

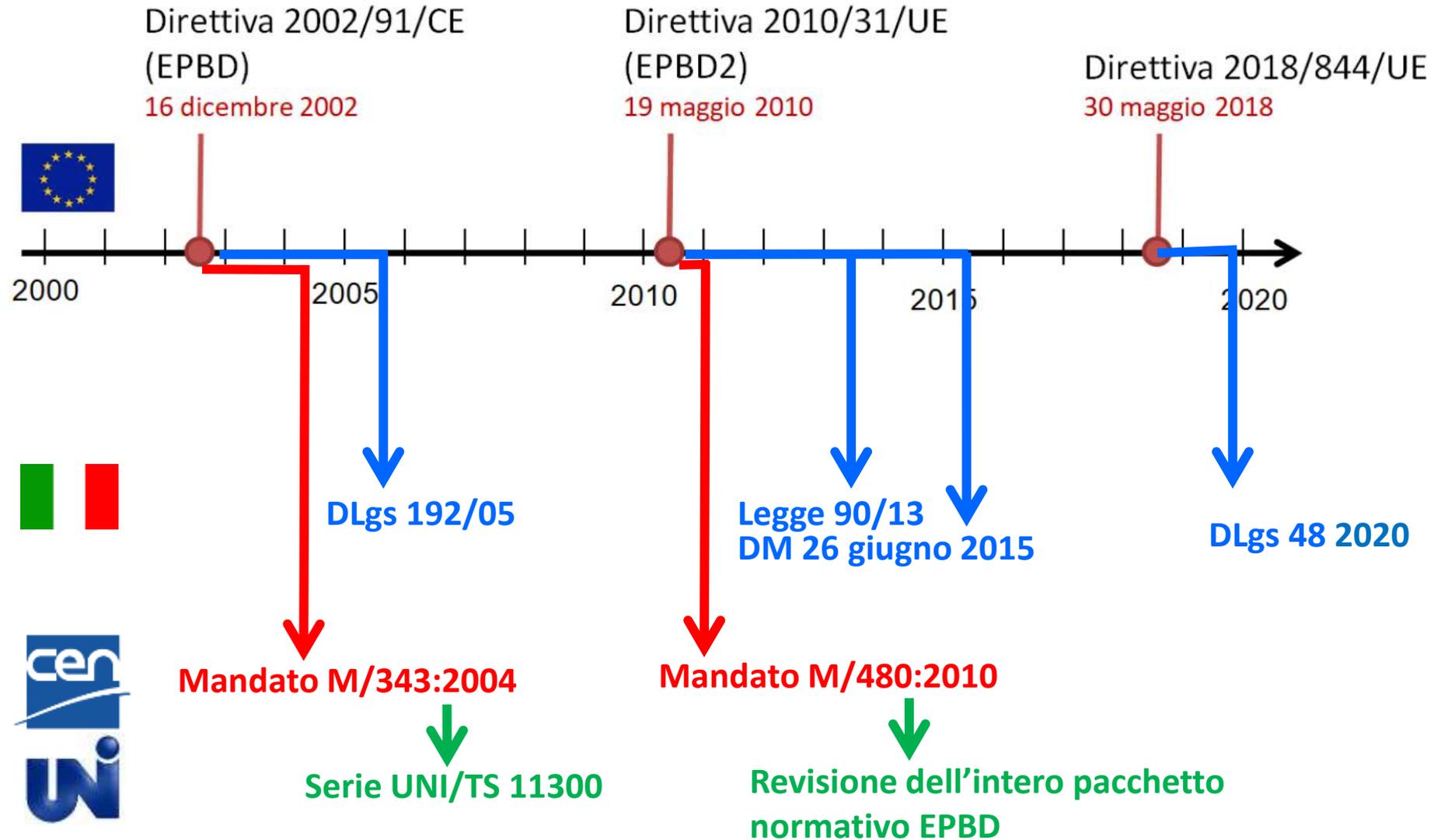
Esigenze di comfort interno degli ambienti in estate e in inverno

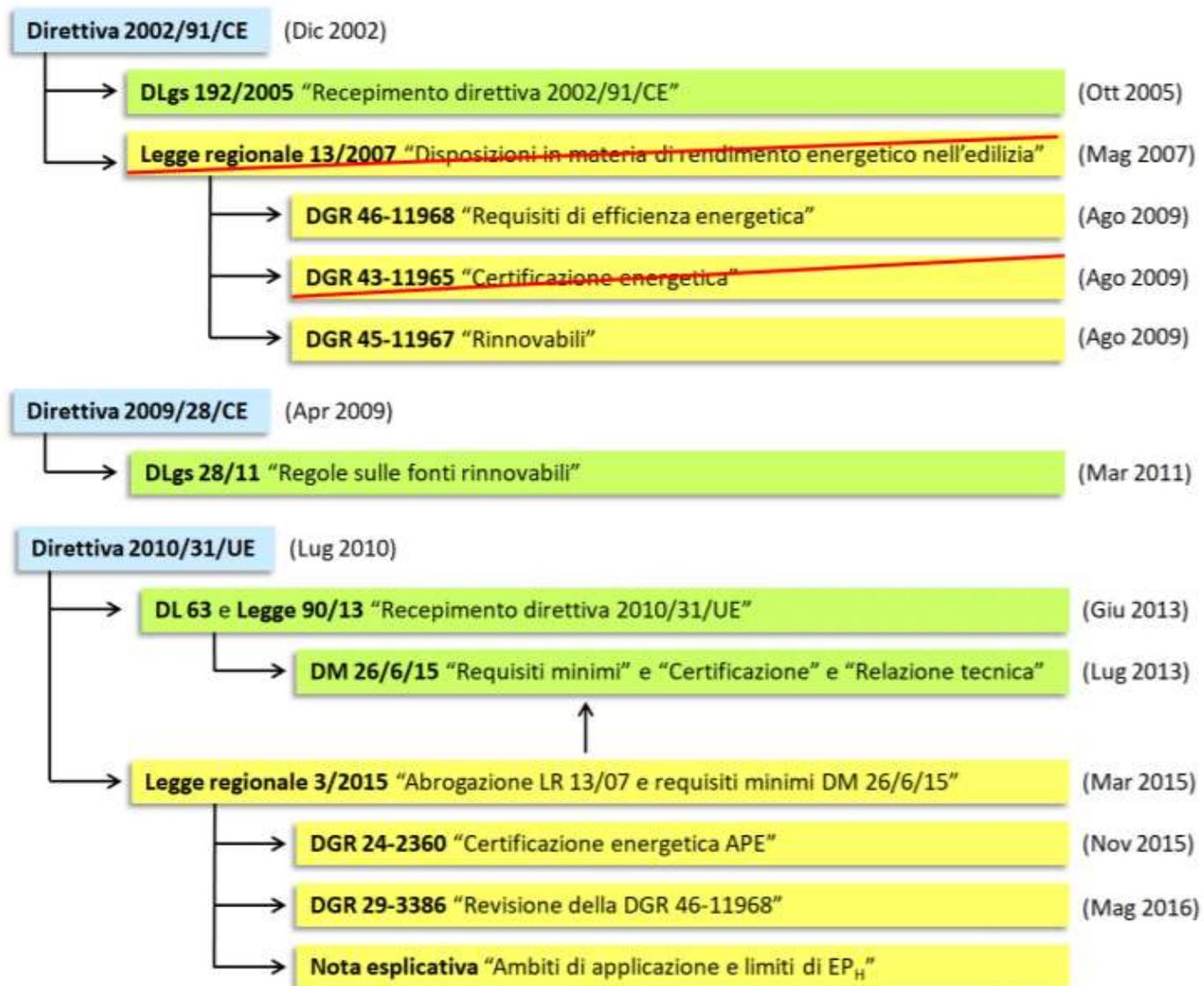


Ing. Valeria Erba

Limiti e regole da rispettare

EVOLUZIONE NORMATIVA





Legenda dei colori:

Legislazione europea

Legislazione nazionale

Legislazione regionale

Quindi ad oggi in Piemonte sono in vigore:

- Direttiva 2010/31/UE, (EPBD 2) come modificata dalla Direttiva 844/2018
- Decreto legislativo 192/2005, modificato dalla legge 90/2013
- DPR 74/2013 (Controllo e manutenzione degli impianti termici)
- DPR 75/2013 (Certificatori energetici)
- 3 DM 26 Giugno 2015 (Requisiti minimi, Schemi di relazione e revisione LG 2009 APE).
- DGR 45-11967 (Impianti a FER e serre solari) in vigore a partire dal 1 ottobre 2009
- DGR 46-11968 (Stralcio di piano) in vigore a partire dal 1 aprile 2010
- DGR 24-2360 del 2/11/2015 (APE)
- DGR 29-3386 del 30 maggio 2016 (revisione della DGR 46-11968)



EFFICIENZA ENERGETICA- DM 26 GIUGNO 2015

AN
Associaz
Nazion
per l'Is
Termico

**EFFICIENZA
ENERGETICA**

R

GUIDA ANIT



Nessuna parte di questo documento

MINISTERO ANIT - efficienza energetica e acustica degli edifici

CLASSIFICAZIONE DEGLI EDIFICI (DPR 412/93)

E1	Edifici adibiti a residenza e assimilati: E.1(1) continuativi, E.1(2) saltuaria, E.1(3) alberghi.
E2	Edifici adibiti a ufficio e assimilabili pubblici o privati
E3	Edifici adibiti a ospedali, cliniche o case di cura 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 e tutti i nuclei e assimilabili
E8	Edifici adibiti ad attività industriali e artigianali e assimilabili

SCHEMA DELLE VERIFICHE

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

E1(1)							
E1(2)							
E1(3)							
E2	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
E3							
E4							
E5							
E6	A,B,D,F, H,J,K,L*,M, P,Q,R,S, T,W,X,Y	S,F,H, K,Q,S, T,W,Y	A,B,D,E,F, H,J,K,L*,M, P,Q,R,S, T,W,X,Y				E, M,N, Q,R,S, U,V, 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 espressamente citati è necessario valutare se il rientra in uno o più dei tipi di intervento riportati nel decreto.
- Quando un edificio sia costituito da parti individuabili come appartenenti 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.

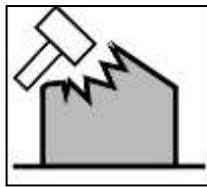
(*) Questo requisito secondo la FAQ pubblicata nel 2010 e nel 2010 del MISE si applica solo se l'intervento risulta agibile negli ambiti di applicazione del Dlgs 20/11 ovvero nel caso di edifici di nuova costruzione o di edifici esistenti soggetti a ristrutturazione rilevante (ovvero edificio con sup. utile > 3000m² e soggetto a ristrutturazione integrale degli elementi edilizi costituenti l'involucro oppure edificio soggetto a demolizione e ricostruzione in manutenzione straordinaria). [DPR 412/93 art. 1 comma 1 capo 24 \(ampliamento\) \(FAQ 3.7 Dicembre 2010\)](#)



NUOVA COSTRUZIONE

NUOVA COSTRUZIONE + DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE

I requisiti si applicano all'intero edificio :



A- $EP_{H,nd}$ $EP_{C,nd}$ $EP_{gl,tot}$

B- $H't$

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

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

G- Ψ_{ie}

F- verifiche termoigrometriche

M- η_H η_w η_c : rendimenti limite

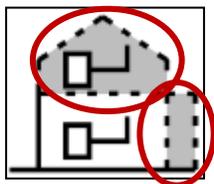
Q,R- valvole e termoregolazione

L- FER

+ Altri requisiti specifici



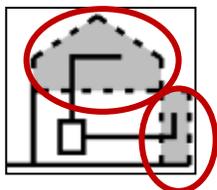
AMPLIAMENTI E RECUPERI DI VOLUME PRECEDENTEMENTE NON RISCALDATO SUPERIORI AL 15% o 500 m³ CON NUOVO IMPIANTO



I requisiti si applicano **AL NUOVO VOLUME**

STESSI REQUISITI DEI NUOVI EDIFICI
(a parte le FER)

AMPLIAMENTI E RECUPERI DI VOLUME PRECEDENTEMENTE NON RISCALDATO SUPERIORI AL 15% o 500 m³ CON ESTENSIONE DI IMPIANTO



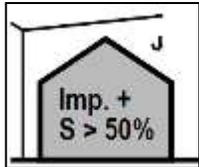
I requisiti si applicano **AL NUOVO VOLUME**

B- H't

H- Asol,est/Asup utile

F- verifiche termoigrometriche

Q,R- valvole e termoregolazione



EDIFICI ESISTENTI RISTRUTTURAZIONI IMPORTANTI DI 1° LIVELLO



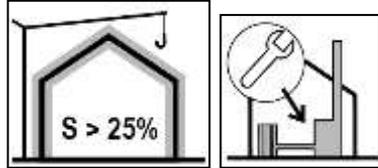
I requisiti si applicano ALL' INTERO EDIFICIO

STESSI REQUISITI DEI NUOVI EDIFICI (a parte le FER)



EDIFICI ESISTENTI

RISTRUTTURAZIONI IMPORTANTI DI II° LIVELLO



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



C- Ulim

B- H't

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

F- verifiche termoigrometriche

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

Q,R- Installazione valvole e termoregolazione

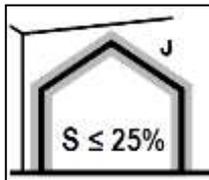
+ Altri requisiti specifici



EDIFICI ESISTENTI

RIQUALIFICAZIONI ENERGETICHE – INVOLUCRO/ IMPIANTO

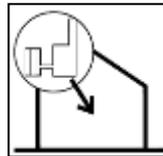
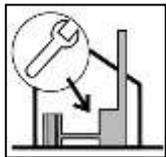
I requisiti si applicano **alla superficie o sistema oggetto di intervento** e riguardano:



C- Ulim

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

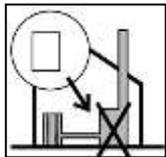
F- verifiche termoigrometriche



M- η_H η_w η_c : rendimenti limite

Q,R- Installazione valvole e termoregolazione

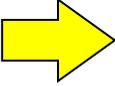
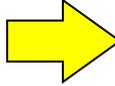
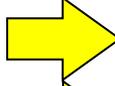
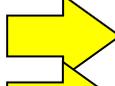
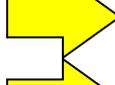
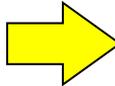
+ Altri requisiti specifici



PARAMETRI

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)

PARAMETRI INFLUENZATI DAL CALCOLO DINAMICO

	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)

**IL RISPETTO DEI LIMITI SIGNIFICA
EDIFICI ENERGETICAMENTE
SOSTENIBILI E AMBIENTI
CONFORTEVOLI
D'ESTATE E DI INVERNO?**

Analisi dei fabbisogni energetici in regime dinamico

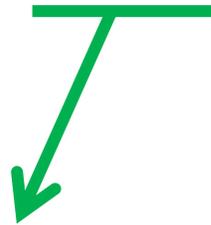
UNI EN ISO 52016-1

Metodo di calcolo

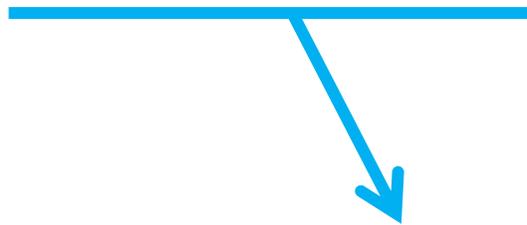
~~Calcolo stagionale in regime semi-stazionario~~

Calcolo medio mensile in regime semi-stazionario

Calcolo orario in regime dinamico



Passo di calcolo ridotto

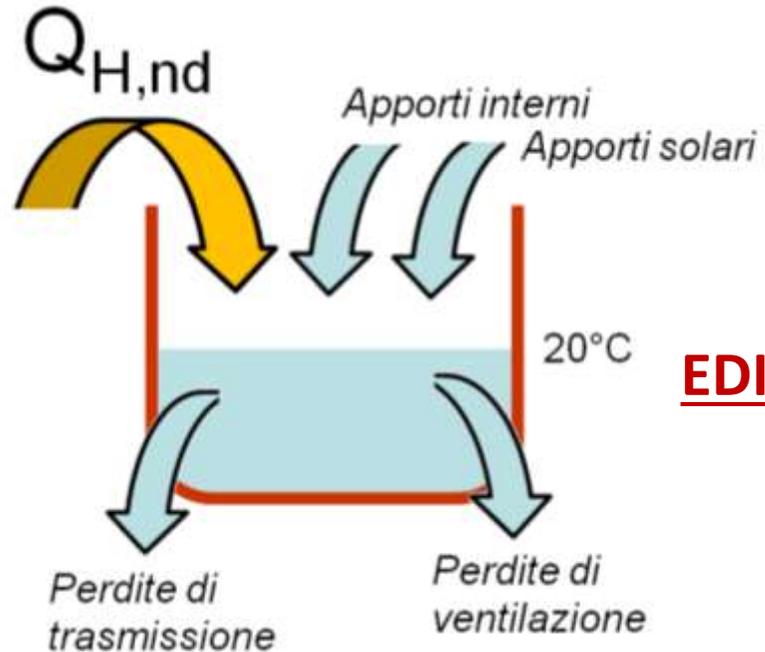


Si analizza l'effetto dei
fenomeni nel tempo

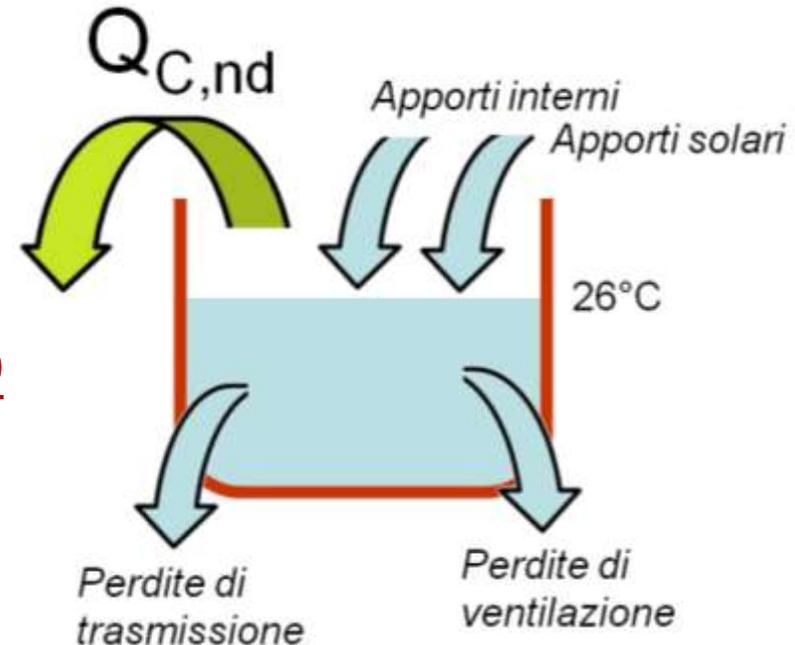
CALCOLO MENSILE SEMI-STAZIONARIO

Il bilancio energetico in accordo con le UNI/TS 11300

Servizio di riscaldamento



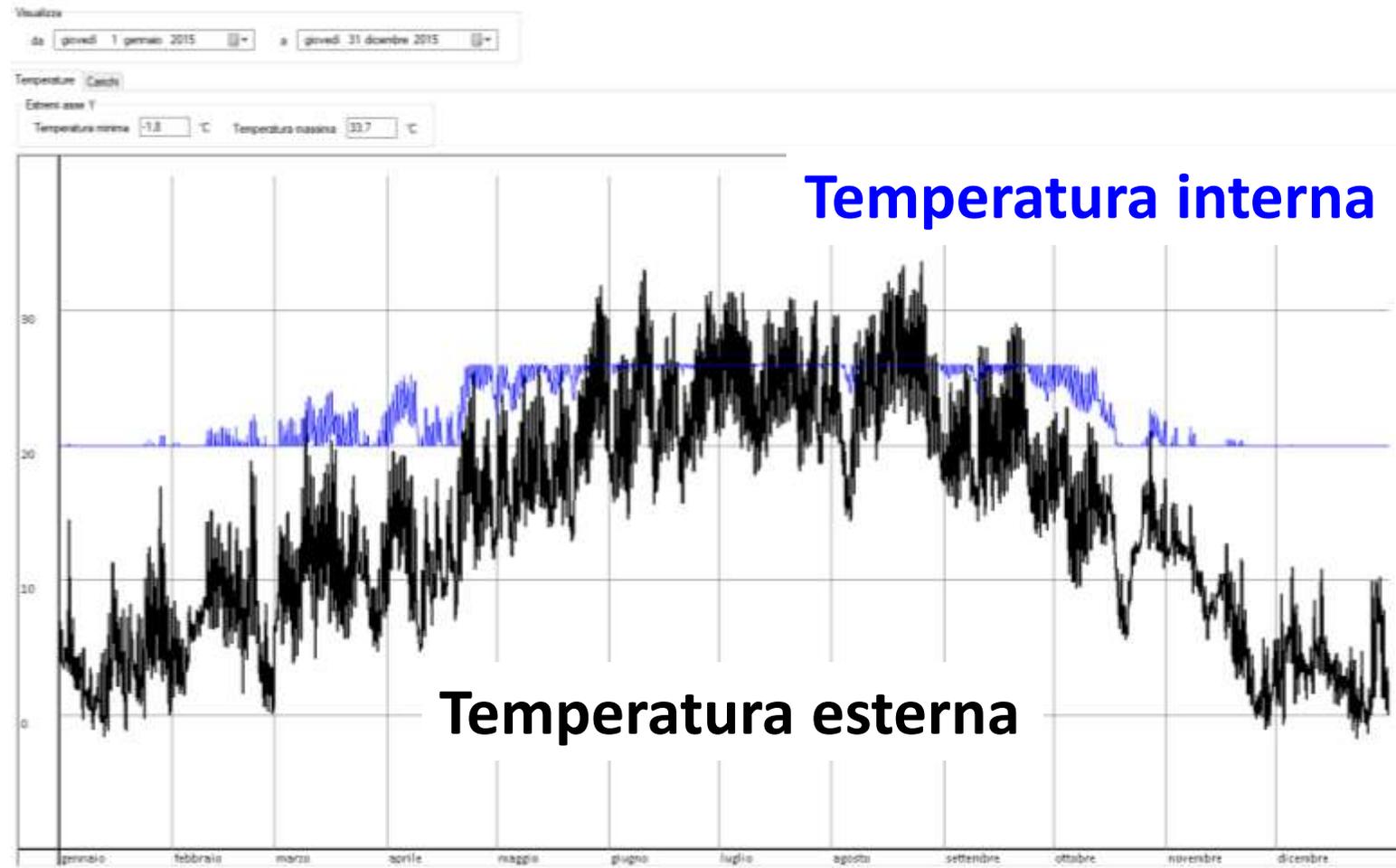
Servizio di raffrescamento



EDIFICIO

CALCOLO ORARIO IN REGIME DINAMICO

Esempio di calcolo sviluppato con ICARO

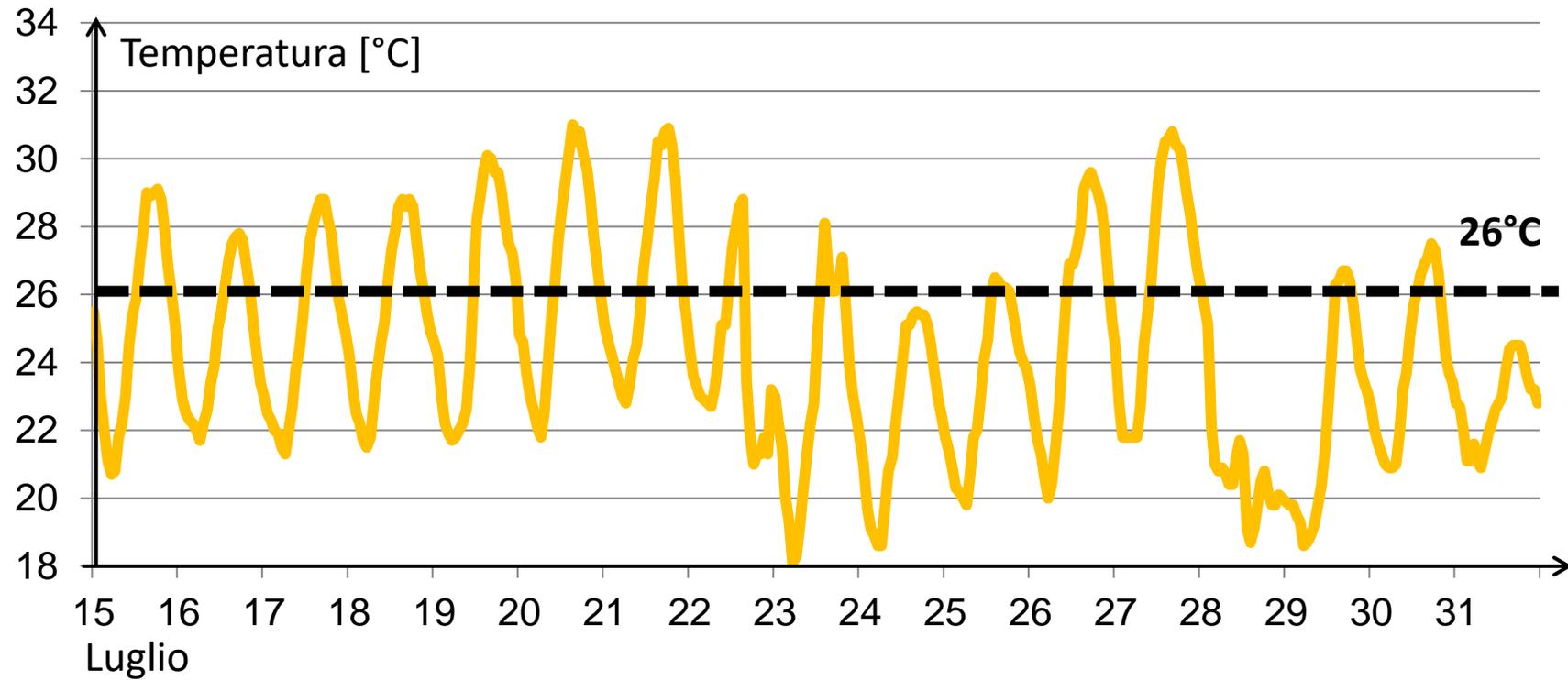


DATI CLIMATICI ORARI

UNI 10349:2016, norma italiana sui dati climatici

Temperatura esterna oraria

MILANO - dati dal 15 al 31 luglio

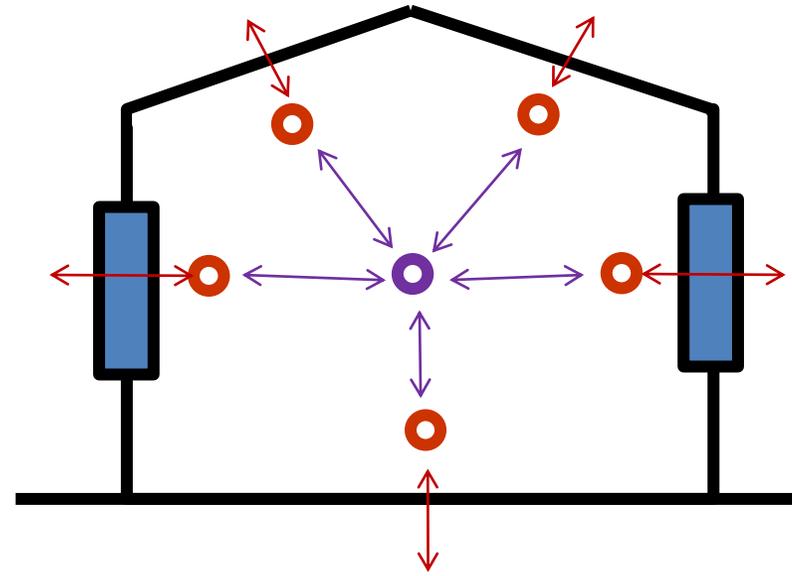


CALCOLO ORARIO IN REGIME DINAMICO

Risoluzione di un sistema lineare
a punti concentrati RC (resistenze-condensatori)



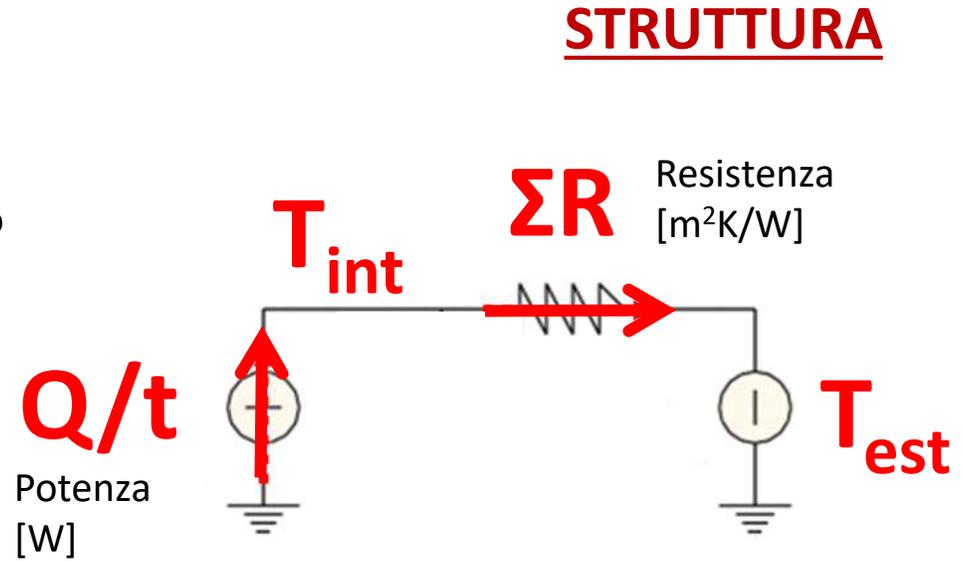
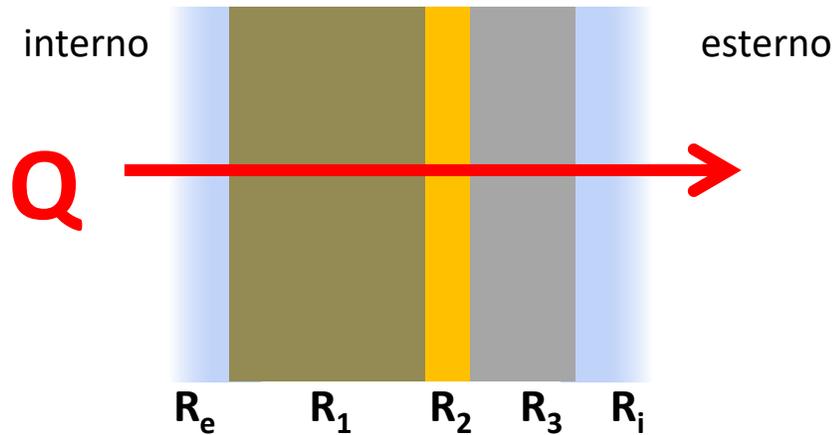
EDIFICIO



Bilancio tra i nodi e l'ambiente interno
(profilo ventilazione, carichi interni, apporti
solari attraverso le finestre)

IL BILANCIO ENERGETICO DELLE STRUTTURE

In regime stazionario



$$Q = U \cdot A \cdot (\Delta T) \cdot t$$

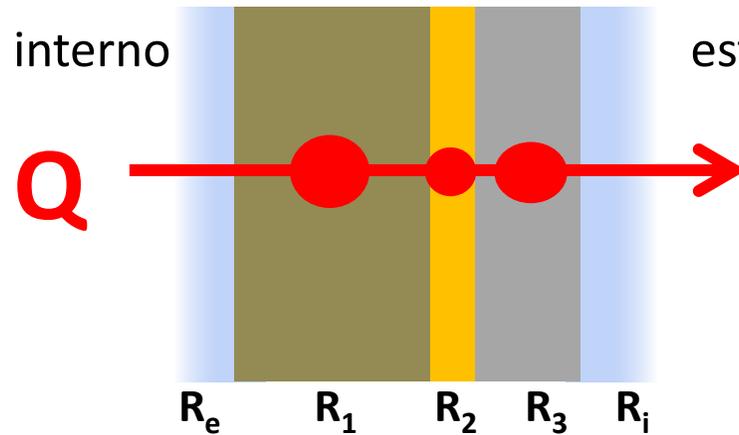
$$Q/t = (A/\Sigma R) \cdot (\Delta T)$$

Potenza
[W]

Resistenze termiche
[m²K/W]

IL BILANCIO ENERGETICO DELLE STRUTTURE

In regime dinamico



esterno

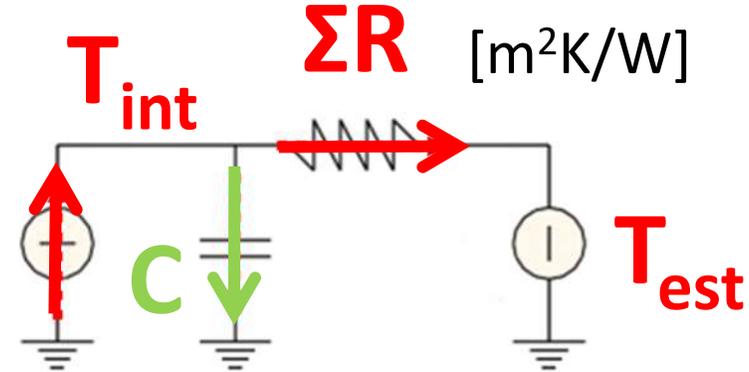
Q

Q/t

Potenza
[W]

STRUTTURA

Resistenza
[m²K/W]



Effetto d'accumulo

$$Q/t = (A/\Sigma R) \cdot (\Delta T) + m \cdot c \cdot \dot{T}$$

Potenza
[W]

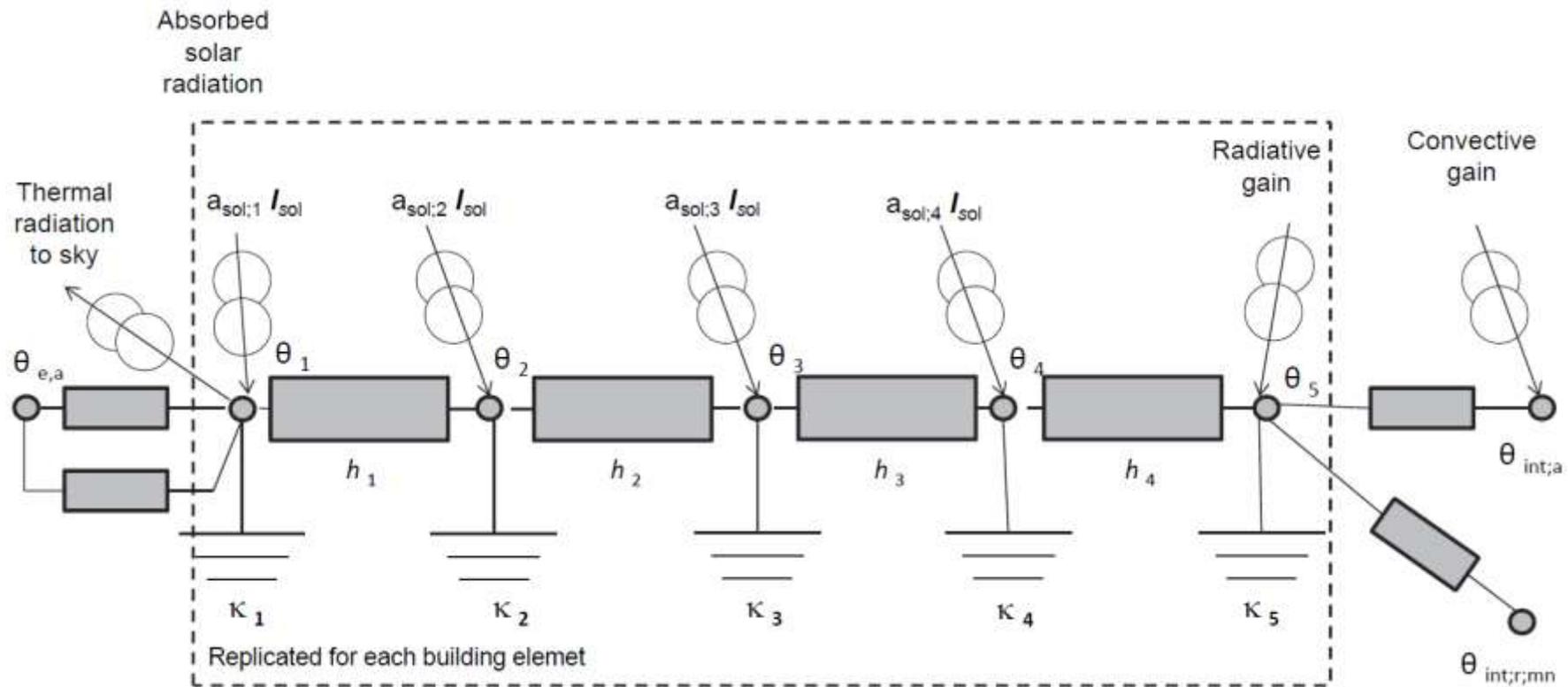
Resistenze termiche
[m²K/W]

Capacità termica [J/kgK]

Variazione della temperatura
nel tempo [K]

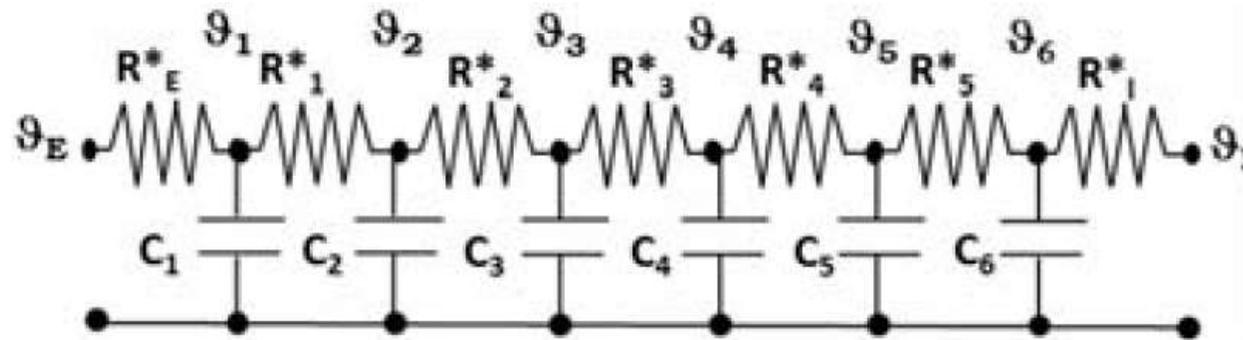
IL BILANCIO ENERGETICO DELLE STRUTTURE

EN ISO 52016 – Schema RC a 5 nodi per le strutture opache



IL BILANCIO ENERGETICO DELLE STRUTTURE

UNI EN ISO 52016 – Schema RC a n nodi per le strutture opache



- Uno o più nodi capacitivi per ciascuno strato
- Due resistenze ogni nodo capacitivo
- Numero di Fourier fissato a 0,5 per definire i nodi di ogni singolo strato

CARATTERISTICHE DEI PRODOTTI/MATERIALI

Trasmissione del calore

Resistenza termica

R_t m^2K/W

Conduktività termica

λ W/mK

Spessore

s m

Capacità termica specifica

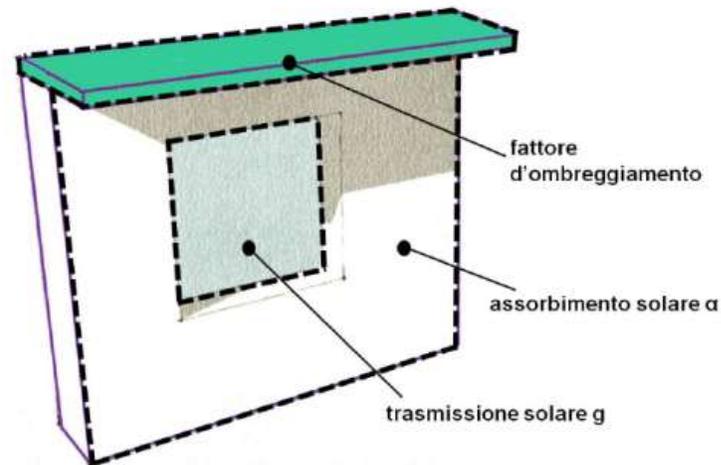
c J/kgK

Densità

ρ kg/m^3

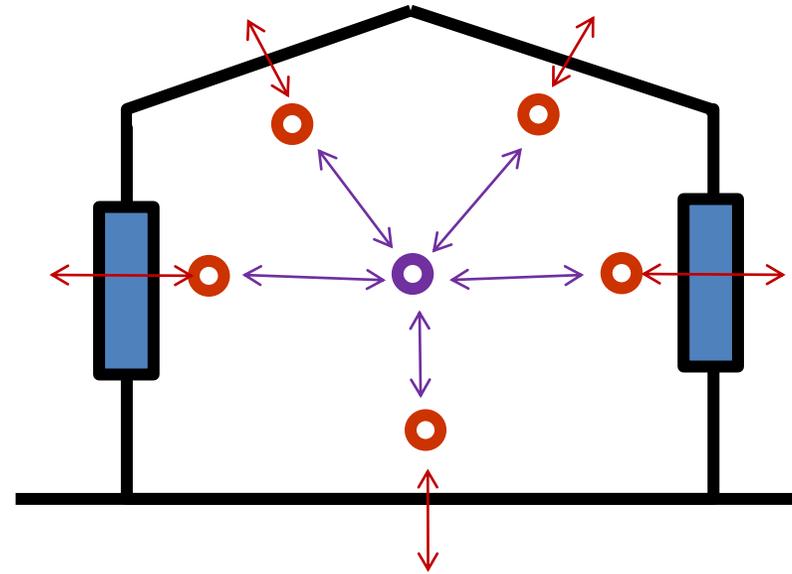
Diffusività termica

α m^2/s



CALCOLO ORARIO IN REGIME DINAMICO

Risoluzione di un sistema lineare
a punti concentrati RC (resistenze-condensatori)



Bilancio tra i nodi e l'ambiente interno
(profilo ventilazione, carichi interni,
apporti solari attraverso le finestre)

La valutazione del comfort di un edificio

PREDIRE IL COMFORT



Come si fa a prevedere in fase progettuale se un edificio sarà confortevole?



**Previsione in
ambienti controllati
in accordo con UNI
EN ISO 7730:2006**

**Previsione in
condizioni free
running in accordo con
UNI EN ISO
15251:2008**

IL COMFORT IN UN AMBIENTE CONTROLLATO

UNI EN ISO 7730:2006

Ergonomia degli ambienti termici - Determinazione analitica e interpretazione del benessere termico mediante il calcolo degli indici PMV e PPD e dei criteri di benessere termico locale



Costruzione di un modello di previsione medio statistico a partire da un campione di 1300 persone soggette a variazioni di condizioni

- ambientali (temperatura, velocità dell'aria, ecc.)
- personali (vestiario, attività metabolica, ecc.)

IL COMFORT ADATTIVO

UNI EN ISO 15251:2008

Criteri per la progettazione dell'ambiente interno e per la valutazione della prestazione energetica degli edifici, in relazione alla qualità dell'aria interna, all'ambiente termico, all'illuminazione e all'acustica

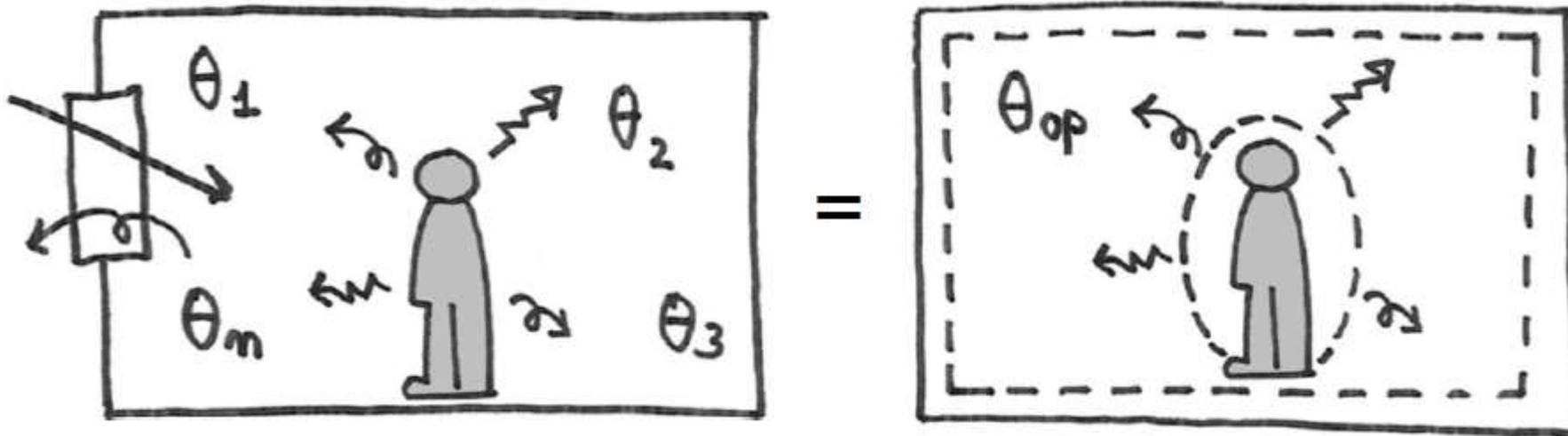


La sensazione di comfort provato in un ambiente è legata:

- alla temperatura percepita dai nostri “sensori”
- alla capacità del corpo umano di “adattarsi” alle condizioni di caldo

IL COMFORT ADATTIVO

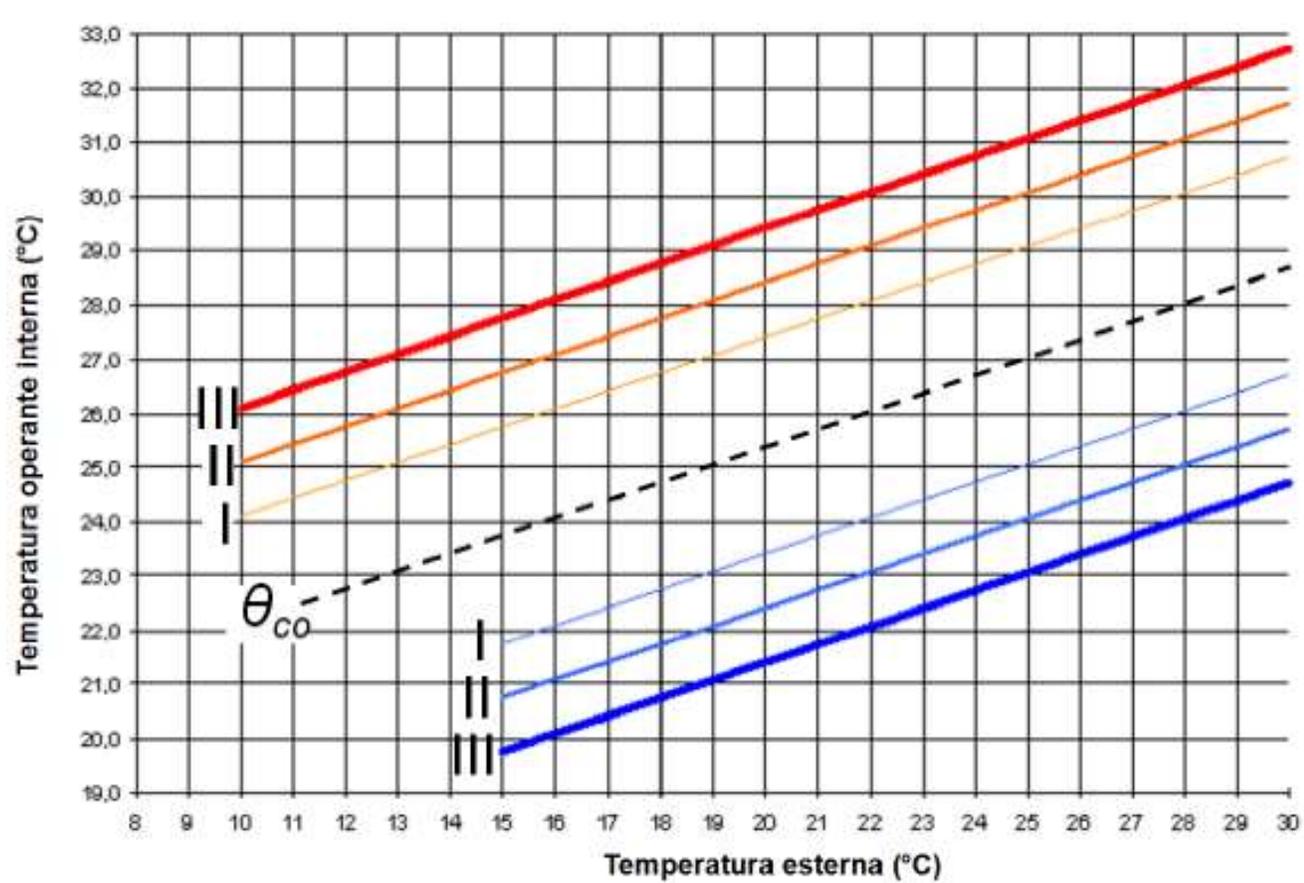
La temperatura percepita = temperatura operante (UNI EN ISO 52016)



Definizione:

la temperatura operante è un parametro fittizio rappresentativo di un ambiente uniforme nel quale un soggetto scambierebbe la stessa potenza termica di un ambiente reale non uniforme.

IL COMFORT ADATTIVO



Il modello europeo. Nel grafico sono visualizzati i confini delle categorie di comfort I, II e III secondo la norma UNI EN 15251

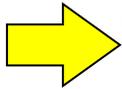
CRITERI AMBIENTALI MINIMI

Decreto 11 ottobre 2017

2.3.2 Prestazione energetica

I progetti degli interventi di nuova costruzione, inclusi gli interventi di demolizione e ricostruzione e quelli di ampliamento di edifici esistenti che abbiano un volume lordo climatizzato superiore al 15% di quello esistente o comunque superiore a 500 m³, e degli interventi di ristrutturazione importante di primo livello, ferme restando le norme e i regolamenti più restrittivi (es. regolamenti urbanistici e edilizi comunali, etc.), devono garantire le seguenti prestazioni:

- il rispetto delle condizioni di cui all'allegato 1 par. 3.3 punto 2 lett. b) del decreto ministeriale 26 giugno 2015 (13) prevedendo, fin d'ora, l'applicazione degli indici che tale decreto prevede, per gli edifici pubblici, soltanto a partire dall'anno 2019.
- adeguate condizioni di comfort termico negli ambienti interni, attraverso una progettazione che preveda una capacità termica areica interna periodica (Cip) riferita ad ogni singola struttura opaca dell'involucro esterno, calcolata secondo la UNI EN ISO 13786:2008, di almeno 40 kJ/m²K oppure calcolando la temperatura operante estiva e lo scarto in valore assoluto valutato in accordo con la norma UNI EN 15251.



ICARO

**il nuovo software ANIT per
l'analisi dinamica**

SOFTWARE ANIT

SUITE ANIT

Aggiorna scadenza software

Giorni rimanenti: 201
Codice macchina: 1745357421

Software ANIT

Sviluppato da TEP s.r.l.

ICARO 1.0

Simulazione dinamica della temperatura operante e del comfort adattivo.

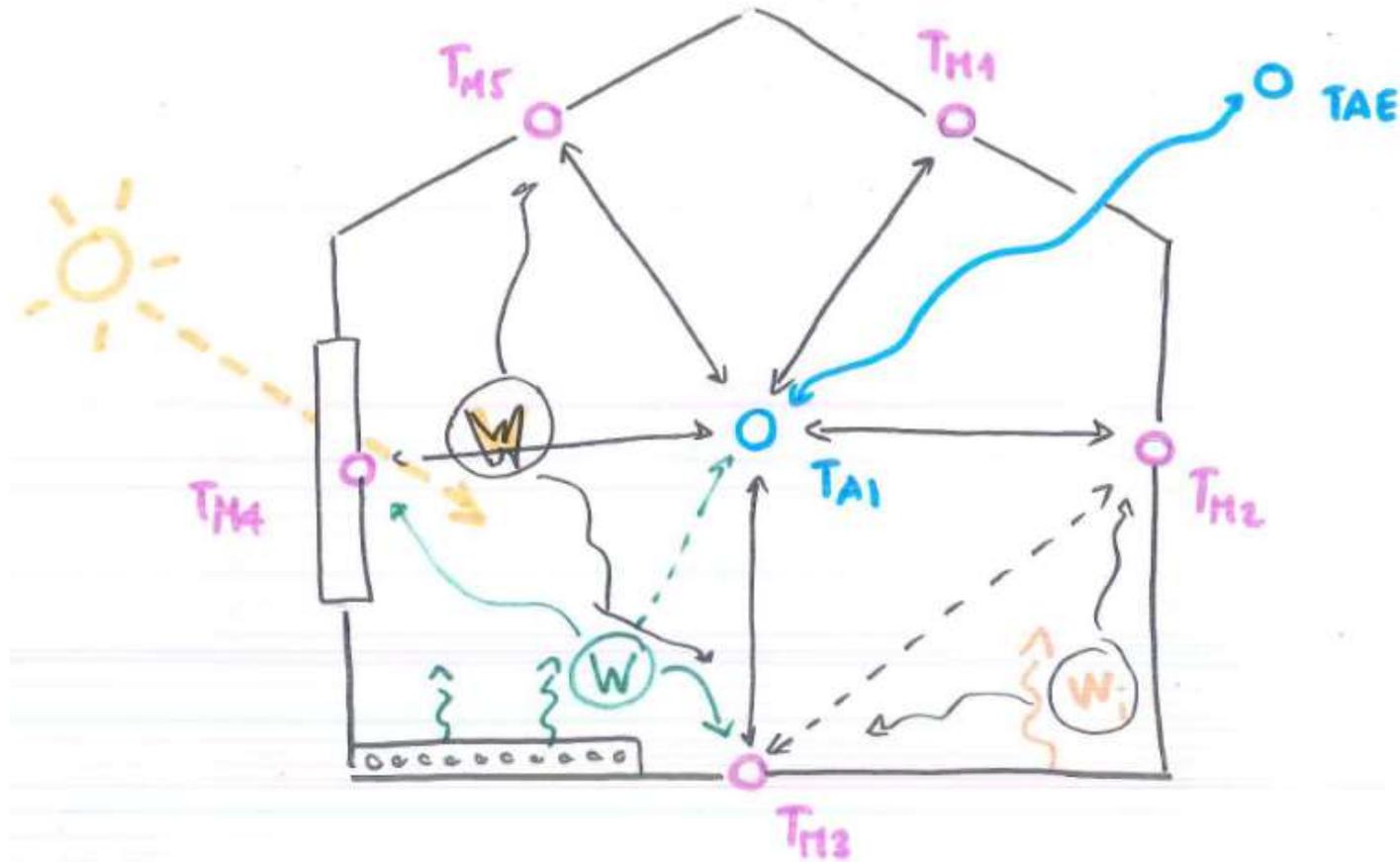
L'uso del presente software e dei relativi risultati sono di esclusiva competenza e responsabilità dell'utente.
Tutti i diritti riservati. Qualsiasi riproduzione non autorizzata è vietata.
Maggiori informazioni e contatti: www.anit.it - software@anit.it

Versione 1.0.0.0

Ultimo aggiornamento: 23/05/2018

Inizia

CONTRIBUTI IN REGIME DINAMICO



Bilancio tra i nodi e l'ambiente interno
(profilo ventilazione, carichi interni, apporti solari attraverso le finestre)

MASSETTI A BASSO SPESSORE

Gli interventi sull'esistente o gli edifici di nuova costruzione sono ben isolati termicamente. (NODI)

Si è quindi ridotta la potenza termica necessaria a «caricarli» e condizionarli.

**E' molto importante anche poter «reagire» rapidamente alle sollecitazioni interne di caricamento e scaricamento.
(AMBIENTE INTERNO)**

I massetti a basso spessore coniugati con la tecnologia dei pannelli radianti possono offrire buone opportunità in tal senso.

ANIT

Associazione Nazionale per
l'Isolamento Termico e acustico

www.anit.it

Grazie per l'attenzione
www.anit.it

