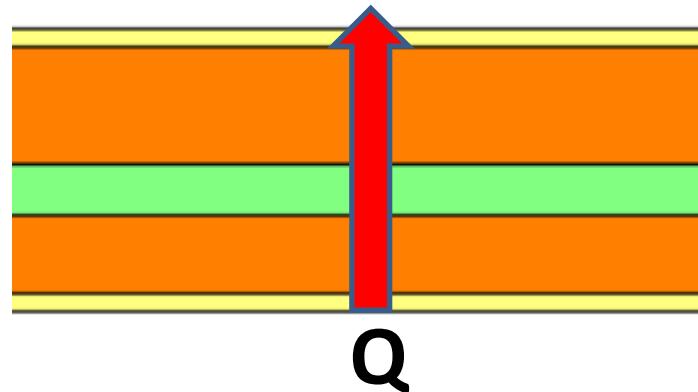


- Clima interno**
- Verifiche igrotermiche**

PERCHE' IL CALCOLO AD ELEMENTI FINITI?

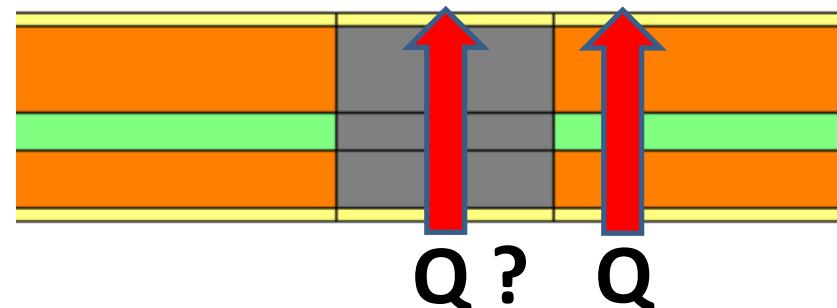
Calcolo del flusso attraverso una parete

$$Q = \frac{A \times U \times \Delta T}{H} \text{ (W)}$$



NB. Ipotesi: il flusso è monodimensionale e perpendicolare alle facce della parete

Che cosa succede se c'è una discontinuità? Posso ragionare allo stesso modo (come se fossero due diverse pareti affiancate)?

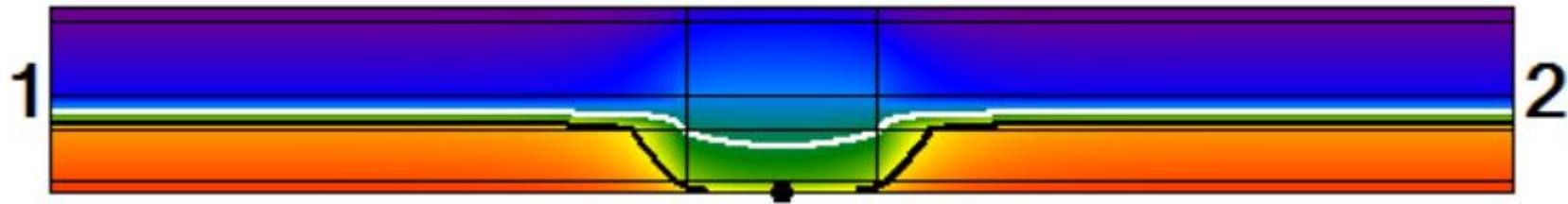


$H_{\text{parete}} + H_{\text{pilastro}}$??

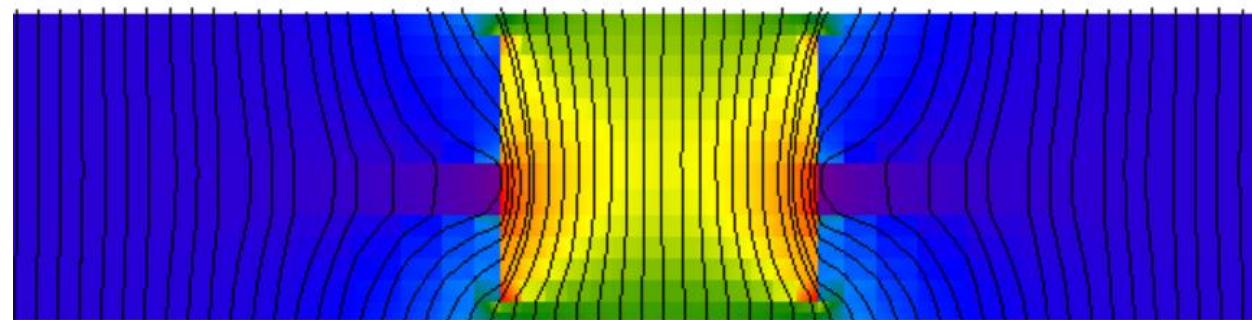
PERCHE' IL CALCOLO AD ELEMENTI FINITI?

Risultati:

1) Andamento delle temperature



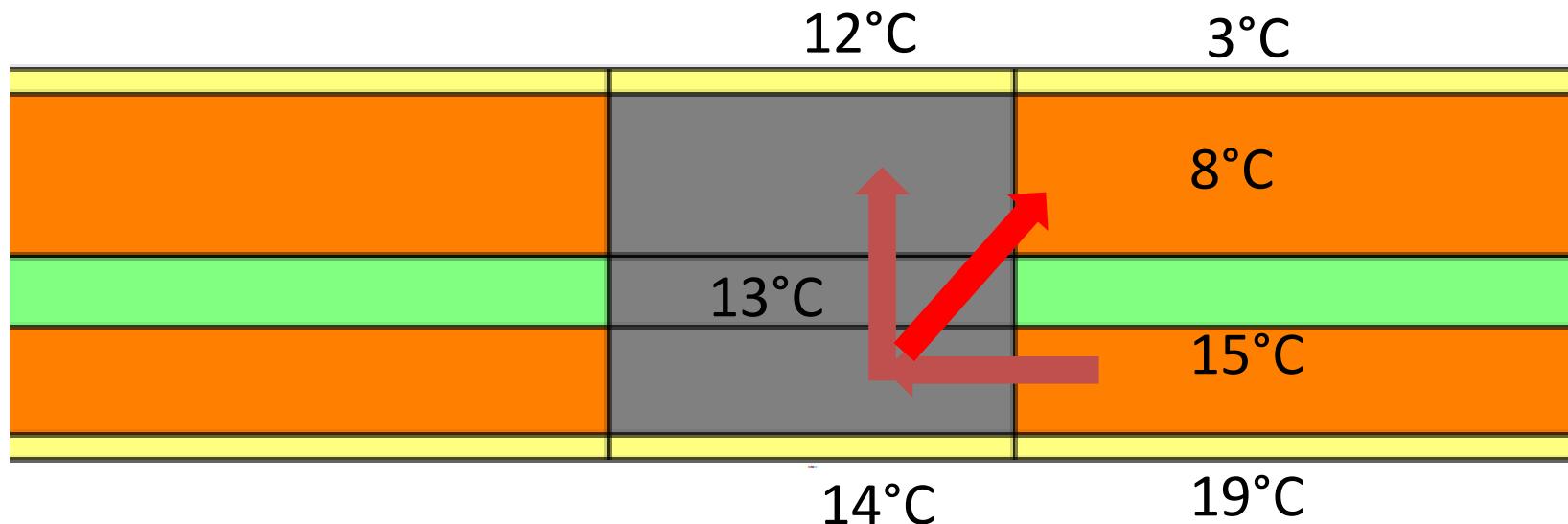
2) Andamento dei flussi



PERCHE' IL CALCOLO AD ELEMENTI FINITI?

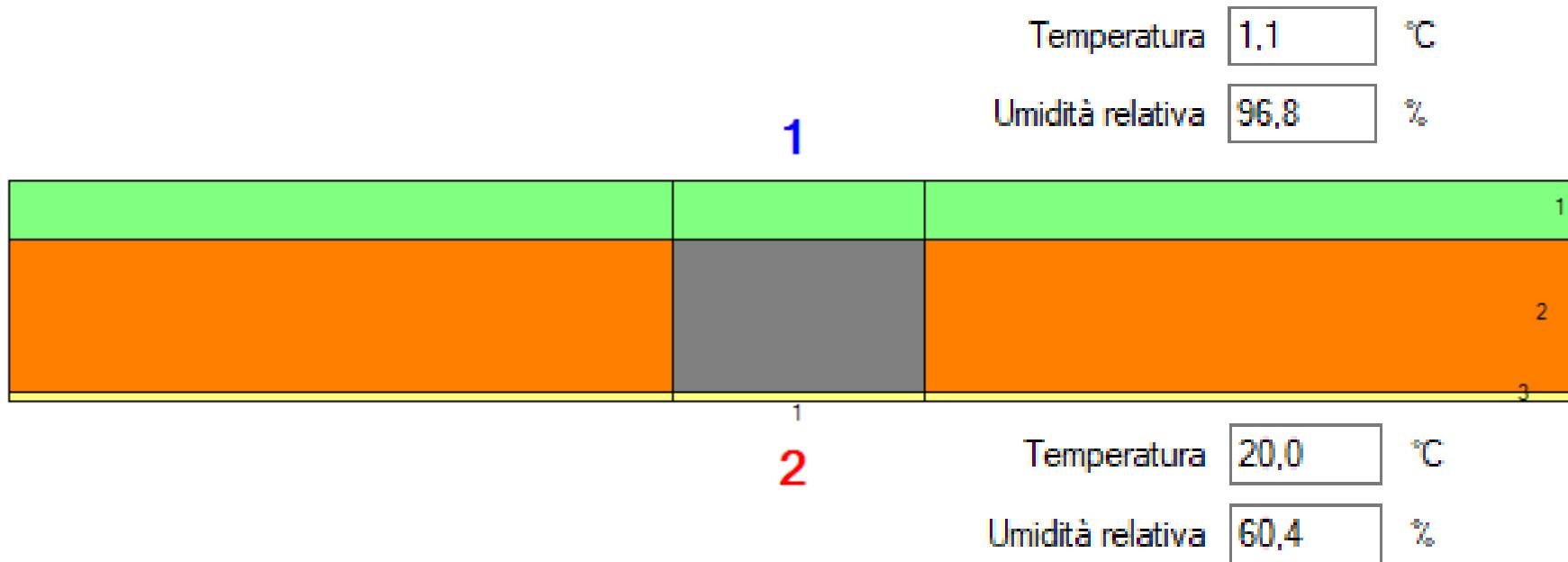
Con l'analisi FEM si riesce a rilevare il flusso aggiuntivo generato dalla discontinuità

$$E - T_e$$



$$I - T_i$$

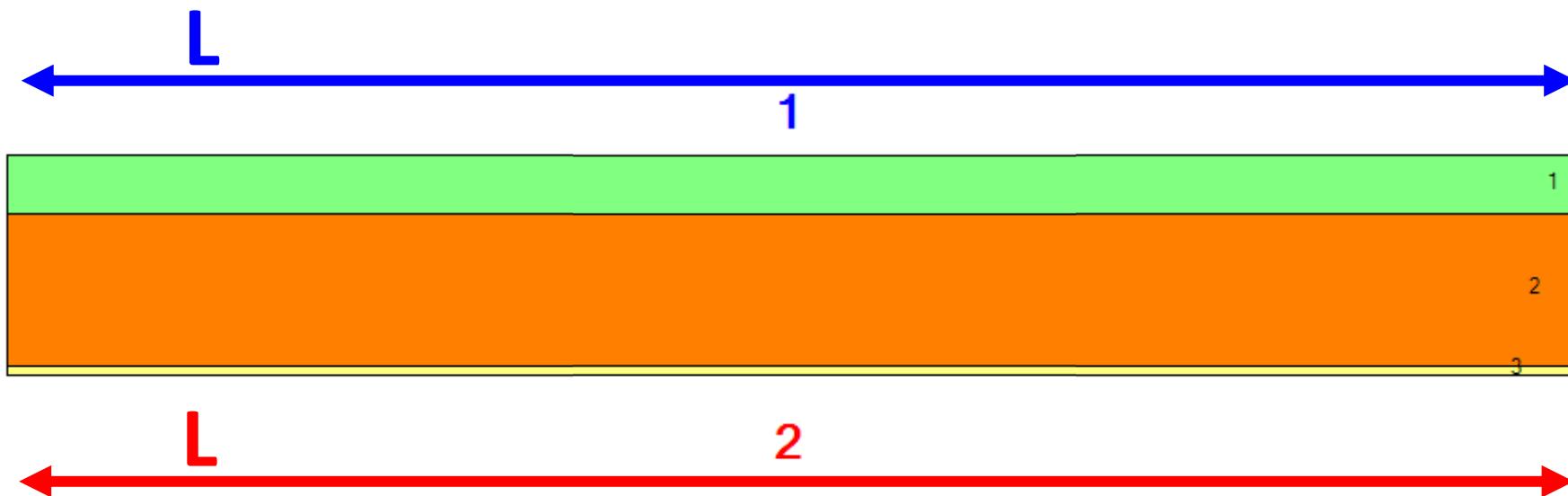
DALLA FEM ALLE DISPERSIONI- SIGNIFICATO FISICO DI ψ



A L'analisi agli elementi finiti risponde a questa domanda:
Quanto vale il flusso attraverso il nodo?
Flusso = 14,762 [W/m]
L2D = Flusso / ΔT = 14,762 / (20,0 - 1,1) = 0,781 [W/mK]

B Quanto vale la dispersione in assenza del ponte termico?

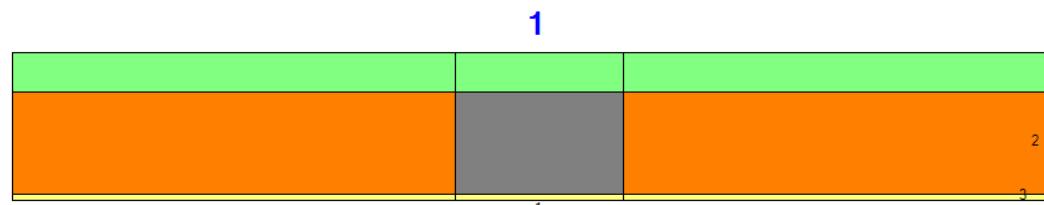
$$\text{Disp.} = U_x A = U_x (L \times 1\text{m}) = 0,760 \text{ [W/mK]}$$



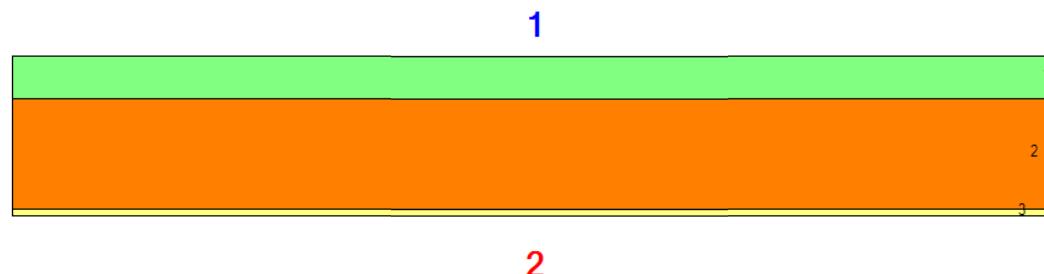
C Quanto pesa energeticamente il pilastro?

Per rispondere confrontiamo il caso A e il caso B

$$\mathbf{L2D = 0,781 \text{ [W/mK]}}$$



$$\mathbf{Disp. = 0,760 \text{ [W/mK]}}$$

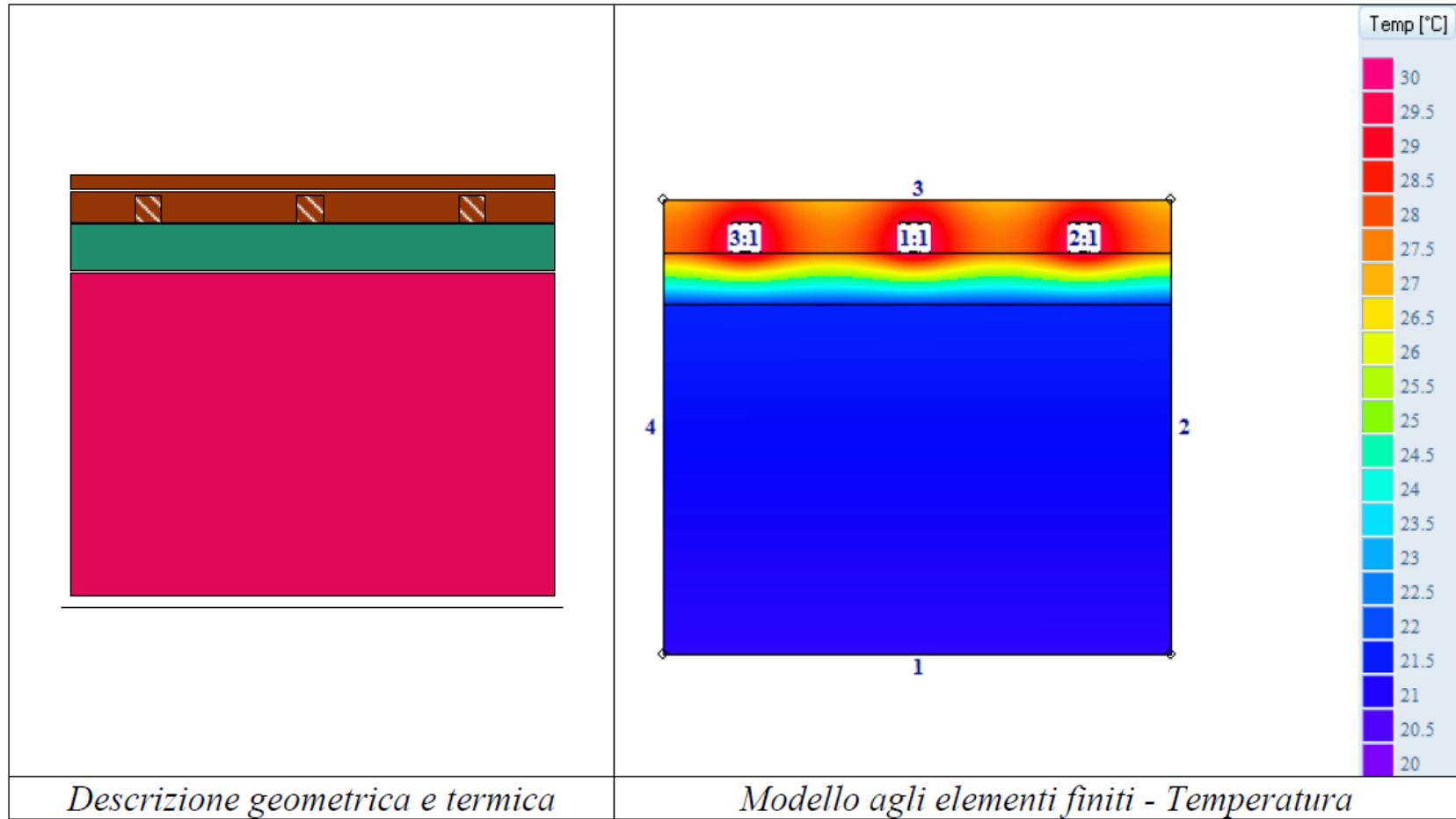


$$\Psi = \mathbf{L2D - Disp. = 0,021 \text{ [W/mK]}}$$

$$\mathbf{\Psi_e = \Psi_i}$$

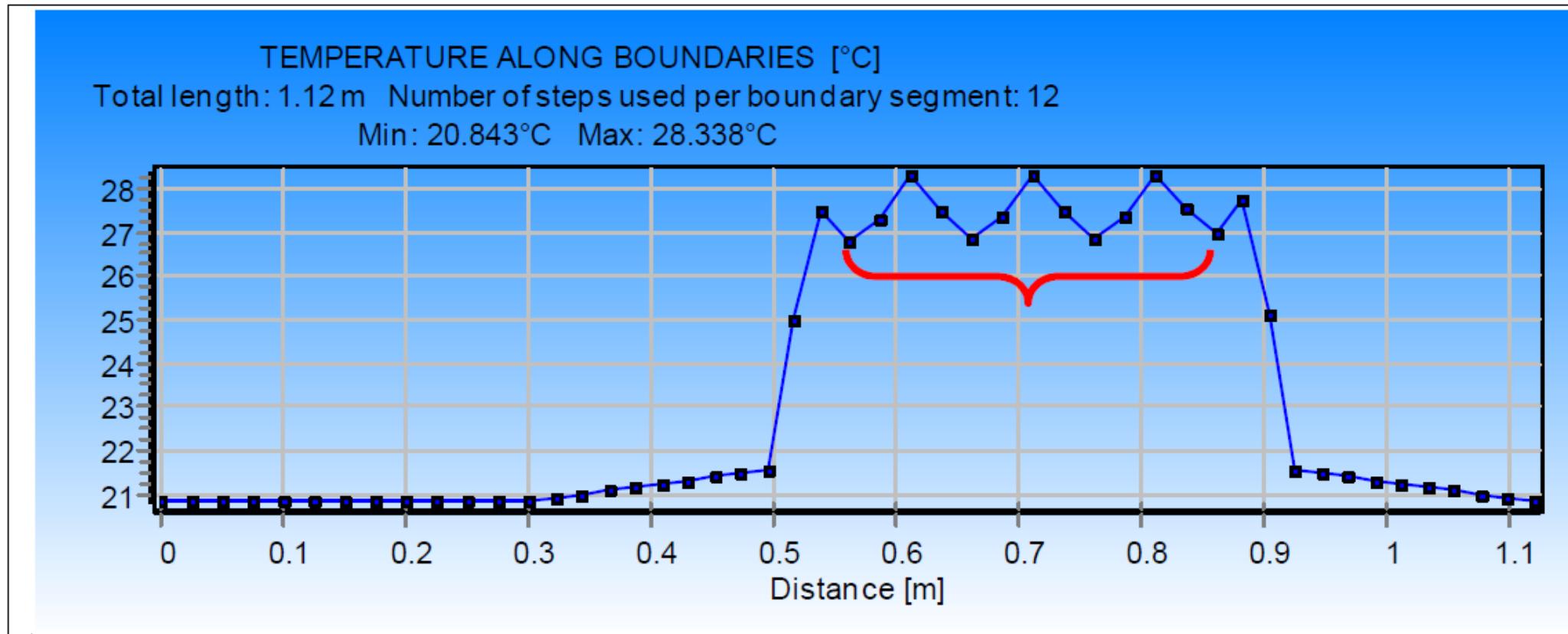
POTENZIALITA' DEL CALCOLO AD ELEMENTI FINITI

Sorgente interna di calore + Fattore tempo



POTENZIALITA' DEL CALCOLO AD ELEMENTI FINITI

Andamento delle temperature sulla faccia superiore del modello

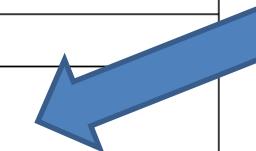


SIMULAZIONE DEL COMPORTAMENTO DELLA STRUTTURA NEL TEMPO

Caricamento e scaricamento: la struttura si scalda e poi si raffredda

Dati al contorno per il calcolo:

Prova di riscaldamento	In accensione
Periodo impostato di calcolo	1h30m
Intervallo grafico	1-19
Temperatura dei massetti e delle tubazioni	24°C
Temperatura di mandata del fluido termovettore	35 °C
Temperatura ambiente	24 °C
Differenza percentuale tra dato misurato e calcolato	Compreso tra +1 e -3%



Scostamento tra calcolo ad elementi finiti e misure su campioni reali

Prova di raffrescamento	In spegnimento
Periodo impostato di calcolo	1h50m
Intervallo grafico	43-69
Temperatura dei massetti e delle tubazioni	26.7°C
Temperatura di mandata del fluido termovettore	15 °C
Temperatura ambiente	25 °C
Differenza percentuale tra dato misurato e calcolato	Compreso tra -5 e -1%

SIMULAZIONE DEL COMPORTAMENTO DELLA STRUTTURA NEL TEMPO

Il calcolo ad elementi finiti simula bene il comportamento reale della struttura

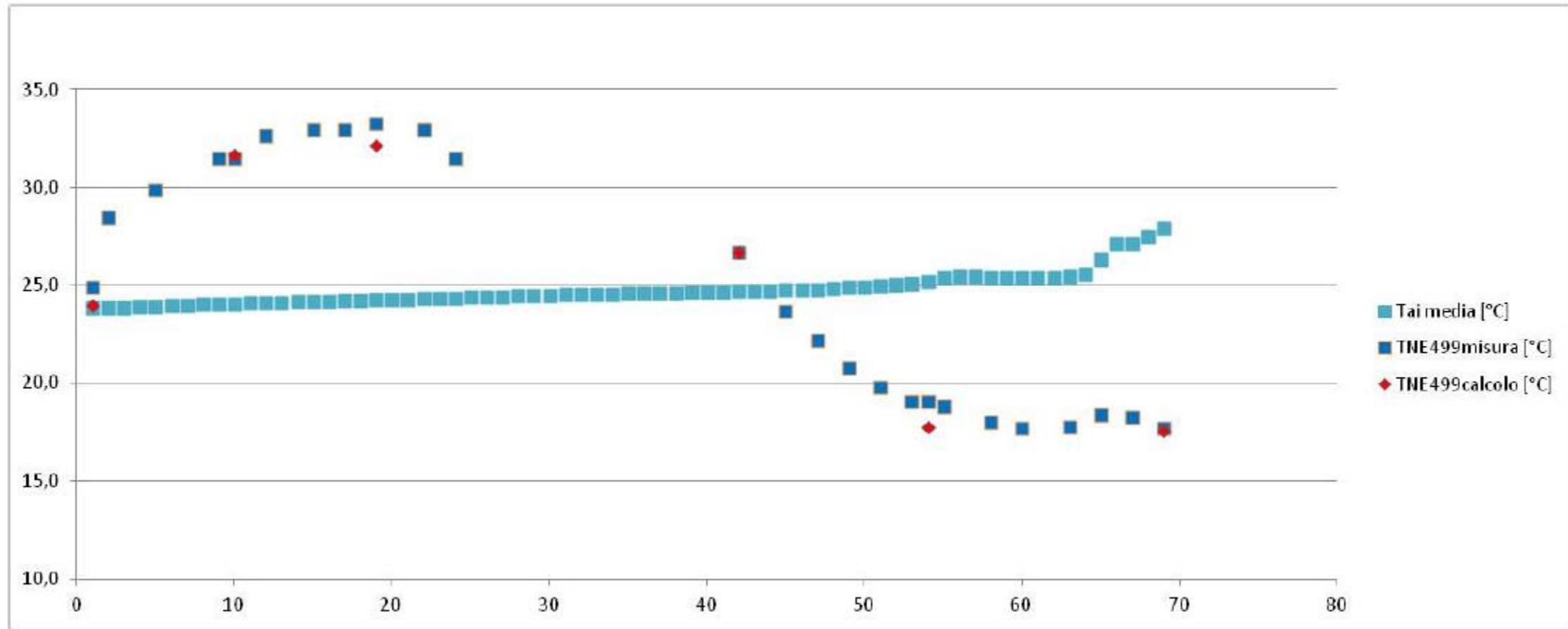


Grafico di confronto tra valori misurati (in blu) e valori calcolati in rosso



Grazie per l'attenzione
www.anit.it

